

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*triticum aestivum*) POR LA HARINA DE KIWICHA (*amaranthus caudatus*) Y LA HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*pasiflora edulis*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE GALLETAS FORTIFICADAS”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

BACH. ENRIQUE JUNIOR GONZÁLEZ MORILLAS

BACH. ANTONY AGUSTÍN MARTÍNEZ IPANAQUE

ASESOR: Ms. CESAR MORENO ROJO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

--2017--

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de este título “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*triticum aestivum*) POR LA HARINA DE KIWICHA (*amaranthus caudatus*) Y LA HARINA DE CASCARA DE MARACUYÁ (*pasiflora edulis*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE GALLETAS FORTIFICADAS”. Ha contado con el asesoramiento que quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo calidad de asesor –designado por resolución decanatural N°420-2016-UNS-FI.

Ms. CESAR MORENO ROJO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



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

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*triticum aestivum*) POR LA HARINA DE KIWICHA (*amaranthus caudatus*) Y LA HARINA DE CASCARA DE MARACUYÁ (*pasiflora edulis*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE GALLETAS FORTIFICADAS”.

TESISTAS

BACH. ENRIQUE JUNIOR GONZÁLEZ MORILLAS

BACH. ANTONY AGUSTÍN MARTÍNEZ IPANAQUE

Revisado y Aprobado el día 07 de abril del 2017, por el siguiente Jurado Evaluador, designado mediante Resolución Decantural N° 053-2017-UNS-CCFI.


M.SC. SAÚL EUSEBIO LARA
PRESIDENTE


M.S. CESAR MORENO ROJO
SECRETARIO


ING. VICENTE CARRANZA VARAS
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo por estar siempre a mi lado e iluminarme en mi camino; por ser mi escudo y mi fortaleza, por ser el Centro de mi vida.

A mis padres Yolanda y Luis que son las personas más especiales en mi vida; con todo su amor me apoyaron incondicionalmente a cumplir esta meta.

A mis hermanos por sus grandes consejos y enseñanzas que me brindan día.

A mis amigos por su amistad, por su amistad sincera y haber compartido momentos de alegría en todos estos años.

GONZALEZ MORILLAS ENRIQUE J.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Ms.
Cesa Moreno Rojo por
direccionarnos a realizar
Esta investigación, brindándonos
su apoyo y orientándonos para
así poder concluir
satisfactoriamente este trabajo de
investigación.

Al Dra Luz Paucar, por el
apoyo brindado en la
realización de la parte
experimental de este trabajo
de investigación.

Al Ing. Pedro Ayala, por
facilitarnos el ingreso a la Planta
Piloto Agroindustrial; por sus
sugerencias y apoyo al momento
de la realización de las galletas.

Enrique González Morillas
Antony Martínez Ipanaque

Contenido

I.	Introducción.....	1
II.	Revisión Bibliográfica.....	3
2.1.	El Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	3
2.1.1.	Generalidades del Trigo.	3
2.1.2.	Taxonomía y morfología.....	3
2.1.3.	Composición Química del Trigo.	5
2.1.4.	Clasificación del trigo según su utilización	9
2.1.5.	Harina de Trigo.	10
2.2.	Kiwicha.....	17
2.2.1.	Generalidades de la Kiwicha.....	17
2.2.2.	Valor Nutritivo	19
2.2.3.	Harina de Kiwicha.	22
2.3.	Maracuyá (<i>Passiflora Edulis</i>)	24
2.3.1.	Producción Mundial	25
2.3.2.	Producción de maracuyá en el Perú	27
2.3.3.	Harina de cascara de maracuyá	28
2.4.	Características Reológicas de las Harinas.	29
2.4.1.	Amilografía.	29
2.4.2.	Farinografía.	31
2.4.3.	Extensografía.	32
2.5.	Computo Químico:	34
2.6.	Generalidades en la Elaboración de Galletas Fortificadas.	35
2.6.1.	Galletas.....	35
2.6.2.	Clasificación.....	35
2.6.3.	Ingredientes y su definición en la elaboración de galletas	36
2.6.4.	Etapas en la elaboración de galletas.....	44
2.6.5.	Materiales de Embalaje :	47
	49	
2.7.	Evaluación Sensorial.	51
2.7.1.	Conducción del panel.....	51
2.7.2.	Método de escala hedónica:	52
2.8.	Diseño estadístico de experimentos.....	53
2.9.	Análisis microbiológico.....	53
2.10.	Vida útil.	53

III. Materiales y Métodos:	54
3.1. Lugar De Ejecución:	54
3.2. Materia Prima e Insumos:	55
3.2.1. Materia Prima:	55
3.2.2. Insumos:	55
3.3. Equipos, materiales y reactivos:	56
3.3.1. En la elaboración de galletas:	56
3.3.2. Para la evaluación de las galletas:	56
3.4. Análisis de las harinas de trigo, kiwicha y harina de cascara de maracuyá:	58
3.4.1. Caracterización de las harinas de trigo, kiwicha y harina de cascara de maracuyá:	58
3.4.2. Formulación:	60
3.5. Diseño experimental:	60
IV. Resultados y Discusiones:	70
4.1. Análisis de las harinas:	70
4.1.1. Composición químico proximal:	70
4.2. Análisis Físicoquímico:	74
4.1.2. Propiedades reológicas de la harina de trigo:	76
4.3. Cálculo del Cómputo Químico de las formulaciones:	84
4.4. Evaluación de la calidad de las galletas:	86
4.4.1. Volumen específico:	86
4.5. Análisis sensorial:	104
4.5.1. Análisis de Color miga y corteza:	104
4.5.2. Análisis de Sabor:	105
4.5.3. Análisis de Textura:	107
4.6. Determinación de la mejor formulación:	109
4.7. Evaluación del tipo de envase:	125
4.7.1. Evaluación de la pérdida de peso:	125
4.7.1. Evaluación de la textura:	128
4.7.2. Evaluación de la pérdida de humedad:	129
4.8. Vida útil de la galleta:	131
V. Conclusiones:	131
VI. Recomendaciones:	132
VII. Referencias Bibliográficas:	132
ANEXOS:	136

TABLA 1 : COMPOSICION QUIMICA DEL TRIGO Y SUS DERIVADOS EN 100GR DE ALIMENTOS.....	7
TABLA 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE TRIGO.....	11
TABLA 3 : PRINCIPALES SUCEDÁNEOS DEL TRIGO EN NUESTRO PAIS.....	17
TABLA 4: COMPARACIÓN DE LA KIWICHA CON OTROS GRANOSS (POR 100 GR).....	20
TABLA 5: PERÚ: SUPERFICIE EN VERDE DE MARACUYÁ – (HA).....	27
TABLA 6: CARACTERÍSTICAS AMILOGRÁFICAS DE LA HARINA TRIGO PASTELERA.....	82
TABLA 12: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA LUMINOSIDAD DE LA CORTEZA DE LOS GALLETAS.....	96
TABLA 13: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA LUMINOSIDAD DE LA CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	97
TABLA 14: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA CROMACIDAD DE LA CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	99
TABLA 15: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA CROMACIDAD DE LA CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	100
TABLA 16: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA ÁNGULO DE TONALIDAD DE LA CORTEZA DEL GALLETAS.....	102
TABLA 17: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA ÁNGULO DE TONALIDAD DE LA CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	103
TABLA 18: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA COLOR DE LA MIGA Y CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	105
TABLA 19: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA AL SABOR DE LA MIGA Y CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	106
TABLA 20: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA AL SABOR DE LAS GALLETAS.....	106
TABLA 21: COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA RESPUESTA A LA TEXTURA DE LA MIGA Y CORTEZA DE LAS GALLETAS.....	108
TABLA 22: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA TEXTURA DE LAS GALLETAS.....	108

I. Introducción.

La elaboración de galletas constituye un sector sustancial de la industria alimentaria, siendo uno de sus principales atractivos su variedad de tipos. Todas las galletas tradicionales se fabrican generalmente con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. Sin embargo, como la confección de galletas se ha extendido a países donde la harina de trigo no es muy abundante, o constituye una materia prima de importación cara, es deseable considerar otros materiales feculentos que se pueden utilizar en la confección de galletas o productos análogos; razón por la cual es imprescindible partir de las costumbres alimentarias regionales para evaluar la combinación de harinas sucedáneas obtenidas de leguminosas, avenas. (Saravia, 2013).

La cantidad o diversidad de recursos que posee un país o región, no garantiza el desarrollo que dicha sociedad pueda llegar a alcanzar. La gran diferencia radica en el aprovechamiento inteligente de esos recursos, y la visión que permita detectar las nuevas oportunidades que ofrece un mundo cada vez más globalizado e integrado.

Diversas investigaciones datan sobre sustituciones parciales de la harina de trigo por harinas de diferentes tipos de cereales, leguminosas y granos como la cebada, arveja, soya, etc.; todas estas conocidas bajo la denominación de “harinas sucedáneas”.

Las harinas sucedáneas constituyen una ventaja para los países en desarrollo, debido a que se podría reducir las importaciones de harina de trigo y el aumento del uso potencial de los cultivos agrícolas. (Othon C., 1996).

Dentro de este pensamiento, nace la idea de desarrollar un alimento elaborado a partir de la kiwicha y de la cascara de maracuyá, un recurso que Perú posee, en su región norte y cuya explotación con fines alimenticios se limita mayormente el maracuyá y posterior comercialización.

La alternativa está, aparentemente, en una educación alimentaria orientada al consumo de dietas conformadas principalmente por alimentos de origen vegetal y obtener el máximo aprovechamiento de los recursos alimentarios disponibles en la región por lo que es posible la formación de complementos dietéticos basadas en productos vegetales, si se tiene en cuenta la diversidad de proteínas que contienen, pues en realidad no todos los cereales, leguminosas, tubérculos, raíces y frutos son deficientes en los mismos aminoácidos esenciales, lo que permite la complementación mutua entre ellos, obteniendo productos (galletas) que siendo de bajo costo, contengan un patrón apropiado de aminoácidos y la concentración apropiada de proteínas. Las galletas convencionales son productos gasificados con levaduras artificiales y contienen alta cantidad de azúcar y manteca. La combinación de harina, azúcar y manteca hace que estos productos sean altamente energéticos y que además posean pocas proteínas, vitaminas y minerales.

De lo expresado en los párrafos anteriores, ha servido como un incentivo para la elaboración de un producto de panificación novedoso (galletas), con un nuevo sabor en el mercado y con un mejoramiento nutricional. Así que la presente investigación, titulada **“Sustitución parcial de la harina de trigo (*triticum aestivum*) por la harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) y la harina de cascara de maracuya (*pasiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galles fortificadas ”**, tiene como objetivos determinar la mejor formulación de las harinas para elaborar galletas mediante el programa estadístico *statistica*, realizar la caracterización químico proximal de las harinas y de la galleta con mejor formulación.

II. Revisión Bibliográfica.

2.1. El Trigo (*Triticum aestivum*)

2.1.1. Generalidades del Trigo.

Siendo el trigo el cereal más importante, es por lo tanto uno de los más estudiados. Se cultiva principalmente en Europa, Canadá y Estados Unidos. Se divide en tres categorías según su contenido en proteínas. (Ramírez, 2007).

- **Trigos duros (*Triticum durum*):** Se caracterizan por un contenido importante en proteínas (13,5 - 15,0%) y bajo contenido en agua. La harina que producen estos trigos se utiliza principalmente en la producción de pastas.
- **Trigos semiduros (*Triticum vulgare*):** son menos ricos en materia proteica (12-13%), contienen un poco más de agua. Se utilizan principalmente para la fabricación de pan.
- **Trigos blandos (*Triticum club*):** son muy ricos en almidón proporcionando una harina muy blanca, contiene poca materia proteica (7,5 -10%). Se utiliza para la fabricación de galletas, pasteles, etc.

2.1.2. Taxonomía y morfología.

La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales (Aykrod et. Al 1970). El trigo es uno de los tres cereales más producido globalmente, y el más ampliamente conocido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano de trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios (Forero, 2000).

TABLA 1: TAXONOMÍA DEL TRIGO

TAXONOMÍA DEL TRIGO	
Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamas
División	Cheteriodophitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Cereales
Familia	Gramínea
Género	Triticum
Especie	Vulgare
N. Científico	Triticum Vulgare
N. Común	Trigo

FUENTE: Gallejo, (2002)

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

A. Raíz

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. (Camacho, 1981).

B. Tallo

El tallo del trigo, de tipo herbáceo, es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0.5. a 2 metros de altura, es poco ramificado. (Mateo, 2005).

C. Hojas

Las hojas del trigo tienen una forma linearlanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas. (Camacho, 1981).

D. Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis (eje escalonado) o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas de 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas o glumelas, lodiculos o glomélulas. (Mateo, 2005)

E. Granos

Los granos son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados.

El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. A lo largo de la cara ventral del grano hay una depresión (surco): una invaginación de la aleurona y todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levadura de alta calidad, que son necesarias en la panificación. (Mateo, 2005)

2.1.3. Composición Química del Trigo.

El grano maduro de trigo está formado por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, ácidos grasos, sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades

de vitaminas, enzimas y otras sustancias como pigmentos. (De la Vega, 2009).

El germen de trigo es rico en vitaminas del grupo B y E, y también contiene grasas, proteínas y minerales (Shewry y Halford, 2002; Gómez-Pallares et. al, 2007)

Dentro de las proteínas que contiene el trigo la más importante en la industria de panificación es el gluten que es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo; esta proteína da a la masa de pan el tacto viscoso o pegajoso que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura (De la Vega, 2009).

El gluten se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina, presentes en la harina. Al cocerse el pan, el gluten de la masa se expande debido al dióxido de carbono CO_2 producido por acción de la levadura, dando a la masa una textura esponjosa y elástica. Los panes con gluten tienen mayor contenido en proteínas y menor contenido en almidón que otros panes. (Tapia, 2001).

Tabla 1 : COMPOSICION QUIMICA DEL TRIGO Y SUS DERIVADOS EN 100gr DE ALIMENTOS.

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía kcal	Energía kJ	Agua g	Proteínas g	Grasa Total g	Carbohidratos totales g	Carbohidratos Disponibles g	Fibra cruda g	Fibra dietaria g	Cenizas g
A-01	Trigo,harina fortificada con hierro	354	1480	10,8	10,50	2,0	76,3	73,6	1,5	2,7	0,4
A-02	Trigo, llunka	312	1307	16,1	9,10	1,0	71,8	71,8	2,9	-	2.0
A-03	Trigo, harina tostada (machica)	347	1453	9,0	7,90	1,2	79,9	77,2	4,1	2,7	2,0
A-04	Trigo, mote (sancochado)	154	644	59.0	2.50	0.6	37.0	37.0	1.1	-	0.9
A-05	Trigo para pelado cocido mote	69	289	82.9	1.90	0.1	14.7	14.7	0.2	-	0.4
A-06	Trigo para pelado crudo mote	355	1484	12.5	9.80	0.9	74.6	74.6	0.7	-	2.2
A-07	Trigo, pelado	359	1503	12.6	8.40	1.4	76.1	76.1	2.0	-	1.5
A-08	Trigo cocido resbalado	90	379	77.9	2.80	0.3	18.6	18.6	0.3	-	0.4
A-09	Trigo resbalado crudo	357	1494	13.5	11.40	1.8	71.8	71.8	1.3	-	1.5
A-10	Trigo, sémola	335	1403	12.1	7.80	1.1	78.4	74.5	0.9	3.9	0.6

A-11	Trigo		303	1267	11.6	10.30	1.9	74.7	62.5	3.0	12.2	1.5
-------------	-------	--	-----	------	------	-------	-----	------	------	-----	------	-----

CÓDIGO	Calcio mg	Fósforo mg	Zinc mg	Hierro mg	β caroteno equivalentes totales μg	Retinol μg	Vitamina A	Tiamina mg	Riboflavina Mg	Niacina mg	Vitamina C mg	Asc T mg
							Equiv. totales μg					
A-01	36	108	0.70	5.50	-	0.00	0.0	0.50	0.40	4.80	1.80	-
A-02	60	250	-	1.60	-	0.00	-	0.33	0.26	1.95	2.00	-
A-03	67	300	0.70	0.90	-	0.00	0.0	0.10	0.48	2.11	2.70	-
A-04	38	118	-	2.50	-	0.00	-	0.01	0.07	1.57	0.40	-
A-05	29	45	-	0.40	-	-	-	0.00	0.00	0.73	0.00	-
A-06	80	274	-	2.50	-	-	-	0.18	0.23	4.00	0.90	-
A-07	51	293	-	4.60	-	0.00	-	0.22	0.15	3.85	-	-
A-08	5	66	-	0.50	-	-	-	0.06	0.02	0.90	0.70	-
A-09	17	299	-	4.80	-	-	-	0.30	0.17	5.00	4.50	-
A-10	40	125	1.05	0.80	-	0.00	0.0	0.14	0.08	1.21	0.00	-
A-11	36	314	2.98	3.87	169.0	0.00	0.0	0.42	0.17	3.89	4.80	-

FUENTE: MINSA (20099).

2.1.4. Clasificación del trigo según su utilización

Son varios los tipos de trigo que se cultivan alrededor del mundo; de acuerdo a su hábito de crecimiento estos se clasifican en trigos invernales, primaverales e intermedios o facultativos. El trigo hexaploide (*Triticum aestivum*), comúnmente conocido como harinero, también se clasifica con base en el color de su grano en rojo y blanco. El trigo tetraploide (*Triticum durum*) es comúnmente conocido como durum o cristalino y tiene color ámbar.

Un ejemplo de clasificación del trigo, con base en su uso o procesamiento, es de acuerdo a su textura y características de fuerza de gluten (Tabla 13). Los trigos de gluten fuerte y extensible (grupo 1) son necesarios en los procesos mecanizados de panificación (pan de molde en general) en los cuales las masas deben tolerar el trabajo intenso al cual son sometidas. Estos trigos también son usados como correctores de trigos de menor fuerza de gluten. Los trigos con gluten medio fuerte y extensible (grupo 2) son aptos para la producción mecanizada y manual de pan a partir de masas fermentadas (pan blanco, pan de masa hojaldrada y pan dulce, moldeados manualmente y horneado sin molde) y no fermentadas (pan plano como el árabe, tortilla de harina, etc.). Por otro lado los trigos de endospermo suave (o blando) y gluten débil (grupo 3), son requeridos en la industria galletera y de repostería. Estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor que el de los trigos de los grupos 1 y 2. Los trigos de gluten tenaz (poco extensibles), del grupo 4, son altamente indeseables en la industria panificadora, ya que producen masas de panificación que, por el hecho de tener extensibilidad muy limitada,

presentan poca tolerancia al sobremezclado, deficiente capacidad de expansión durante la fermentación y el horneado, y pobres características de manejo y moldeado. El trigo cristalino o durum (grupo 5) produce semolina (harina gruesa) de color amarillo y posee un gluten medio fuerte a fuerte y tenaz, adecuado para elaborar pastas alimenticias muy densas y resistentes.

2.1.5. Harina de Trigo.

A. Definición:

Según la Norma Técnica Peruana 205.045: 1986 - INDECOPI, por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. Esta norma establece los requisitos y condiciones que debe cumplir la harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, entre ellos establece que la humedad no debe ser mayor de 15.5% y que debe estar exenta de sabores y olores extraños. (Quaglia, 1991).

El trigo se compone de tres partes

1. Germen o embrión, el cual da formación a una nueva planta.
2. Endospermo, es la parte más utilizada, de la cual se extrae la harina
3. Salvado o cubierta protectora, la cual se elimina en el proceso de extracción de harina, muy utilizada en la industria de la panificación para la elaboración de productos integrales.

Tabla 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE TRIGO.

Componente (%)	Mínimo	Máximo
Humedad	13	14
Grasa	1	1.50
Proteína	12	13.5
Hidratos de carbono	67	71
Cenizas	0.55	1.5

Fuente: Calaveras, 2004.

La harina obtenida con rendimiento de molienda más elevado, presenta un más alto contenido en proteínas, en lípidos, calcio fósforo, hierro, vitaminas B1 y B2 y una menor proporción en glúcidos y por tanto en calorías. (Quaglia, 1991)

Otra consecuencia de la molienda, además de las ya citadas variaciones en la composición química respecto al trigo, es su acción sobre los gránulos de almidón: en la fase ruptura y de remolido; debido a que la rotación del cilindro provoca un deterioro en el almidón causando su ruptura mecánica. (Quaglia, 1991).

Mientras que una excesiva cantidad de gránulos dañados tiene un efecto perjudicial sobre la tecnología de la harina, una cantidad pequeña tiene un efecto positivo en la masa fermentada en cuanto es la fuente de azúcares que pueden, durante la fermentación, ser atacada por la levadura produciendo gas. De hecho, a la temperatura de fermentación, los gránulos intactos no se gelatinizan y por eso no pueden ser atacados por la betaamilasa y sólo parcialmente por la alfa-amilasa; las formaciones de almidones dañados una vez

gelatinizados se transforman rápidamente (por acción de estas enzimas) en maltosa que se utiliza en la fermentación. Una excesiva acción de las enzimas provoca una cantidad muy elevada de dextrinas que al tener una capacidad de retención de agua inferior al almidón, lleva a la formación de una masa muy viscosa. (Quaglia, 1991).

Entre las harinas obtenidas de los cereales únicamente la del trigo puede formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y de la cual se pueden formar productos esponjosos.

Esto se debe a que posee gluten que tienen mayor contenido de proteínas de reserva (gliadina y glutenina), las cuales tienen la propiedad de ser elásticas y atrapar el gas que se produce por la fermentación de la levadura utilizada en la elaboración de pan y, en el caso del polvo de hornear, en la elaboración de tortas y galletas. (García, 2011).

B. Tipos de harina

Las harinas pueden dividirse en dos grandes grupos:

1. Harinas Duras: Son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera. Hay cuatro clases de harinas para pan a saber:

- Integral : Es aquella que contiene todas las partes del trigo.
- Completas: Son las más corrientes en nuestros países, aquellas harinas que se obtienen al moler el trigo separando solo el salvado y el germen.
- Patente: Es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo, tiene la mejor calidad panificadora, es blanca y tiene poca ceniza.
- Clara: Es la porción de harina que queda después de separar la patente.

2. Harinas Suaves: Son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas y se extraen de trigos de baja proteína como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para bizcochos y galletas.

En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se le denomina molienda o separación por impacto. (Cauvain, 2002).

C. Principales Componentes de la Harina

1. Carbohidratos: Se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Constituyen la parte mayor del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de absorción gracias a que es muy ávido de agua es el almidón. (Cauvain,2002)

Dada su higroscopicidad, existe una competencia directa entre las proteínas y el almidón al añadir el agua al amasado.

La constitución del almidón viene dada por dos componentes que son la amilasa (parte interna) y la amilopectina (parte externa), unidos entre sí por enlaces de hidrógeno. (Aguirre et al., 1997) Contienen el 60 a 68% Almidón (19 a 26% de amilosa y 74 a 81% amilopectina), 6,5 % Pentosas, 2 a 2,5 % celulosa, 1,5 % azúcares reductores (Son importantes para fermentación en la masa).El almidón del grano en plena maduración permite obtener un pan de mayor volumen que el obtenido con granos no maduros. La temperatura de gelatinización del almidón está entre 56 a 60 °C. (Cauvain, 2002).

2. Proteínas: Son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector panadero.

El trigo tiene de 7 a 18 %, Contenido de N por el método Kjeldahl. Contiene como, 12% albumina, 4% de globulina las cuales son solubles en solución salina, 44% prolamina = gliadina, 40 % glutenina las cuales son solubles en solventes polares como alcohol y cetona pero no en agua. Las dos fracciones se unen con enlaces intermoleculares y forman el gluten es la sustancia que le da resistencia y elasticidad a la masa a partir de la harina y agua.

La cantidad de aminoácidos esenciales que le da el valor biológico al alimento es menor en las proteínas presentes en mayor cantidad y por ende, son las que tienen un menor valor biológico. Para una buena panificación necesitamos que se forme un 24 ó 26% de gluten. (Cauvain, 2002)

3. Humedad: La humedad de la Harina oscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar echándole más agua en el mezclado. (Cauvain,2002)

4. Cenizas: Es la cantidad de material mineral que tiene la harina. Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras.

El contenido de ceniza de por sí no es perjudicial a las propiedades de panificación de la harina. (Cauvain, 2002)

D. Características de la Harina:

1. Color: El color depende del tipo de trigo que se haya molido y de la separación que representa la harina en cuestión. El trigo blando produce harinas más blancas, las harinas de pan tienen un color de blanco a blanco cremoso.
2. Extracción: Es la cantidad de harina que se obtiene después del proceso de molienda. Normalmente por cada 100 Kilos de trigo se obtiene de 72 a 76 Kilos de harina. Se expresa en porcentajes.
3. Separación: La separación no se basa en el peso del trigo sino en el peso de la harina total después de haber removido todo el salvado. Así, si una corriente representa el 75% de la harina total, se conocería como harina de 75% de separación. Las harinas patentes representan una separación de menor porcentaje, es decir, son harinas más refinadas que las de mayor separación o claras. (Bilbao, 2007).
4. Fuerza: Es el poder de la harina para hacer panes de buena calidad.
5. Tolerancia: Consiste en poder prolongar por un periodo razonable de tiempo la fermentación después de llegar a su tiempo ideal sin que el pan sufra deterioro notable.
6. Absorción: Es la propiedad de absorber la mayor cantidad de agua dando un producto de buena calidad. En general, las harinas hechas de trigos buenos con mucha proteína son las que tienen mayor absorción. Una buena harina para pan se conoce por tener fuerza, tolerancia y absorción.
7. Maduración: Las harinas recién molidas tienen problemas en panificación, por lo cual antes se les dejaban "madurar". En la actualidad prácticamente todos los molinos o bien las

“maduran” químicamente o las dejan reposar cierto tiempo antes de entregarla al panadero.

8. Blanqueo: Como a los panaderos les gustan las harinas muy blancas, los molineros las pueden hacer blanquear por procedimientos químicos.
9. Enriquecimiento: En algunos países, los molineros “enriquecen” las harinas con vitaminas y minerales, como es el caso de nuestro país. El pan hecho con harinas enriquecidas tiene mucho más valor nutritivo. (Bilbao, 2007).

E. **Sucedáneos del trigo:**

Mucho se ha hablado de este tema en los últimos años, lamentablemente en algunos casos sin el debido sustento técnico y con cierta irresponsabilidad; ya que se crean falsas expectativas que desalientan a los consumidores, sobre todo a los de menores recursos económicos.

Entendemos por sucedáneos, a los productos obtenidos por un proceso adecuado de molienda para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios. Estos pueden provenir de cereales, leguminosas, pseudos cereales y raíces o también como una combinación de ellas.

Según **Norma Técnica Peruana 205.045:1976**, se define harinas sucedáneas procedentes de cereales, destinadas a ser mezcladas con harina de trigo para emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

Tabla 3 : PRINCIPALES SUCEDÁNEOS DEL TRIGO EN NUESTRO PAIS.

Cereales	Leguminosas	Pseudos Cereales	Tubérculos	Raíces
Trigo Nacional	Soya	Quinoa	Yuca	Maca
Maíz	Haba	Kiwicha	Camote	Oca
Cebada	Tarwi	Canihua	Papa	Mashua
Arroz	-----	-----	----	----

Fuente: Bilbao, 2007.

A través de muchas investigaciones, se puede decir que si es factible sustituir parcialmente la harina de trigo importada con harinas sucedáneas para la elaboración de panes, fideos y galletas. (Bilbao, 2007).

Sin embargo, esta sustitución, jamás será superior en el mejor de los casos al 20% para los casos del pan y fideos y del 30% para el caso de galletas. Esto significa que los proyectos de investigación y sobre todo los proyectos de industrialización de estas harinas, son prioritarias desde el punto de vista de Seguridad Alimentaría (Escasez de trigo en el mundo) y de la Economía Popular. (Bilbao, 2007).

2.2. Kiwicha.

2.2.1. Generalidades de la Kiwicha.

La Norma Técnica Peruana 205.054:1987 - INDECOPI, define, clasifica y establece los requisitos que debe cumplir el grano de Kiwicha para su comercialización y/ o transformación, exceptuando el destinado para semilla.

Esta planta crece en Asia, África y América Central y América del Sur. Sus hojas han sido utilizadas como hortalizas y sus

semillas, al igual que la quinua, es considerado como un pseudocereal, ya que tiene propiedades similares a las de los cereales pero botánicamente no lo es aunque todo el mundo los ubica dentro de este grupo. Además, después de cocinadas, las hojas y granos de esta planta se empleaban como alimento, aromatizante o colorante en las poblaciones andinas. (Ayala, 2007).

Es susceptible al frío, exceso de humedad, muy resistente al déficit hídrico y calor. Los mejores rendimientos se obtienen en condiciones adecuadas de suelo, humedad y temperatura, pudiendo alcanzar los 5000 Kg. /ha; aunque en promedio se obtienen rendimientos de 1000-2500 Kg. /ha. Con la actual tecnología disponible, generada por las instituciones de investigación así como con las variedades modernas, mecanización de la cosecha, mejoramiento genético y desarrollo de la agroindustria se puede incrementar su productividad, ampliar la extensión cultivada e introducirlo. (Ayala, 2007)

Figura 1: Granos de Kiwicha



ente: Zevallos, 2008

Figura 3: Planta de kiwicha



Zevallos, 2008

2.2.2. Valor Nutritivo

La Kiwicha tiene características nutricionales únicas, figura como el número uno, con los mayores valores nutritivos que la leche y aún que la carne y los huevos. Tiene aminoácidos esenciales, como lisina, metionina y cisteína, manteniendo en altísimo porcentaje estos elementos. La lisina es el factor primordial para el desarrollo orgánico y mental del hombre. Además, tiene un alto contenido de proteínas y minerales. (Kent, 1983).

En lo que refiere a minerales, la Kiwicha tiene un alto contenido de sodio y de calcio. (Kent, 1983).

El principal carbohidrato contenido en el grano de Kiwicha es el almidón, el cual representa el 62 - 69% del total de carbohidratos. Las características del almidón de los amarantos son distintas de las del trigo; el almidón del amaranto contiene considerablemente menos amilasa (5 - 7%) que el almidón del trigo (20%). Así, la capacidad del almidón del amaranto para hincharse cuando se mezcla con agua es mucho más baja que la del trigo. (Kent, 1983).

Los ácidos grasos del amaranto son más de un 70% no saturados. El contenido alto de escualeno es interesante.

Ese triterpeno es abundante en el aceite de hígado de tiburón y existe en cantidades más reducidas en los aceites de germen de trigo, arroz y aceitunas, así como en la levadura (0.1 – 0.7%). El escualeno actúa como un intermediario en el proceso de síntesis de los esteroides, que son fisiológicamente importantes (para la configuración hormonal por ejemplo). (Kent, 1983).

El aminoácido limitante en la Kiwicha es la leucina, sin embargo combinando el consumo de Kiwicha con el de otros cereales se puede conseguir una composición adecuadamente balanceada de aminoácidos: las proteínas de la Kiwicha complementan las de otros cereales en lo que respecta a la lisina, y los otros cereales complementan a la Kiwicha en cuanto a la leucina. (Kent, 1983)..

El valor nutritivo de la Kiwicha en comparación a otros cereales es notable, como lo establece el siguiente cuadro: (Kent, 1983).

Tabla 4: COMPARACIÓN DE LA KIWICHA CON OTROS GRANOS (POR 100 GR).

Clase/ Grano	Kiwicha	Trigo	Maíz	Arroz	Avena
Proteína	19 g.	12.8 g.	9.4 g.	5.6 g.	15.8 g.
Fibra (cruda)	5.6 g.	2.3 g.	3 g.	0.3 g.	3 g.
Grasa (cruda)	6 g.	1.7 g.	4.7 g.	0.6 g.	6.9 g.
Carbohidratos	6 g.	71 g.	74 g.	79.4 g.	66 g.
Calcio	250 mg.	29.4 mg.	7 mg.	9 mg.	54 mg.
Hierro	15 mg.	4 mg.	2.7 mg.	4.4 mg..	5 mg.
Calorías	414	334	365	360	389

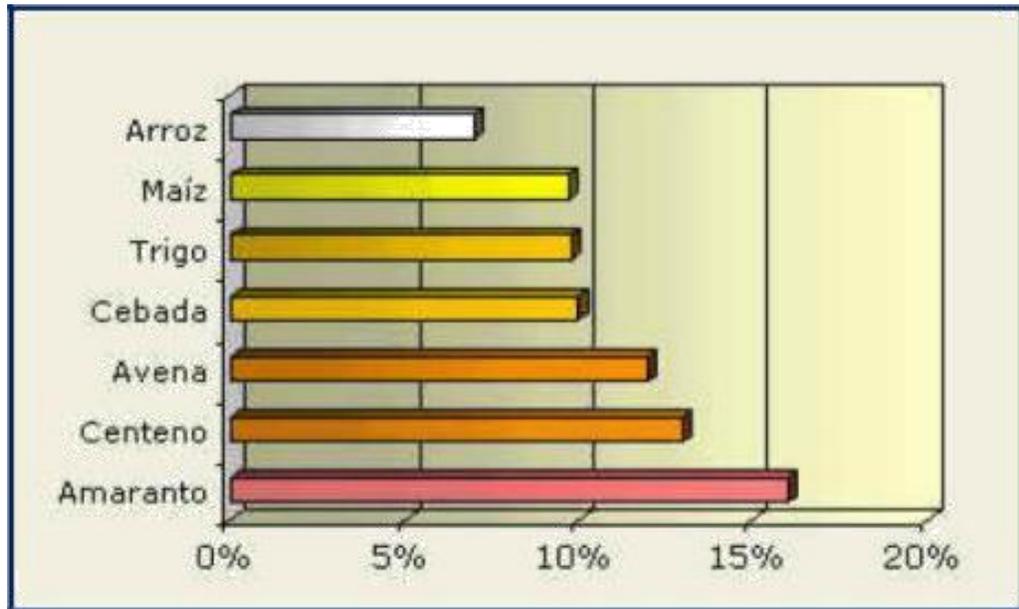


FIGURA 4: PORCENTAJE DE PROTEINAS DE LA KIWICHA(AMARANTHUS) CON RESPECTO A OTROS CERERALES.

Fuente: Calvo et al., 2001.

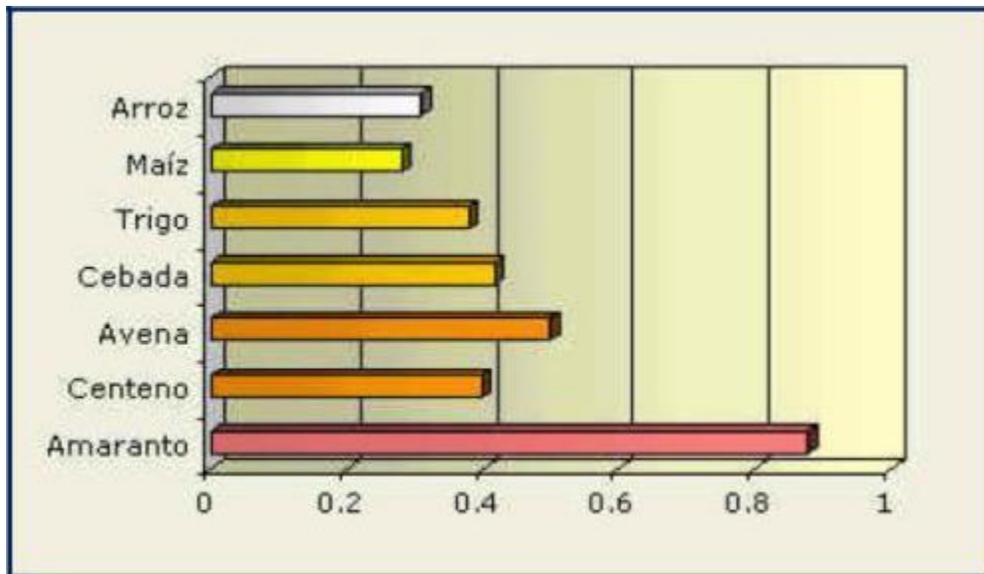


FIGURA 5: PORCENTAJE D LISINA DE LA KIWICHA CON RESPECTO A OTROS CEREALES.

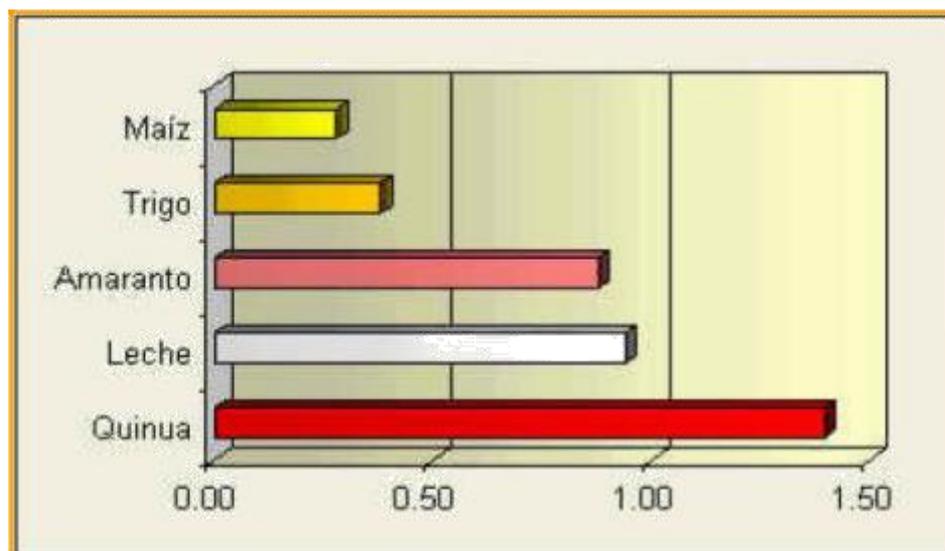


Figura 6: porcentaje de lisina de la kiwicha con respecto ala leche y cereales

2.2.3. Harina de Kiwicha.

En la agroindustria se elabora harina para utilizarse hasta en un 20% como sucedáneo del trigo en la panificación, una harina elaborada con 80% de harina de trigo y 20% de harina de kiwicha le da a la masa del cupcake una adecuada cantidad de levadura y un mayor valor nutritivo que hecho únicamente de harina de trigo. Esto es debido al hecho que la harina de Kiwicha no tiene gluten y esto hace difícil su empleo aislado en la cocción. La combinación de harina de Kiwicha y la harina de trigo determina que el valor de proteína de los productos de cocción se mejora. (Carrasco, 1992).

La harina del grano de Kiwicha es adecuada para la preparación del cupcake, con o sin la combinación de otros ingredientes. La harina de otros amarantos es utilizada en Latinoamérica y en los Himalayas para producir una variedad de productos como las tortillas. (Carrasco, 1992). En forma de grano, harina, grano tostado u hojuelas, la kiwicha es utilizada tanto en sopas y guisos como en panqueques, mazamorras, panes y ensaladas. (Carrasco, 1992).

2.2.3.1. Características

- Producción orgánica.
- No contiene gluten.
- Alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales.
- Buen equilibrio a nivel de aminoácidos. Alto contenido de lisina.
- Contenido de ácidos grasos y fibra dietética. . (Carrasco, 1992) □

2.2.3.2. Beneficios

- Proveen una dieta segura, libre de pesticidas y residuos de productos químicos sintéticos. Mantiene propiedades de gusto y sabor intactos.
- Alimento recomendado en caso de intolerancia a las harinas de trigo, avena, cebada y centeno.
- Favorece el crecimiento de los niños. Consumo recomendado durante la gestación y primeros años de vida.
- Mantiene el organismo sano, con mejor ánimo, mejor apariencia y peso.
- Una harina elaborada con 80% de harina de trigo y 20% de harina de kiwicha le da a la masa del pan una adecuada cantidad de levadura y un mayor valor nutritivo.
- Aminoácidos esenciales en la alimentación humana., debido a que el organismo realmente los asimila.
- Se pueden suplir leche y huevos con kiwicha si se sigue una dieta vegetariana.
- Ayudan al desarrollo de las células cerebrales, fortaleciendo la memoria y facilitando el aprendizaje.
- Fácil de digerir, ayudando al organismo a mantener su peso.
- Reduce los niveles de colesterol en la sangre. (Carrasco, 1992).

2.3. Maracuyá (Passiflora Edulis)

El maracuyá es originario del Trapecio amazónico; actualmente la mayor producción proviene de Brasil, que es el mayor exportador mundial de jugos.

En nuestro país, los departamentos de Lima y Ancash tienen la mayor producción de este fruto.

El maracuyá es considerado una fruta exótica; posee una alta demanda internacional por su sabor, textura y color, que hacen de él un fruto atractivo para consumir; además, goza de grandes oportunidades de innovación en la elaboración de jugos, confituras, jaleas, paletas, compotas, néctar, postres, etcétera.

La composición típica de la fruta de maracuyá es la siguiente: cáscara 50-60%, jugo 30-40%, semillas 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia.

Las industrias que se dedican a la producción de maracuyá se han preocupado por explotar en su mayoría el jugo, que representa menos de la mitad del aprovechamiento total de esta fruta, el resto, que consiste en la cáscara y las semillas, es visto como desecho.

La cáscara contiene una alta cantidad en fibra; se sabe que la fibra trae efectos benéficos a la salud. (Cantón C. et al., 2010).

La función principal de la fibra soluble es la de contribuir en la disminución de la absorción y aprovechamiento del azúcar, colesterol y triglicéridos en el aparato digestivo, de esta manera se reduce el riesgo de padecer enfermedades del corazón, ya que también controla los niveles de colesterol en la sangre y de diabetes, porque al ser absorbida la glucosa lentamente, se mejora la tolerancia al azúcar. La fibra insoluble da mayor consistencia a los alimentos, razón por la cual la masticación se prolonga; así, aumenta la sensación de saciedad y se evita el sobreconsumo de alimentos. Además, esta clase de fibra también aumenta el volumen del bolo alimenticio y disminuye el tiempo de paso de los desechos, y se mejora el funcionamiento del

sistema digestivo. La fibra insoluble favorece, en general, la desintoxicación y ayuda a prevenir enfermedades gastrointestinales. (Plaza R. et al., 2010).

2.3.1. Producción Mundial

Es difícil cuantificar la producción mundial de maracuyá ya que no hay datos estadísticos que den esa información. Sin embargo si sabemos que es un cultivo que se produce en pocos países del mundo entre ellos Costa Rica, Ecuador, Colombia, Brasil y los países africanos..

En Estados Unidos se siembra maracuyá morado en California y Florida; Hawai siembra más que todo maracuyá amarillo para concentrado. Se estimaba que la producción interna de Estados Unidos satisface la demanda aunque en los últimos años hay evidencia de lo contrario. Ecuador, Brasil, Perú y Colombia son los mayores productores de maracuyá amarillo para concentrado con estimado combinado de 12,000 toneladas métricas.

En Centro América se recomienda la producción de Maracuyá amarillo, ya que es más resistente a enfermedades como fusarium, más productivo y de mayor calidad. Todos los países de la región le están apostando a el cultivo: Guatemala a través de AGEXPRONT, Nicaragua exportando pulpa congelada de maracuyá, Costa Rica con zonas productoras al norte, el centro y el pacifico y El Salvador con una promoción fuerte por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

En Honduras la producción proviene de Francisco Morazán, Yoro, Copan, Olancho y

Cortes. También se están haciendo algunas nuevas inversiones en El Paraíso todas para el consumo local y eventualmente hasta regional.



Figura 7: Distribución de la Producción de Maracuyá a Nivel Mundial

Brasil es el mayor productor de maracuyá en el mundo, le sigue Ecuador, Colombia, Asia, Perú entre otros.

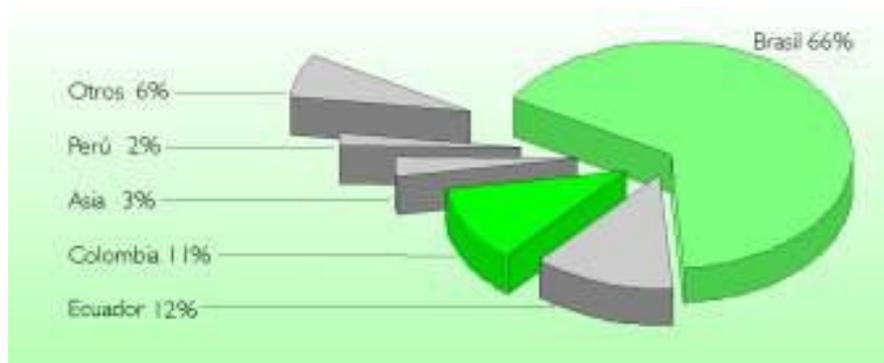


Figura 8: Producción de Maracuyá a nivel Mundial.

Fuente: Natural Juice Products Association. Cálculos: Corporación Colombia Internacional.-DATOS.

2.3.2. Producción de maracuyá en el Perú

El departamento con la mayor área instalada de Maracuyá es Lima, seguida de cerca por Ancash, luego esta Lambayeque, Piura, Junín, Ucayali, Huánuco y en octavo lugar La Libertad. Lo que si se conserva es un crecimiento significativo entre los años 2009-2005, del 71,5%, es decir 1,432 ha mas, este crecimiento fundamentalmente está dado por Ancash, Lima, Huánuco, ya que en los departamentos Junín y La Libertad decrecieron.

Tabla 5: Perú: Superficie en Verde de Maracuyá – (ha)

Región	2005	2006	2007	2008	2009*
TOTAL	2.003	2.566	3.155	3.254	3.434
LIMA	614	724	838	905	933
ANCASH	82	420	738	772	908
LAMBAYEQUE	480	542	556	624	613
PIURA	228	228	314	314	314
JUNIN	300	274	260	267	266
UCAYALI	84	145	136	90	111
HUANUCO	0	41	62	78	78
LA LIBERTAD	127	121	150	71	72
LORETO	45	25	42	59	64
EL RESTO	44	48	60	76	76

Fuente: Ministerio de Agricultura del Perú

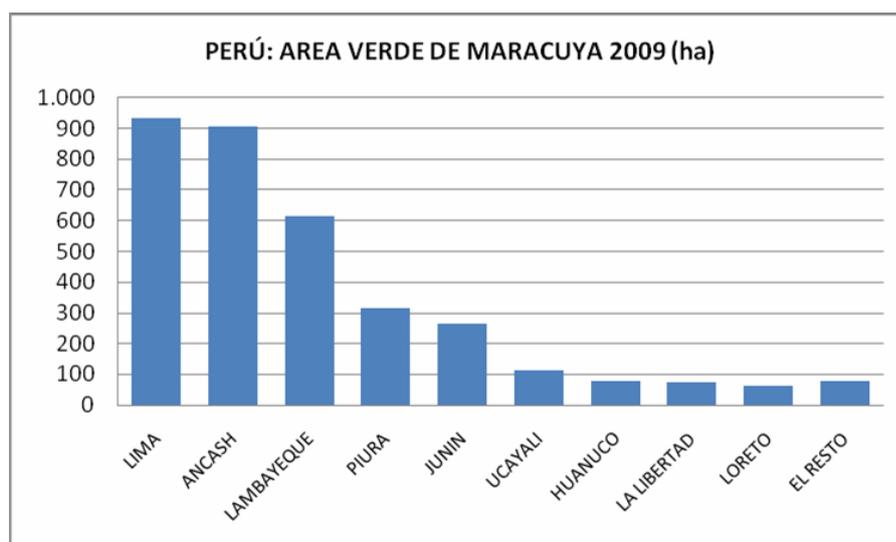
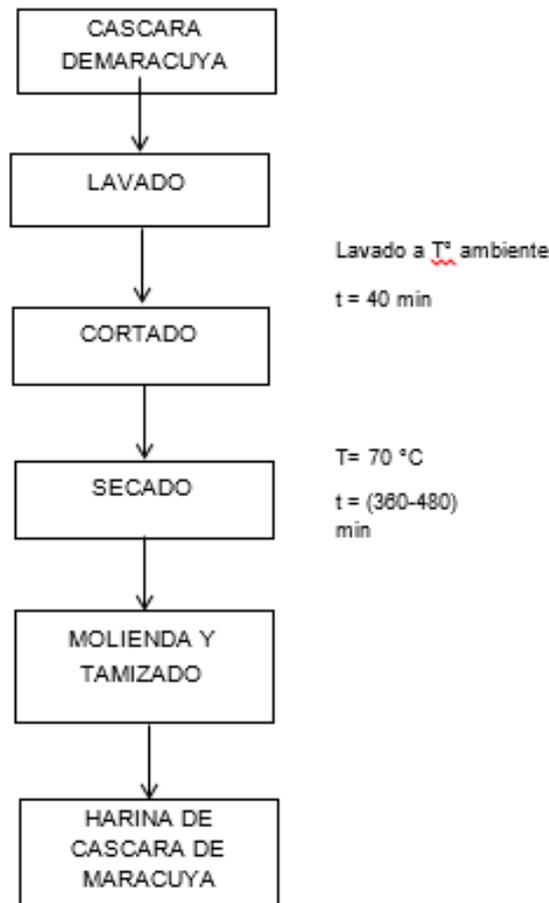


Figura 9: Area Verde de Maracuyá (ha)

Fuente: Ministerio de Agricultura del Perú.



2.3.3. Harina de cascara de maracuyá

Figura 10: Flujo de Operaciones para Obtner Harina de Cascara de Maracuyá

FUENTE: Calla & Cortez, (2011).

La cáscara de maracuyá contiene en su mayoría pectinas de alto metóxilo (Addosio et al. 2005) que es beneficiosa para los humanos (Guertzenstein, 1998; Yapo y Koffi, 2006) ya que ayudan a bajar la glucosa y colesterol en la sangre. Ramos (2004). También un estudio clínico piloto con el tratamiento con la harina de cáscara de maracuyá, dio lugar a la disminución de los niveles de colesterol en las mujeres entre 30 y 60 años que tenían hipercolesterolemia (colesterol ≥ 200 mg / dL). Además es rica en niacina (vitamina B3), hierro, calcio, y fósforo. (Gondim et al., 2005).

Actualmente, La cáscara de maracuyá (*pasiflora edulis*) es un subproducto de las industrias que desecha el 100%, siendo utilizado

posteriormente como materia orgánica o empleado en la alimentación de los animales. Estos desechos pueden contener de 5- 10% de pectina en base seca. (Laboratorio de Nutrición y Bromatología, ESPOCH-Proyecto PROMSA 2002

2.4. Características Reológicas de las Harinas.

Las propiedades reológicas de la masa de pan son importantes por dos razones: primero, porque determinan el comportamiento de la masa durante la manipulación mecánica, y segundo, porque afectan a los procesos que determinan el crecimiento de las cavidades celulares y la estabilidad de la masa durante el proceso de redacción (Stojceska et al., 2007).

Esto está determinado por la participación de almidón, proteína y agua, en la que la parte de la proteína de la harina tiene la capacidad de formar la red continua gluten viscoelástico, siempre que haya suficiente agua para la hidratación y la energía mecánica para efectuar la mezcla (Carpenter et al., 2000)

Las pruebas más utilizadas para la caracterización reológica o evaluación de la calidad tecnológica de masas, se dan a través de los siguientes equipos: farinógrafo, extensografo y amilógrafo.

2.4.1. Amilografía.

El amilografo es un equipo que permite registrar continuamente en forma gráfica las variaciones de la viscosidad de las suspensiones de harinas en agua a medida que se aumenta uniformemente la temperatura.

El aumento de la viscosidad se debe a la gelatinización del almidón, aunque también repercuten en la viscosidad las enzimas amilásicas de la harina.

muchas décadas, el amilógrafo de Brabender® ha sido y sigue siendo el instrumento estándar a nivel mundial para la medición de las propiedades de gelatinización y la actividad enzimática (α -amilasa) de la harina de trigo y de centeno.

El instrumento permite:

- Evaluación de la calidad de la harina y de su idoneidad para varias aplicaciones.
- Control de producción y control de la mezcla de harinas en el molino.
- Medición de las propiedades de horneado de la harina (contenido de α -amilasa, máximo de gelatinización, temperatura en el máximo de gelatinización).
- Evaluación de harinas especiales.
- Medir la influencia de la adición de enzimas.

El amilógrafo Brabender mide continuamente la resistencia a la agitación de una suspensión de harina en agua mientras se va elevando la temperatura a la velocidad constante de 1.5°C/min. Desde 90 a 95°C y luego se mantiene constante a 95°C registrándose mientras tanto el amilograma con el grado de gelatinización.

La amilografía es una técnica de gran utilidad, sirve para probar harinas para las distintas formas de preparación como sopas, purés, emulsiones, etc. Para cuyo destino una característica importante es la viscosidad del producto después de la gelificación y para ajustar la adición de malta a las harinas de panificación.

Del amilógrafo se obtiene la altura de la curva, la cual indica el grado de gelatinización. Una curva baja indica mala gelatinización la cual quiere decir que el almidón no se une con el agua y esto permanece libre.

La corteza del pan resultaría húmeda y gomosa. Una curva elevada demuestra un alto grado de gelatinización y buena capacidad para mantener el agua, de modo que no quede libre. El resultado será pan con corteza seca al paladar. El tipo más adecuado de harina dará una curva intermedia.



Figura 10: Amilografo Brabender

2.4.2. Farinografía.

Es el control importante en las harinas a fin de medir la plasticidad y movilidad de la masa cuando se la somete a amasado continuo a temperatura constante, es realizado con el farinógrafo Brabender.

Esquemáticamente el farinógrafo Brabender registra en forma de banda ancha la fuerza que se requiere para accionar las palas de un mezclador que gira a velocidad constante a través de una masa de consistencia inicial fija. Brabender (2011).

En el curso del ensayo dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficos de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas. Brabender (2011).

El aparato registra los cambios que sufre la masa durante un cierto periodo de tiempo y la apreciación de las características de

la masa no queda limitada a un determinado momento. En general se puede decir que cuanto más tiempo resiste una harina al proceso de amasado, tanto más fuerte es. Brabender (2011).

El farinógrafo es muy útil para registrar las características de la masa de una harina adecuada ciertos fines especiales, ya que otras harinas destinadas al mismo fin particular deben dar farinogramas similares. Brabender (2011).

El farinograma puede utilizarse para efectuar distintos ensayos, pero generalmente se emplea para obtener la curva de una suspensión harina - agua, empleándose el farinógrafo también puede obtenerse una curva de fermentación que refleja la debilitación de las masas durante este proceso. Brabender (2011).



Figura 11: Farinografo Brabender

En farinógrafo, la resistencia a la mezcla de la masa (harina y agua) ofrece cuchillas horizontales de mandar el equipo a un dinamómetro conectado a un sistema de palanca y la escala, interconectados a una pena que traza la curva farinográfica (Montenegro, 2008), y en un modelo de ordenador, la curva es automáticamente trazas.

2.4.3. Extensografía.

Mide la extensibilidad de una masa y la resistencia que la misma opone durante el periodo del reposo, se utiliza exclusivamente para el trigo blando, se necesita de un análisis farinográficos previo a una temperatura de 30°C. Elongación de la masa

después de 45 minutos de reposo, la prueba se repite para 90 y 135 minutos de reposo de fermentación. Brabender, (2011).

El extensograma se ha demostrado útil para estimar la calidad de la harina, revelada de modo especial por las características físicas de la masa fermentada. Otra de las ventajas de este aparato es su eficacia para poner de manifiesto el efecto de los mejorantes químicos finalidad que no está también lograda en otros aparatos. Brabender, (2011).

También revela la forma en que se afectan las características de la masa durante las distintas fases de maduración. La determinación se realiza en el extensógrafo Brabender. La medida de la extensibilidad de una masa es tan importante como la medida de su fuerza. En la amasadora del Farinógrafo se hace una masa de consistencia estándar con harina, sal y agua según la absorción. Brabender, (2011).

La masa obtenida es la que se somete a tres periodos de reposo con sus respectivos Estiramientos, lo cual nos da tres extensogramas de 30 - 60 y 90 minutos, siendo el último usado para la evaluación. Brabender, (2011)

Para la interpretación de la letra extensográfica se analizan los siguientes parámetros: energía (A), resistencia a la extensión ©, la resistencia máxima (Rm), extensibilidad ©, el número proporcional (D) (Montenegro, 2008).



Figura 11: Extensógrafo Brabender.

La energía es el área (A) encerrada por la curva de medición con extensografía planímetro y expresada en cm^2 . Cuanto mayor sea el área, mayor es la energía necesaria para estirar la masa, y por lo tanto más fuerte es la harina (Montenegro, 2008).

La resistencia a la curva de extensión es la altura de 5 cm de la fuente, designada como R y se expresó en UE. La resistencia máxima corresponde a la altura máxima de la curva, designado por R_m y se expresó en UE (Montenegro, 2008). La extensibilidad, cm designados, indica la longitud de extensograma.

Se refiere al número de veces que la masa se ha ampliado en relación a su longitud original hasta la rotura (Montenegro, 2008). El número proporcional (D), o la relación entre la resistencia a la extensión y la extensibilidad, define la relación entre éstos, es decir, indica el equilibrio entre la fuerza del peso (resistencia a la extensión) y su extensibilidad antes de romper (Naega, 2008).

2.5. Computo Químico:

La calidad de proteína de un alimento puede ser estimado mediante su computo químico. Computo químico es la relación

del aminoácido que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia, según la edad de la población de interés. Este aminoácido es también el aminoácido limitante del alimento. El cómputo químico se estima en términos porcentuales o como fracción, de la siguiente manera:

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

- CQ : Compuo químico
- a.a : Aminoácidos
- N : Proteína de referencia

Proteína de referencia: establecida por FAO/OMS, 1985.

2.6. Generalidades en la Elaboración de Galletas Fortificadas.

2.6.1. Galletas.

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

Galleta es el producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido de agua. (Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994).

2.6.2. Clasificación.

Según INDECOPI (1992), las galletas se clasifican:

- **Por su Sabor:** saladas, dulces y sabores especiales.

- **Por su Presentación:**

Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocidas.

Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.

Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento de baño apropiado pudiendo ser simples o rellenas.

- **Por su forma de Comercialización:**

Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeñas cantidades.

Galletas a Granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hoja lata o tecnoport.

2.6.3. Ingredientes y su definición en la elaboración de galletas.

A) Harina.

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 et. al., 1989).

Al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los

gránulos rotos de almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente. Esto potencia las interacciones hidrofóbicas y la formación de enlaces cruzados disulfuros a través de reacciones de intercambio de disulfuro. Se establece así una red proteica tridimensional, viscoelástica, al transformarse las partículas de gluten iniciales en membranas delgadas que retienen los gránulos de almidón y el resto de los componentes de la harina.

Las uniones entre las cadenas de glutenina se establecen a través de diferentes tipos de enlace, puentes disulfuro, enlaces entre los hidrógenos de los abundantes grupos amido de la glutamina, probablemente el más importante, pero también desempeñan un papel importante los enlaces iónicos y las interacciones hidrófobas.

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. Una buena masa es aquella que puede incorporar una gran cantidad de gas, y retenerlo, conforme la proteína se acomoda durante la cocción de la galleta. Para la obtención de la masa también 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. Las tensiones mecánicas son suficientes para romper temporalmente los enlaces de hidrógeno, que son de gran importancia para el mantenimiento de la unión de las distintas proteínas del gluten. Bajo las tensiones mecánicas, las reacciones de intercambio entre grupos sulfhidrilo vecinos permiten que las subunidades de glutenina adopten posiciones más extendidas. Estas reacciones de intercambio requieren la presencia de compuestos de bajo peso molecular con grupos sulfhidrilo, como el glutathione, presente en la harina en suficiente cantidad (10-50 mg por kg de harina) en tres formas: La

forma libre (GSH), el dímero oxidado (GSSG) y el unido a la molécula de proteína. (Coultate, 2007).

B) Azúcar.

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. (Zoulikha et.al., 1989).

El jarabe de glucosa (procedente del almidón) presenta una alta resistencia a la cristalización, aprovechándose para retener la humedad en las galletas. (Coultate, 1984.)

Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie. (Duncan et.al 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 fase de la reacción se unen los azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables. Los azucares se deshidratan a reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se obtiene la fragmentación, que genera la formación de pigmentos oscuros en la tercera etapa, denominados melanoidinas; este mecanismo no es completamente conocido e implica la polimerización de muchos pigmentos formados en la segunda fase. Finalmente tiene lugar la degradación de Strecker, en esta fase se forman los denominados aldehídos de strecker que son compuestos con bajo peso molecular

que son detectados fácilmente por el olfato. La intensidad de la reacción de Maillard es mayor a pH alcalino y los inhibidores de esta reacción son los sulfitos, los metabisulfitos, los bisulfitos y el anhídrido sulfuroso, estos inhibidores actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos (Coultate et. al., 2007).

C) Grasas.

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. (Coultate, 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. La complicación es que las grasas son inmiscibles en el agua, por lo que es un problema para la incorporación de la grasa en la masa, puesto que es necesario que la grasa se distribuya homogéneamente por toda la masa. Esto hace críticos la cantidad de sólidos y el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y se precisa prestar atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos si se quiere conseguir el efecto deseado.

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).

En todas las masas, la competencia por la superficie de la harina se ve afectada por la utilización de un emulsionante apropiado, necesario para la distribución homogénea de la grasa en la masa, consiguiendo así una homogénea interrupción de la red de gluten.

D) Extracto de Malta.

El Extracto de Malta corresponde a una mezcla de azúcares naturales que resultan de la hidrólisis enzimática de la cebada malteada.

El extracto de malta se elabora a partir de cebada malteada seleccionada, obtenida por medio del proceso completo, desde la cebada en el campo, pasando por la elaboración de la malta hasta la producción del extracto.

Debido a su especial sabor, color y agradable aroma, el extracto de malta se usa ampliamente en la industria alimentaria con el fin de mejorar las propiedades organolépticas, valor nutricional, textura de la masa, color de la corteza y retardar el endurecimiento de la especialidad final y alargando la vida útil del producto.

La utilización del extracto de malta con poder enzimático activo (diastásico) permite mejorar el trabajo de la masa gracias a las

amilasas naturales, acelerando la presencia de azúcares fermentadores la acción de las levaduras.

El extracto de malta influye favorablemente en:

En la harina:

Con las harinas fuertes el extracto de malta mejora la plasticidad de la masa por una ligera solubilización del almidón, lo que disminuye la contracción y confiere a los bizcochos facilidad de desmigüe e impide que se agrieten.

En el azúcar:

El extracto de malta impide la recristalización de la sacarosa por la presencia de materias nitrogenadas solubles en el agua y de dextrina, lo que evita la aparición de «puntos blancos» en los bizcochos.

Desempeñando el papel de los coloides protectores, el extracto de malta dispersa las materias grasas, haciendo que la masa suba mejor, sea más homogénea y que la textura sea más fina.

En las grasas:

Desempeñando el papel de los coloides protectores, el extracto de malta libera las grasas, lo que da un mejor desarrollo, más homogeneidad y una textura más fina.

En los aromas:

El extracto de malta es un fijador de aromas, lo que es particularmente importante durante la cocción.

El color:

La caramelización de la maltosa y la reacción entre las materias nitrogenadas y los azúcares engendran sustancias coloradas durante la cocción (reacción de Maillard).

Los bizcochos cobran entonces un tinte dorado. (<http://tatipastry.blogspot.pe/2012/05/extractodemalta.html>).

Beneficios Sensoriales:

- Sabor típico de malta, aroma suave y agradable
- Edulcoración suave de origen natural, fabricado a partir de granos integrales
- Resalta y complementa el sabor de los alimentos
- Aporta crocantes y favorece el pardeamiento.

Beneficios Tecnológicos:

- Sustrato para la fermentación en los productos de panadería
- Favorece la reacción de Maillard, desarrollando una coloración dorada y uniforme,
- Redondea sabores y oculta notas indeseables en productos con cacao.
- Retiene la humedad de los productos de panadería, aumentando vida útil.
- Aglutinante en barras de cereal.
- Fuente de azúcares fermentables.

Beneficios Nutricionales:

- Fuente de azúcares saludables, de metabolización diferenciada y fácil absorción.
- Importante fuente de energía.
- Contiene aminoácidos, vitaminas y minerales naturales provenientes de granos integrales.
- Bajo nivel de grasas y libre de grasas trans
- Componentes antioxidantes.

E) Agua.

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 et.al, 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.

F) Bicarbonatos

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 et.al., 1989).

Bicarbonato amónico: Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo

anhídrido carbónico, amoniaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Duncan et.al., 1989).

Este agente esponjante útil en galletería, se descompone completamente por el calor en amoniaco 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).

Descripción del producto: Soluble en agua, glicerina, insoluble en alcohol etílico, acetona. Se descompone en agua caliente (36°C–60°C), tiene aspecto de cristales blancos y olor característico.

Función: Regulador de acidez, leudante químico.

Usos: Usado en la elaboración de bizcochuelos, piononos, polvos para hornear y en todo producto de panificación que no lleve levaduras en su composición. (Manley, D. 1983).

2.6.4. Etapas en la elaboración de galletas.

A) Mezclado de Ingredientes

La mezcla permite la unión de los ingredientes, a la vez que se logra la incorporación de aire al conjunto, obteniéndose de tal forma una masa homogénea. Existen tres métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, “Mezcla en uno” y amasado (Meneses, 1994 citado por Jiménez R, 2000).

B) El cremado (Creaming Up):

Algunos ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiéndose realizar esta dos o tres etapas.

El cremado de Dos Etapas, consiste en mezclar todos los ingredientes, incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificantes) con excepción de la harina y el agente

químico, durante 4 a 10 minutos de acuerdo al tipo y velocidad del mezclador, posteriormente se adiciona el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta conseguir la consistencia deseada.

El cremado de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o agua), cocoa etc., hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante y el resto del agua mezclándose seguidamente, con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y el resto de ingredientes. (Meneses, 1994).

C) Mezclado “Todo en Uno”

Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se usa para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiendo con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria. (Meneses, 1994).

D) El Amasado :

Consta de dos etapas; primero la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una masa corta. Luego se adiciona el agua (y/o leche), conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. Mezclándose hasta obtener una masa homogénea.

En la primera etapa la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua formando el gluten con la proteína. (Meneses, 1994 citado por Jiménez R., 2000).

Cualesquiera que sean los métodos escogidos es importante considerar la relación entre los contenidos de harina, grasa, agua y tipo de maquinaria en la cual son formadas las masas, así por ejemplo, a razón grasa/agua y la técnica de mezclado son importantes para la obtención

de un producto de calidad. Además la cantidad de agua a menudo es variable, dependiendo de la presencia de los Otros ingredientes, tales como el azúcar, huevos, leche, suero en polvo, sal y posibles cantidades de otros cereales.

E) Moldeado de la Masa.

Existen varias formas de moldeado de la masa galletera, la primera mediante el corte de una masa laminada en trozos de tamaño y de forma adecuada. En otras se utilizan moldes en el que se introduce la masa a presión a través de un tubo cuyo orificio de salida tiene formas variadas. El método más usado es el primero, obteniéndose galletas planas a partir de una masa previamente laminada, uniforme y de espesor determinado que posibilite su corte o división. La última operación se realiza en máquinas con un bloque principal, dotado con un mecanismo alternativo de arriba hacia abajo, que permite ejercer presión sobre la masa que se desplaza horizontalmente encima de una faja transportadora. Aquí los elementos cortadores colocados en la base del bloque cortan la masa en proporciones iguales y de forma variadas. El laminado inicial se logra mediante laminadores, compuestos por dos cilindros de metal, cuya abertura regulable permite dar a la masa el espesor adecuado.

F) Horneado:

Es el proceso de cocción de la galleta durante el cual se consigue la transferencia de calor del horno a las piezas de la masa, de tal forma de lograr su cocción. En este proceso se elimina casi toda el agua llegando a tener 2.5% a 3%, puede durar hasta 15 minutos dependiendo del tipo de galleta.

Modificaciones en la pieza de masa durante la cocción se producen tres variaciones importantes:

- Una gran disminución de la densidad del producto unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.

- Reducción del nivel de humedad del 1 al 4%.

- Cambio de color en la superficie

Los fenómenos internos que probablemente ocurren en el producto son:

- Calentamiento del almidón y de las proteínas hasta los niveles en los que tiene lugar el hinchamiento, gelificación y desnaturalización.

- Liberación de gases de los compuestos químicos esponjantes.

- Expansión de las burbujas de esos gases, como resultado del aumento de temperatura que también hace aumentar la presión del vapor de agua adentro de ellas.

- Ruptura y coalescencia de alguna de estas burbujas.

- Pérdida de vapor de agua de la superficie del producto, seguida por emigración de la humedad hacia la superficie y escape a la atmósfera del horno.

- Elevación de la temperatura con aumento de la concentración del azúcar en disolución.

- Reducción de la viscosidad de la disolución de azúcar y de la grasa, por el aumento de la temperatura. (Manley, D. 1983).

6.4.5 Materiales de Embalaje :

A. Polietileno.

El polietileno es un polímero de cadena repetitiva de etileno $(CH_2)_n$. Es una molécula compuesta únicamente de átomos de carbono e hidrógeno que se caracteriza por tener propiedades químicas y mecánicas sobresalientes,

destacándose su lubricidad, resistencia al impacto y abrasión, y por ser químicamente inerte. (Kurtz, 2004).



Figura 11: Bolsa de Polietileno

El polietileno contiene una amplia selección de propiedades que proporcionan dureza, facilidad de procesamiento, relaciones de contracción, resistencia a la abrasión química y al impacto, bajos coeficientes de fricción, durabilidad frente a los elementos y una absorción de la humedad casi nula. Estas propiedades hacen que el polietileno sea un material ideal para muchas aplicaciones. El polietileno (PE) facilita su utilización en una gran variedad de sectores. El polietileno (PE) es muy resistente a las bajas temperaturas y a la tensión, compresión y tracción. Material muy rígido que tiene un coeficiente de fricción muy bajo. Es un material de baja densidad en comparación con metales u otros materiales. No es tóxico, es impermeable y se utiliza principalmente en el sector de la alimentación. (Lawndale, 2010).

Polipropileno

Se obtiene con un proceso similar al HDPE con una polimerización del etileno gaseoso a baja presión, se dan de tres tipos: Polipropileno no orientado, orientado y lacado. El polipropileno no orientado es el material adecuado para las bolsas de pan de molde. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico (0.89) los cuales da un mayor rendimiento de m^2 por kg.

Figura 12: Bolsa de Polipropileno



Es un polímero termoplástico formado de enlaces simples carbono-carbono y carbonohidrógeno, perteneciente a la familia de las poliolefinas. El polipropileno tiene una densidad 0,90 gr/cc y su estructura molecular consiste de un grupo metilo (CH_3) unido a un grupo vinilo (CH_2) - (molécula de propileno ó propeno). Por medio del arreglo molecular del grupo metilo se logran obtener diferentes configuraciones estereoquímicas (isotáctico, sindiotáctico y atáctico).

El ordenamiento uniforme del grupo metilo estereo químicamente genera la configuración isotáctica (la más usada en el polipropileno), (Lawndale, 2010).

Poletilen tereftalato:

El PET es un plástico de alta calidad, concretamente un termoplástico. Es un polímero de condensación producido mediante un proceso de polimerización en fase fundida continua. Es un material transparente y muy impermeable al aire, lo que hace que sea muy usado para envases de bebidas gaseosas, aguas minerales, vinagres, aceites comestibles, cosméticos. Se identifica con el número uno, o las siglas PET o PETE, rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material (sistema de identificación SPI).

- No permite el intercambio de gases interior/externo en los envases.

Figura 13: Envase Pet.



- Químicamente estable.
- Por su excepcional resistencia química, no es posible aplicar sobre él, adhesivos con disolventes.
- Actúa como barrera de gases.
- Excelente resistencia al fuego, no transmite la llama.
- Excelente transparencia y brillo.
- Excelente moldeabilidad.
- En general reciclable.
- Reducen la transmisión del ruido.
- No presenta riesgos de impactos severos, no se le considera tóxico aunque en la síntesis del PET, se utilizan sustancias que producen irritación de ojos y vías respiratorias, también su fabricación se asocia a un pequeño aumento de incidencia de cáncer. Los metales pesados se pueden emplear como catalizadores durante el proceso de producción y finalmente estos acaban en el medio ambiente, siendo contaminantes.
- Apropiado para aplicaciones de contacto directo con alimentos al ser inodoro e insípido y por sus propiedades autoadherentes. En el caso del film, en el proceso de manipulación o en el mismo acto de desenrollarlo, se inducen cargas negativas sobre el plástico. Entonces, al acercarla a otros cuerpos, genera por inducción cargas

positivas, y esto hace que ésta la atraigan hacia sí. Por otra parte, el material plástico es un aislante y mantiene durante mucho tiempo, su estado de carga.

- En cuanto a la estabilidad frente al calor, son termoplásticos; los artículos fabricados con este producto no deben exponerse a un uso continuado a temperaturas superiores a 65/70 °C. En definitiva, se ablanda por acción del calor.

2.7. Evaluación Sensorial.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, reológicos. Etc. (Anzaldúa, 1994)

2.7.1. Conducción del panel.

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales se deben tener en cuenta ciertas condiciones deseables; Una sala libre de olores extraños (perfumes, cigarrillos y otros) y ruidos, contarse con un área de preparación de las muestras (Mackey et.al., 1984).

A fin de eliminar la distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminando así la distracción, la iluminación debe ser uniforme y no debe influenciar la aparición de la muestra y los miembros del panel. Si están enfermos no deben participar en la evaluación (Larmond, 1997).

Instruir en forma específica a los panelistas como registrar la información y que se está buscando, permitiendo así mayor variedad de respuesta. Todos los preparativos del panel deben hacerse un día antes de la reunión y si fuera necesario llamarlo de nuevo el día de la prueba. Es recomendable proveer al

catador de agua para que después de hacer su degustación, pueda suprimir el sabor entre una muestra y otra. (Machey et.al., 1984).

2.7.2. Método de escala hedónica:

- A. Objetivo: Localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúa de acuerdo a una escala no estructurada (también llamada escala hedónica); sin mayores descripciones que los extremos de la escala, en la cual se puntualiza las características de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de indiferencia de la muestra.
- B. Muestras: Se presentan una o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten de una manera natural tal como se consumiría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis.
- C. Jueces: La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 8-25 jueces (Espinoza A.2003). Las ventajas consisten en que es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para la población en particular. Las limitaciones constituyen en que se requiere de un gran número de evaluaciones para considerar a los

resultados como representativos de las tendencias de los gustos de una población o mercado (Reyes, 1996).

2.8. Diseño estadístico de experimentos.

2.8.1. Procedimiento para la elaboración de galletas

El programa estadística Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5%.

El planteamiento experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, delineamiento compuesto central rotacional (DCCR) 2^2 . Los niveles varían en $-\alpha$, -1 , 0 , $+1$, $+\alpha$.

2.9. Análisis microbiológico.

El análisis microbiológicos en la industria pastelera se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos, productos y manipuladores, ya que el permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo proceso. (Carrascal et.al., 2003).

2.10. Vida útil.

El Instituto de Tecnología de alimentos de los Estados Unidos de Norte América, define el tiempo de vida útil como el periodo comprendido entre su elaboración y la venta al por menor manteniendo una calidad satisfactoria (Dethmers, 1979).

La vida útil es el periodo de tiempo durante el cual se espera que un producto mantenga un predeterminado nivel de calidad bajo condiciones de almacenamiento específicas (Shewfelt,

1986).

Dado que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable, se toman precauciones para maximizar el mantenimiento de la calidad (Dethmers, 1979). Obviamente la vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor, y este tenga un periodo razonable de almacenamiento de dicho producto (Dethmers, 1979).

La vida útil esperada en un alimento, depende tanto de las condiciones ambientales potenciales a la que es expuesto, como el grado de calidad inicial que puede perder el producto antes que ya no pueda ser vendido al consumidor por cualquier causa, sea este una pérdida inaceptable del valor nutricional, un cambio indeseable del olor, sabor o el desarrollo de una textura indeseable (Labuza y Schmidl, 1985).

III. Materiales y Métodos:

3.1. Lugar De Ejecución.

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia Prima e Insumos.

3.2.1. Materia Prima.

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

Harina de trigo

Se ha utilizado harina galletera, marca Nicollini, lote N° 111 00119; adquirido en el comercial Julissa E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).

Harina de Kiwicha.

Se compró en plaza vea, para poder realizar las corridas previas y poder elaborar las galletas.

Harina de Cascara de Maracuyá.

El Maracuyá (Pasiflora Edulis), procedente de la ciudad Casma, en el departamento de Ancash; el cual fue secado y molido en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria (Universidad Nacional del Santa).

3.2.2. Insumos:

Para la elaboración de galletas, se utilizó los siguientes insumos:

- Azúcar rubia, marca San Jacinto.
- Margarina, marca Sello de Oro.
- Extracto de Malta, marca especies y sabores del Perú.
- Agentes leudantes: bicarbonato de amonio.
- Agua potable.
- Todos los insumos fueron adquiridos en centros comerciales de Nuevo Chimbote, a excepción del extracto de malta proveniente de la ciudad de Lima.

3.3. Equipos, materiales y reactivos:

3.3.1. En la elaboración de galletas.

Equipos

- Batidora. Capacidad 15 L.
- Horno rotatorio por convección.
- Mesa de acero inoxidable.

Todos los equipos utilizados fueron marca NOVA.

Utensilios

- Batidora manual tipo globo.
- Tamices
- Espátulas
- Cuchillos
- Rodillo amasador
- Recipientes de acero inoxidable

Material de empaque

- Bolsas de polietileno de densidad media
- Bolsa de polipropileno de densidad alta
- Bolsas negras de polietileno
- Pote termoformado Pet

3.3.2. Para la evaluación de las galletas

3.3.2.1. Equipos

- Vibrador de tamices, SOILTEST, modelo: CL-3050-8
- Balanza analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A. G.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA
- Equipo de actividad de agua, ROTRONIC
- Estufa, POL-EKO APARATURA
- LabQuest vernier

- Mufla, THERMOLYNE
- Soxhlet, FOSS
- Secadora de bandejas, JARCON DEL PERU
- Texturometro, BROOKFIELD
- TERMO BALANZA

Materiales de laboratorio

- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Embudo de vidrio
- Espátula
- Matraces Erlenmeyer (250 y 500 ml)
- Mortero
- Papel filtro
- Pera succionadora
- Pinzas de metal
- Pipetas (1, 5 y 10 ml)
- Placas Petri
- Probetas (50 y 100 ml)
- Termómetro
- Varilla de vidrio
- Vasos de precipitados (50 y 100 ml)

Otros Materiales.

- Cuchillos
- Cubetas
- Jarras plásticas
- Vasos plásticos
- Marcadores
- Papel aluminio
- Papel toalla

- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.

Reactivos

- Agua destilada
- Hexano puro 98%
- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio (0.1N)
- Alcohol 96°
- Vasos plásticos
- Marcadores
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.

3.4. Análisis de las harinas de trigo, kiwicha y harina de cascara de maracuyá.

3.4.1. Caracterización de las harinas de trigo, kiwicha y harina de cascara de maracuyá.

La caracterización se realizó individualmente a las harinas de trigo, harina de kiwicha, y harina cascara de maracuya y a las formulaciones de galletas. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la escuela de Agroindustria.

A) Humedad: se determinó por el método de la estufa, AOAC (1990).

B) Proteína: la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE-EN ISO 5983–2 Parte 2 Dic.2006; en el laboratorio Colecibi S.A.C

C) Grasas: se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.

D) Cenizas: se determinó siguiendo la metodología por NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas, realizando por la incineración de la materia orgánica en una mufla.

E) Fibra: Se determinó el porcentaje de fibra dietética total en los alimentos y productos alimenticios acuerdo con el método AOAC 985.29 y AACC 32-05

utilizando el sistema FOSS Fibertec E – tampón fosfato.

F) Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993). Usando la fórmula:

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

G) Color: La determinación de color se llevó a cabo mediante un colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores L* luminosidad (negro 0 / blanco 100), a* (verde - / rojo +) y b* (azul - / amarillo +). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según el Minolta (1993).

H) Actividad de agua (aw): Se determinó la actividad de agua mediante (aw) mediante un analizador de aw marca Luff 5803.

Producción de galletas harina de trigo, kiwicha y harina de cascara de maracuyá.

3.4.2. Formulación.

En la siguiente tabla se indica la cantidad en porcentaje de cada insumo para la producción de galletas.

Tabla 7: formulación control utilizada para la producción de galletas.

Insumo	Cantidad
Harina	51.7
Azúcar	15.5
Margarina	12.9
Extracto de vainilla	3.4
Bicarbonato	0.9
Agua	15.5

Con esta formulación base, se elaboró la galleta control, el cual servirá para contrastar datos obtenidos de los análisis que se realizarán a la galleta control.

3.5. Diseño experimental.

El planteamiento experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, delineamiento compuesto central rotacional (DCCR) 2^2 , donde las variables independientes son los niveles de harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá.

Los niveles varían en $-\alpha$, -1, 0, +1, + α ; los valores reales correspondientes se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 14: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 22, incluyendo 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	1	$-\alpha$
Harina de kiwicha (%)	0	1.2	4	6.8	8
Harina de cascara de maracuya(%)	0	0.9	3	5.1	6

Donde: $\alpha = \pm 1.42$

Once fueron los ensayos realizados, cuatro ensayos factoriales, cuatro ensayos en condiciones axiales y tres repeticiones del punto central. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

Los ensayos fueron realizados en 1 día. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

Tabla 8: diseño de las mezclas establecidas por el programa estadístico 8.0

Experimento	VALORES CODIFICADOS		Harina de kiwicha	Harina de Cascara Ma.
			VALORES REALES	
1	-1	-1	1.2	0.9
2	X_1^1	X_2^1	6.8	0.9
3	-1	1	1.2	5.1
4	1	1	6.8	5.1
5	-1.41421	0	0	3
6	1.41421	0	8	3
7	0	-1.41421	4	0
8	0	1.41421	4	6
9	0	0	4	3
10	0	0	4	3
11	0	0	4	3

Evaluación de las galletas

Una vez establecidas las formulaciones, se procedió a su evaluación en función a las siguientes variables de respuesta: porcentaje de proteína, textura, sabor, color, olor, luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad análisis que son determinados más adelante.

Determinación de la mejor formulación.

Este proceso se realizó con el fin de obtener una galleta con mayor porcentaje de proteína, mayor sabor y una buena textura, color, olor, luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad para ello se utilizara el programa estadístico Statistica 8.0.

Evaluación de la mejor galleta

Con el fin de comprobar si la mejor galleta o producto final, cumple con las especificaciones estipuladas en las normas técnicas peruanas para este tipo de producto, se procedió a evaluar el % humedad, % cenizas y análisis de recuento de mohos y aerobios mesófilos a través de los días (0, 10, 20, 30), los cuales fueron comparados con las mismas evaluaciones que se realizaran a la galleta control (100% Harina de trigo).

Evaluación de envases

Las galletas con la mejor formulación fueron envasados en dos tipos diferentes de envases: bolsas de polietileno y bolsas de polipropileno (ambas de densidad #2), con el fin de evaluar la permeabilidad y elegir cuál de ellos es el mejor para conservar las propiedades del producto. Es así, que durante varios días se evaluara el porcentaje de humedad, textura y pesos de las galletas.

Determinación del tiempo de Vida útil

Una vez determinado el mejor envase, se procedió a evaluar la vida útil del producto. Debido a las características del producto se utilizara evaluaciones

Sensoriales para determinar el tiempo de vida del producto mediante métodos matemáticos, utilizando la ecuación de la recta, pendiente e intercepto de la misma.

Calculo del cómputo químico de las formulaciones.

Se realizó en base a las cantidades en gramos, de las proteínas en las 11 mezclas de la harina de trigo con la harina de algarroba y harina de avena.

El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de adultos o niños, según FAO 2007.

$$CQ = \frac{\text{mg de aa en 1g de N de la muestra}}{\text{mg de aa en 1g de N de la ref}}$$

El score químico o cómputo químico se expresó como a cantidad (mg) de aminoácido esencial por gramo de la proteína en estudio, en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir , el patrón aminoacídico establecido para el adulto o niño.

El resultado se expresó de manera porcentual, el valor más bajo es el que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se determina “primer limitante”. El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa.

Procedimiento para la elaboración de las galletas

Para la elaboración de las galletas se siguió la metodología seguida por (Ronquillo, 2012):

Recepción: se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene, calidad sensorial y organoléptica.

Pesado: todos los ingredientes según la formulación indicada.

Amasado: se mezclan todos los ingredientes secos con la margarina, posteriormente se le adiciona el azúcar y extracto de malta disueltos en agua, y se comienza con un amasado suave y leve por un tiempo de 2 min y 30 seg.

Reposo de la masa: una vez amasada, se procede a dejar reposar por unos 15 minutos a la masa, para que tome consistencia.

Laminado de la masa: con ayuda de un rodillo se procede a extender la masa hasta un grosor de 5 mm.

Moldeado: con ayuda de un molde en forma de circunferencia de 5 cm de diámetro, se procede a realizar cortes a la masa laminada.

Horneado: se hornea a 145 °C durante 12 minutos.

Enfriamiento: una vez sacado de horno se deja enfriar hasta que este a temperatura de ambiente.

Envasado: una vez que alcanza la temperatura de ambiente, se envasan las galletas en fundas plásticas.

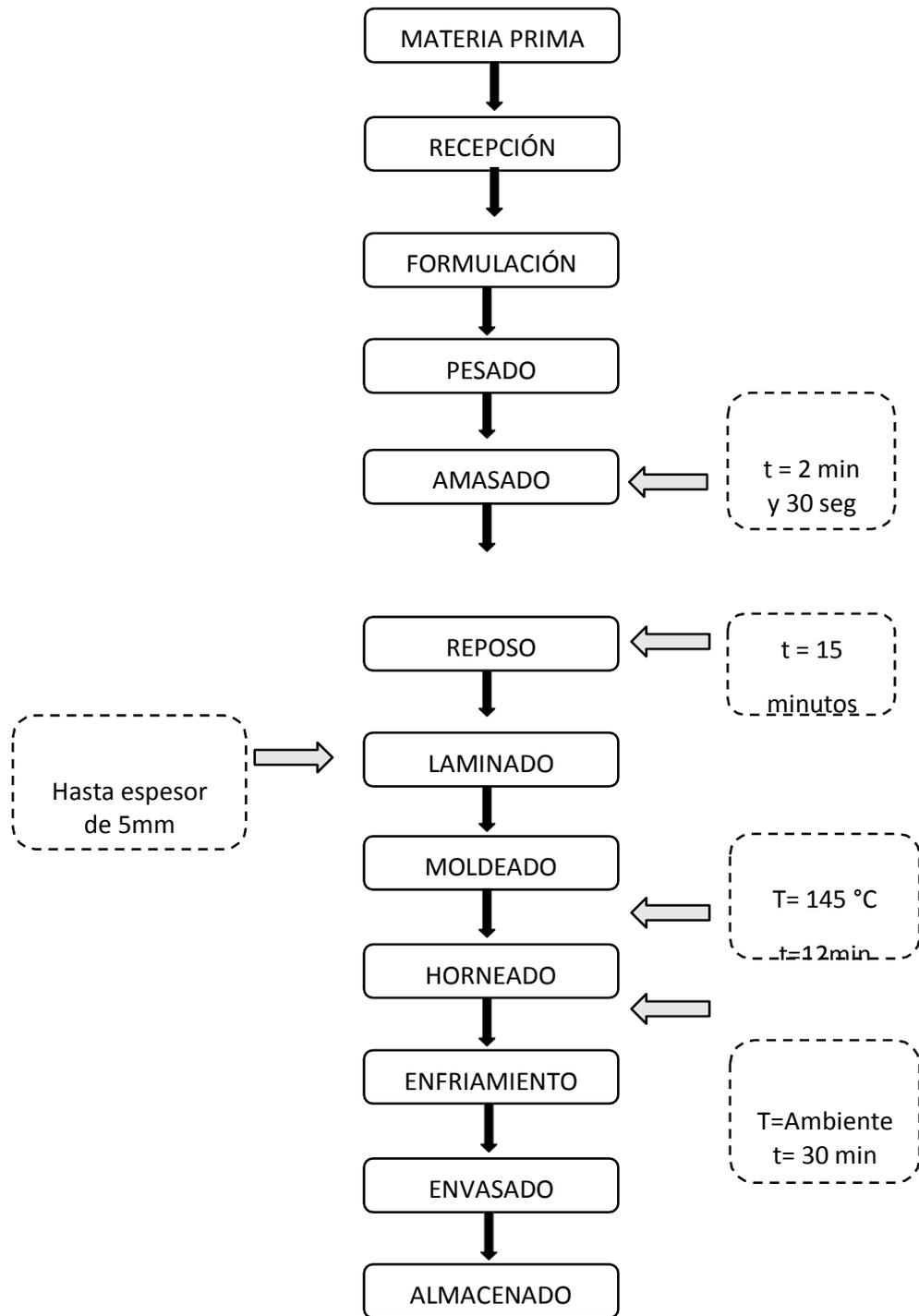


FIGURA 12: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE GALLETAS.

Evaluación de las galletas

Las 11 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes análisis:

Análisis de proteína

Para la determinación del % de proteína se evaluaron todas las formulaciones de las galletas en estudio mediante método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. **2006**; en el laboratorio Colecbi S.A.C.

Análisis sensorial

Las galletas fueron evaluadas por 30 panelistas semi entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad, pertenecientes a la Universidad Nacional del Santa (E.A.P de Ingeniería Agroindustrial), a fin de conocer el grado de aceptación de las galletas. Las características evaluadas fueron, sabor, color, textura y olor. Las muestras estuvieron codificadas con números de tres cifras

La prueba se realizó a las 09:00 am en los paneles de degustación de la planta piloto de Agroindustria de la Universidad Nacional del Santa.

Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de

9 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: 1 = Me disgusta muchísimo, 2 = Me disgusta

mucho, 3 = Me disgusta moderadamente, 4 = Me gusta poco, 5 = Ni me gusta/ni me disgusta, 6 = Me gusta poco, 7 = Me gusta moderadamente, 8 = Me gusta mucho y 9 = Me gusta muchísimo.

La ficha de evaluación se encuentra en el anexo 4.2.1.

Caracterización químico proximal

La caracterización químico proximal se realizó tanto a la mejor formulación con al control.

A. Humedad: Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P. 2006.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.

B. Proteína: se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic.2006; en el laboratorio Colecbi S.A.C.

C. Grasas: se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.

D. Cenizas: se determinó siguiendo la metodología por NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.

E. Fibra: Se determinó el porcentaje de fibra dietética total en los alimentos y productos alimenticios acuerdo con el método AOAC 985.29 y AACC 32-05 utilizando el sistema FOSS Fibertec E – tampón fosfato.

F. Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

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

Caracterización físico químico

Se evaluaron en función de los requisitos de la norma técnica peruana NTP.

A) Color: La determinación de color se llevó a cabo mediante un colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores L* luminosidad (negro 0 / blanco 100), a* (verde - / rojo +) y b* (azul - / amarillo +). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según el Minolta (1993).

La cromacidad fue determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{Angulo de tonalidad: } \arctg (b^* / a^*)$$

B) Actividad de agua (aw): Se determinó la actividad de agua mediante (aw) mediante un analizador de aw marca Luff 5803.

C) Textura: Para este análisis se utilizó el Texturometro de marca BROOKFIELD.

Análisis microbiológico Recuento de mohos

Se realizó en el laboratorio Colecbi S.A.C. Para este análisis se utilizó el método ICMSF 1983 reimpresión 2000 Vol. I 2da Ed. II Editorial Acribia – España pág.: 166 a 167. Método del Recuento de levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio; se llevó a cabo en el laboratorio Colecbi S.A.C.

IV. Resultados y Discusiones.

4.1. Análisis de las harinas

4.1.1 Composición químico proximal

4.1.1.1 Composición porcentual de la harina de trigo

Los valores de la composición porcentual de la harina de trigo están representados en la Tabla 16.

Tabla 8: composición porcentual (%) de la harina de trigo.

Componentes (%)	Harina de trigo
Humedad	11.8 ±0.6
Proteína	12.2
Cenizas	0.61±0.07
Grasa	1.68±0.02
Carbohidratos	74.74
Fibra	1.39±0.2

Los resultados mostrados en la tabla 16, nos indican que la Harina de Trigo tiene un porcentaje de 11.8%±0.6 de humedad, valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986.

Así mismo, se obtuvo un porcentaje de proteína de 12.20%, siendo mayor al 7,0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 0.61%±0.07, valor que es inferior al 0.64% de ceniza, cumpliendo con la N.T.P. 205.027:1986.

La harina de trigo usada en la presente investigación contiene 1.68±0.02% de grasa. Belitz y Grosch (1997), mencionan que el contenido de grasa en una harina de trigo oscila entre 1-2.3%, según el grado de extracción.

En cuanto al contenido de carbohidratos, la harina de trigo reporta un 74.74% de carbohidratos, valor cercano a Bilbao (2007) quien

menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos.

También Bilbao (2007), menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como máximo es de 1.5%, lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros ya que se reportan una cantidad de fibra del $1.39 \pm 0.2\%$.

4.1.1.2 Composición Harina de Kiwicha

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de kiwicha se muestran en la tabla 17.

Tabla 9: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE KIWICHA EN 100 GR DE HARINA

Componentes	(%)
Humedad	12.95 ± 0.01
Proteínas	11.31 ± 0.01
Ceniza	2.01 ± 0.02
Grasa	4.02 ± 0.02
Carbohidratos	69.71

Los resultados mostrados en la tabla 17 , nos indican que la Harina de Kiwicha tenía un porcentaje de 12.95% de Humedad y 2.01% de Cenizas, los cuales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles por la Norma Técnica Peruana 205.040 de INDECOPI; Febrero 1976 (15 y4% respectivamente). En general los resultados fueron similares a los obtenidos por otros autores como

Bertoni et al. (1984). Mencionado por (Lutz, 2009).

Composición porcentual de la harina de cascara de maracuyá

Los valores de la composición porcentual de la harina de cascara de maracuyá están representados en la Tabla 18.

Tabla 10: COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%) DE LA HARINA DE CASCARA DE MARACUYÁ.

Componentes (%)	Harina de cascara de maracuyá
Humedad	12.04±0.11
Proteína	3.88
Cenizas	4.81±0.02
Grasa	0.32±0.15
Carbohidratos	11.52
Fibra	28.59

La harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 12.04 % de humedad, con una desviación estándar de 0.11 estando dentro de las tolerancias indicadas en la norma técnica peruana 205.040 de INDECOPI (1976) para harinas sucedáneas de trigo, la cual tiene una humedad de 15%. El contenido de humedad es un valor que influye en las características composicionales, depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a los cuales se sometieron durante su procesamiento. (Cruz, 2002).

El contenido de proteína en la harina de cáscara de maracuyá, presentó un promedio de 3.88%, con una desviación estándar de 0.36.

El contenido de cenizas obtenido presentó un promedio de 4.81%, con una desviación estándar de 0.02, teniendo que considerar que el contenido de cenizas también puede variar de acuerdo al fruto, estado de madurez, variedad y temporada de cosecha del mismo, así como por las condiciones de cultivo (PRIEGO, 2007).

El contenido de grasa que se observa en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 0.32 %, con una desviación estándar de 0.15. Este resultado es menor que el porcentaje de grasa de 0.45% encontrado por Pérez y Márquez (2006) para residuos fibrosos de espárrago, lo cual se debe a la naturaleza del fruto.

La cantidad de carbohidratos obtenidos en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 11.52 %, con una desviación estándar de 0.34. Se puede decir que los carbohidratos de las frutas son azúcares y en frutas cítricas, están conformados por monosacáridos (glucosa y fructosa), oligosacáridos (sacarosa) y polisacáridos (celulosa, almidón, hemicelulosas y pectinas) (Repo y Encina, 2008); y debido al alto contenido de carbohidratos de la cáscara que se obtuvieron en esta investigación es posible tener en cuenta estos componentes como posible estudio posterior en las cáscaras. El contenido de fibra para la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 28.59%, siendo parecida a la reportada por García (2003), el cual obtuvo 29.05% de fibra cruda en los residuos fibrosos de maracuyá.

4.2. Análisis Fisicoquímico.

4.1.1.3 Colorimetría de la harina de trigo, kiwicha y cascara de maracuyá.

Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo, kiwicha y cascara de maracuyá se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. COLORIMETRIA DE LAS HARINAS DE TRIGO, KIWICHA Y CASCARA DE MARACUYA.

Materia Prima	Luminosidad (L)	Cromacidad		Angulo de tonalidad (H)	
		a *	b *		
Harina de trigo	95.98±0.09	-0.48±0.03	13.71±0.12	13.72±0.12	92.01±0.13
Harina de C. Maracuyá	75.40±0.69	6.27±0.46	33.17±0.01	33.76±0.08	79.30±0.77
Harina de kiwicha	0.72±0.05	17.05±0.1	86.14±0.07	17.065	87.58

Para la harina de trigo, el valor presentado de a* (-0.48) muestra una ligera tendencia al color verde, con respecto al valor de b* (13.71), el cual muestra una tendencia al color amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides. El ángulo de tonalidad presentó un valor de 92.01 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo). La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 13.72.

La variabilidad del color de la harina de trigo se ve afectada por variables como el genotipo de trigo, extracción de la harina., condicionamiento del grano antes de la molienda, el tamaño de partícula, el almacenamiento, condiciones climáticas de la cosecha y el lugar de siembra. (Ortolan, 2006).

Con respecto a la Harina de Kiwicha podemos observar que el valor observado de b^* (17.05), el cual muestra una tendencia al color amarillo y en a^* (0.72), con una ligera tendencia al color rojo. El L^* presento un valor de 86.14 que nos indica que tiene tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de 87.58, que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo - amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad presento un valor de 17.065.

Con respecto a la harina de cascara de maracuyá observamos que el valor presentado de b^* (33.17), el cual muestra una tendencia al color amarillo mayor que las harinas de trigo y tarwi. El valor de a^* (6.27) muestra una tendencia al color rojo y con respecto al ángulo de tonalidad presentó un valor de 79.30 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 33.76.

4.1.2 Propiedades reológicas de la harina de trigo.

4.1.2.1 Farinografía.

La tabla 20 presenta las características farinográficas de la harina de trigo pastelera. La figura 21 presenta el farinograma correspondiente

Tabla 12. CARACTERISTICAS FARINOGRAFICAS DE LA HARINA DE TRIGO GALLETERA.

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

*Realizado por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

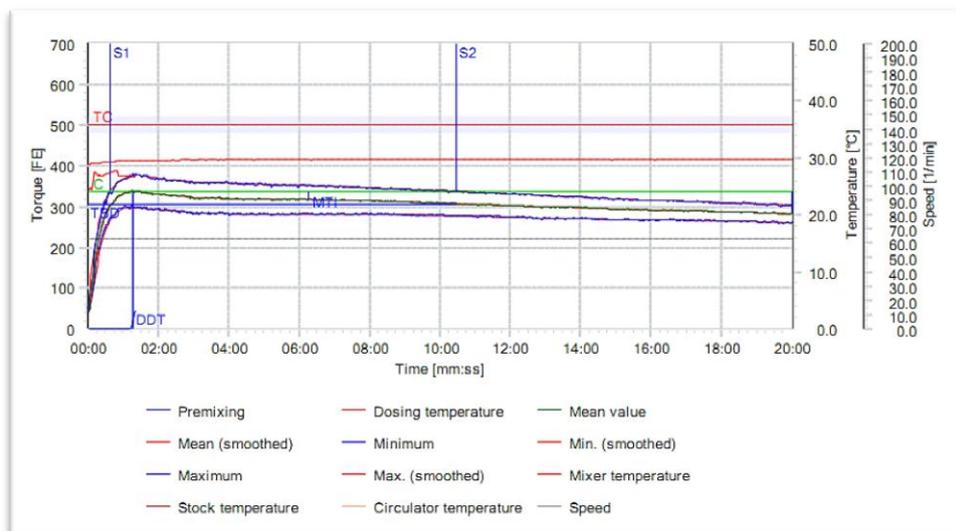


Figura 13: Farinograma de la Harina de trigo galletera.

La masa de harina de trigo pastelera no logra alcanzar los 500 UB como se esperaba, indicador de que la masa no es resistente y no ofrece fuerza para la absorción de agua; manifestándose con un valor de 56%.

Para que la masa adquiriera sus condiciones óptimas en cuanto a estructura física y cualidades plásticas, fue necesario que transcurra un tiempo de 1 minuto 17 segundos. Este factor (tiempo de desenvolvimiento de la masa) tan importante está determinado en el farinograma (Demarcado en la figura 1 por el eje 0,0 y la línea vertical DDT) por el tiempo que demora la curva para llegar a su punto más alto contando desde el comienzo de la operación. El tiempo de desarrollo es el tiempo requerido para que se hidraten las proteínas. Los tiempos de desarrollo menores a 3 min son características de trigos suaves. (Magaña et al., 2009). Es conocido que, para elaborar galletas, se requiere de poca cantidad de agua y tiempos de mezclado cortos. (Magaña et al., 2009).

El farinograma (Figura 21) muestra un tiempo de estabilidad de la masa de 9 minutos y 48 segundos (demarcado por las líneas verticales S1 y S2). Tiempo en donde se alcanza la consistencia máxima de la masa, la cual conserva durante el tiempo mencionado; y al cabo del cual se pierde la tenacidad y extensibilidad.

A pesar de que el tiempo de estabilidad fue prolongado, se asevera que la harina analizada es débil indicada para la producción de galletas y pasteles debido a que no se superó el límite de 500 UB como se mencionó anteriormente; tal y como lo menciona Beltrán et. al. (2006) al expresar que una harina fuerte presenta más estabilidad y consistencia en el proceso de amasado.

Esto se ve cuando en un farinograma la curva permanece por más tiempo sobre la línea de 500 UB; con respecto a la masa elaborada a partir de la harina débil. Además el tiempo de desarrollo es mucho más amplio en la harina fuerte.

El índice de tolerancia al mezclado-MTI (caída de la curva del punto más alto transcurrido 5 minutos de mezclado como se ve en la figura 1) presenta una baja resistencia al mezclado, representado con un valor de 20 UB.

Por lo tanto los parámetros farinográficos de la harina de trigo en estudio, como porcentaje de absorción de agua (56%), tiempo de desarrollo (1minuto y 15 segundos) y estabilidad (9 minutos); se encuentran dentro de los límites (Absorción de agua <59%, tiempo de desarrollo <2.5 min y estabilidad <12 min) para ser considerada una harina apta para galletas y pasteles (Sena, 1984) Mencionado por Beltrán et. al. (2006).

4.1.2.2 Extensografía.

La tabla 21 presenta las características extensográficas de la harina de trigo.

Tabla 13: Características extensográficas de la harina trigo galletara

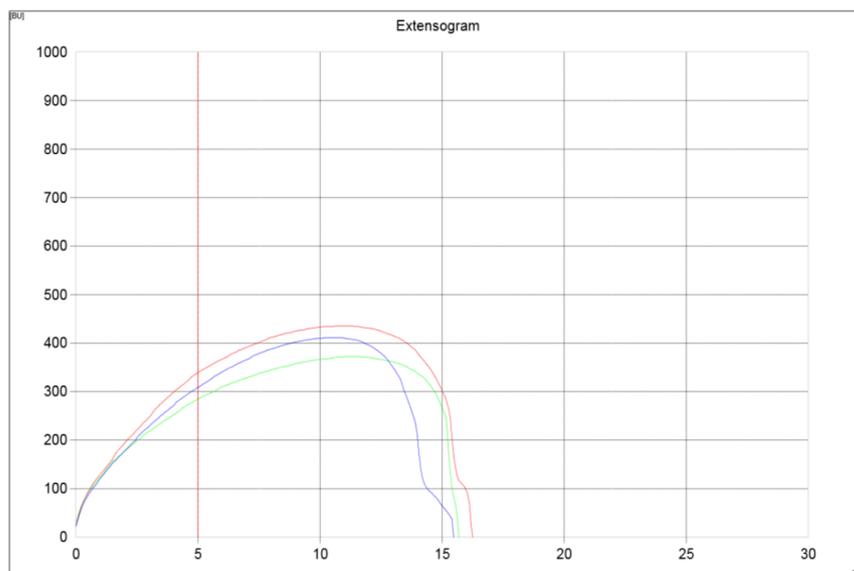
Parámetros	Harina de trigo		
	30 min **	60 min **	90min **
Energía [cm ²]	80	94	79
Resistencia a la extensión [UB]	286	341	310
Resistencia Máxima [UB]	372	435	411
Extensibilidad [mm]	157	163	155
Número proporcional	1.8	2.1	2.0
Número proporcional máximo	2.4	2.7	2.7

SOGRAFO-E de Brabender®, Laboratorio de Análisis y

Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

Figura 2: Extensograma de la Harina galletera

La figura 22 muestra tres curvas que representan el comportamiento de la masa, a través de su extensibilidad (cm) y resistencia o tenacidad (Unidades Brabender-UB) a esta extensión; en tiempos asignados de fermentación de 30 min (color verde), 60 min (rojo) y 90 min (azul).



Es importante mencionar que al igual que en el farinograma de la masa de harina de trigo, en el extensograma la harina no logra alcanzar las 500 UB, indicador de que la masa no es resistente y no ofrece fuerza. Representando un extensograma típico de una harina apta para queques.

La masa evaluada presenta una mayor energía o área total de la curva (cm²) cuando el tiempo de fermentación fue 60 min, obteniendo un valor de 94 cm²; en comparación con las áreas obtenidas a 30min y 90min de fermentación con 80 cm² y 79 cm²; respectivamente . Por lo tanto al transcurrir 60 min de fermentación se presenta la mayor fuerza de la masa, considerando lo mencionado por (Nitzke, 2005); quien cita que cuanto mayor sea el área, mayor es la energía ejercida y mayor es la fuerza de la masa y harina.

La resistencia a la extensión (obtenido en el punto más alto de la curva, a 50mm o 5cm de su iniciación como se muestra en la figura 2) para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 fue de 286 UB, 341UB y 310 UB, respectivamente. Es decir que a 60 min la masa muestra más capacidad de retención de gas carbónico (CO₂) formado durante la fermentación.

Las resistencias máximas (punto más alto de la curva) representadas en el extensograma (figura 2) para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos fueron 372 UB, 435 UB y 411 UB respectivamente.

En cuanto a la extensibilidad (longitud del principio al final de la curva) se presentó los valores de 157mm, 163mm y 155mm para los tiempos de fermentación de 30,60 y 90 minutos.

La extensibilidad es una característica que está relacionada con la proteína glutenina, que tiene alto peso molecular y tiende a formar enlaces disulfuro intramoleculares e intermoleculares (Nitzke, 2005).

La extensibilidad y resistencia a la extensión evidencian la calidad tecnológica del gluten, que dependen en gran medida del número de enlaces cruzados entre las moléculas de proteína y sus fuerzas. Los enlaces de hidrógeno y azufre juegan gran importancia en la formación de la estructura del gluten. (Martínez et al., 1993) mencionado por (Das graças, 2003)

El número o razón proporcional entre la resistencia a la extensión y la extensibilidad para los tiempos de fermentación fueron de 1.8, 2.1 y 2.0.

Los valores obtenidos son pequeños e indican que mayor es la tendencia de la masa a estirarse sin romperse. Caso contrario mayor hubiera sido la tendencia de la masa a estirarse y volver a su estado original (Nitzke, 2005).Por lo tanto, luego de evaluar los parámetros obtenidos en el extensograma de la

harina de trigo en estudio, como extensibilidad y energía para los tiempos de fermentación estudiados; se concluye que estos parámetros propios de la harina de trigo se encuentran dentro de los rangos adecuados para que la harina sea considerada apta para el procesamiento de galletas dulces. Esta aseveración se realiza al comparar con los parámetros mencionados por (Nitzke, 2005), quien indica que la extensibilidad debe encontrarse entre 120 y 160cm y la energía o área debe ser menor a 100cm².

4.1.2.3 Amilografía.

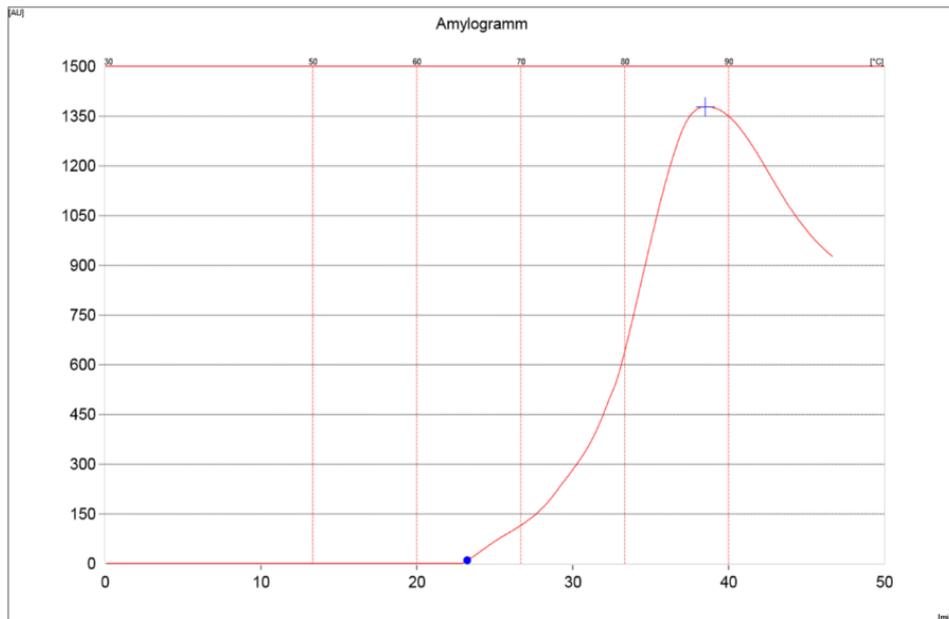
La tabla 22 presenta las características amilográficas de la harina de trigo.

Tabla 6: Características amilográficas de la harina trigo pastelera

Parámetros	Harina de trigo
Humedad	14.1 %
Peso de la muestra	(80.1g / 449.9 ml)
Inicio de gelatinización	64.9° C
Temperatura de gelatinización	87. 8° C
Máxima gelatinización	1378 AU

*Realizado por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

*Realizado por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.



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

Figura 3: Amilograma de la harina de trigo galletera

La figura 23 muestra el amilograma para la harina de trigo, la cual tiene como coordenadas al tiempo (eje x) y la viscosidad (eje y). Además en la parte superior del amilograma se presenta la temperatura (°C) de la prueba.

El amilograma representa el inicio de la gelatinización del almidón cuando se alcanza la temperatura de 64.9°C en un tiempo de 22 minutos de iniciada la prueba. Luego de transcurrido 60 minutos de la prueba se alcanza la viscosidad máxima de gelatinización del almidón de la harina de trigo con un valor de 1378 AU a una temperatura de 87.8° C (temperatura de gelatinización).

Los almidones que dan picos altos, tienen la característica de tener un alto poder de hinchamiento. Estos almidones que son capaces de tener un alto grado de hinchamiento son también menos resistentes a la desintegración durante la cocción y por lo tanto presentan una significativa disminución de la

viscosidad después de alcanzar el máximo valor. (Brumovsky, 2014)

4.3. Cálculo del Cómputo Químico de las formulaciones.

Se calculó el cómputo químico de las diferentes formulaciones de harinas de trigo, kiwicha y cascara de maracuyá, se usó como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU 1985 (mg. AA/g. Proteína). Los resultados se muestran en la tabla 45. Para la realización del cómputo químico se ha tomado datos bibliográficos de la composición de aminoácidos (mg/g de proteína) para cada una de las harinas (trigo, kiwicha y cascara de maracuyá) y datos del porcentaje de proteínas obtenidas en laboratorio que contiene cada harina en estudio.

Othon, (1996), menciona que en la harina de trigo, el primer aminoácido limitante es la lisina, seguido por la treonina. El trigo debe ser consumido junto con leguminosas, porque se incrementa el aporte proteico y la calidad de las proteínas; esto es debido a que el patrón de aminoácidos de las proteínas de las leguminosas complementa a de los cereales.

Además Repo-Carrasco, (1998), afirma que se pueden cambiar los cereales con las leguminosas, así compensar las deficiencias de ciertos aminoácidos esenciales: lisina y treonina en los cereales y en las leguminosas metionina y cistina.

Tabla 13: COMPUTO QUÍMICO DE LOS ENSAYOS DEL PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL.

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
FORMULACIONES (%)	HARINA DE TRIGO (Triticum Aestivum)	95	90	88	86	93	83	93	83	88	88	88
	HARINA DE KIWICHA (Lupinus Mutabilus)	0	6	4	8	0	10	5	5	5	3	3
	HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (Passiflora edulis)	5	4	8	6	7	7	2	12	7	7	7
SCORE QUIMICO (%)	Isoleucina	116,28	119,85	113,57	117,73	113,94	119,48	118,70	115,29	117,05	117,05	117,05
	Leucina	118,93	118,79	118,79	116,39	117,53	117,63	119,38	115,67	117,58	117,58	117,58
	Lisina	71,22	83,05	83,05	82,30	67,28	84,82	77,83	76,33	77,10	77,10	77,10
	Metionina+Cistina	188,46	170,35	170,35	165,53	190,89	164,82	179,65	172,69	176,28	176,28	176,28
	Fenilalanina + tirosina	207,52	205,20	205,20	200,90	205,60	202,75	207,20	200,60	204,00	204,00	204,00
	Treonina	134,70	140,21	140,21	137,83	131,63	140,07	138,23	134,37	136,36	136,36	136,36
	Triptofano	196,98	186,90	186,90	185,73	199,25	184,54	191,74	190,23	191,01	191,01	191,01
	Valina	117,96	113,48	113,48	110,86	117,70	111,44	116,10	112,16	114,19	114,19	114,19
	Histidina	155,95	122,43	151,59	117,37	162,77	114,02	138,78	131,91	135,46	135,46	135,46

4.4. Evaluación de la calidad de los galletas.

4.4.1. Volumen específico.

Tabla 14: VOLUMEN ESPECÍFICO DE LAS GALLETAS.

Ensayos	Harina de kiwicha	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de kiwicha (%)	Harina de cáscara de maracuyá (%)	Volumen Específico (ml/g)
1	-1	-1	1.2	0.9	2.7907
2	+1	-1	6.8	0.9	3.4106
3	-1	+1	1.8	5.1	3.3946
4	+1	+1	6.8	5.1	2.8778
5	-1,41	0	0	3	3.3435
6	+1,41	0	8	3	3.3060
7	0	-1,41	4	0	3.2469
8	0	+1,41	4	6	3,0108
9	0	0	4	3	2,9715
10	0	0	4	3	2,8836
11	0	0	4	3	2,9671
Patrón	-	-	-	-	2.8941

La tabla 24 muestra el delineamiento experimental expresado como valores codificados y como valores reales; además de los resultados obtenidos de la variable en estudio.

De acuerdo a los ensayos realizados, en la tabla 24, se observó que los cupcakes presentaron volúmenes específicos entre 2.7907 y 3.3946 ml/g, mínimo y máximo respectivamente.

Cabe decir que de acuerdo a la formulación de cupcakes con condición de puntos central fueron muy próximos, corroborando una buena repetitividad del proceso. El cupcake patrón producido (no contiene variables en su formulación), presento un volumen específico de 2.8941 ml/g, resultado que se encuentra dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental.

A través de los resultados fue posible determinar los coeficientes de regresión de los términos lineales y cuadráticos, e interacción de las variables independientes (tabla 25) y los efectos significativos para la variable en estudio (figura 24). Además de los coeficientes de regresión, se muestra el error estándar, el valor de t-student y los valores de probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q); así como de la interacción de las variables independientes de Harina de tarwi (x_1) y Harina de cascara de maracuyá (x_2).

Tabla 15. Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de las galletas.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	2.92	0.07	40.15	<0.0001
x_1 (L)	0.01	0.04	0.14	0.8938
x_1 (Q)	0.18	0.05	3.36	0.0200
x_2 (L)	-0.04	0.04	-0.89	0.4123
x_2 (Q)	0.07	0.05	1.33	0.2410
$x_1 \times x_2$	-0.28	0.06	-4.51	0.0063

x_1 =Harina de kiwicha , x_2 =harina de cáscara de maracuyá, ,
L=término lineal, Q=término cuadrático.

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

En el análisis estadístico, el porcentaje de significancia considerado fue el 5%, es decir fueron considerados significativos los parámetros con valores de P (probabilidad de significancia) menores que 0.05. Por lo tanto, de lo aseverado anteriormente se concluye que los términos significativos, en el estudio de la variable Volumen Específico; fueron el término cuadrático de la harina de kiwicha y la iteración de las harinas de kiwicha y de cascara de maracuyá.

Tabla 16: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA RESPUESTA VOLUMEN ESPECIFICO DE GALLETAS.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.05)
Regresión	0.47	2	0.24	12	4.46
Residuos	0.12	8	0.02		
Total	0.59	10	0.06		

Analizando la tabla 26 de análisis de varianza (ANOVA) se verificó que el F calculado fue mayor al F tabulado y se obtuvo un $r^2=86.71\%$; rechazándose la hipótesis nula (concluyéndose sobre la existencia de regresión lineal). Por lo tanto teniendo en cuenta que el F calculado es mayor al tabulado y que el valor de r^2 es adecuado; podemos concluir y construir un modelo ajustado codificado:

$$\text{Volumen específico} = 2.92 + 0.18x_1^2 - 0.28x_1 \cdot x_2 \dots (1)$$

Dónde:

x_1 = Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

$x_1 * x_2$ = Interacción de harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá

Además es posible construir superficies de respuestas para el volumen específico, la cual se presenta en la figura 7.

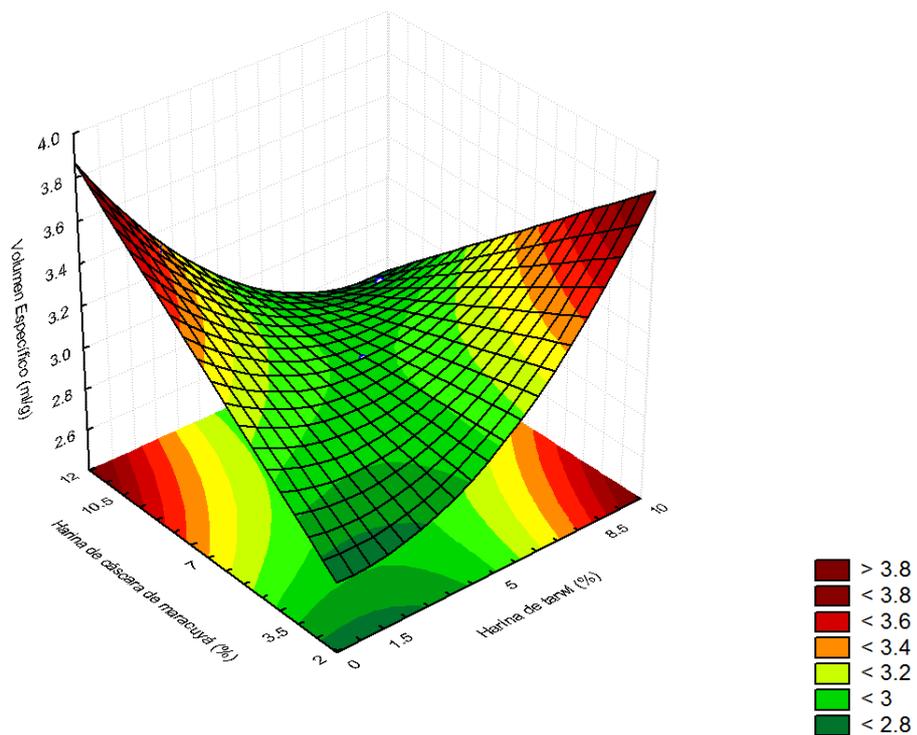


Figura 14. Superficie de respuesta para el volumen específico de las galletas en función.

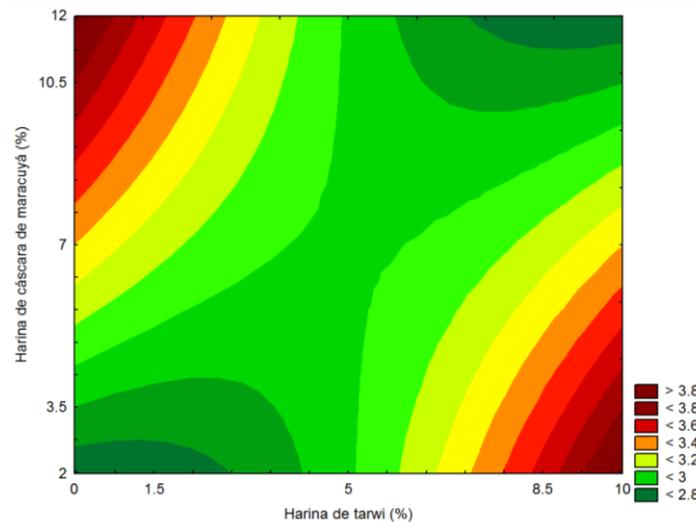


FIGURA 15- GRAFICO DE CONTORNO PARA EL VOLUMEN ESPECIFICO DE LAS GALLETAS.)CONTENIDO DE HARINA DE KIWICHA (%) Y CONTENIDO DE HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (%)

4.4.2. Color de la miga de las galletas

En la Tabla 27, presenta los valores obtenidos de luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de los galletas; de acuerdo con el planeamiento experimental.

Tabla 17. COLOR DE LA MIGA DE LAS GALLETAS DE ACUERDO CON EL PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL.

Ensayos	Harina de kiwicha	Harina de cáscara de maracuyá	Luminosidad (L)	Cromacid (C)	Angulo de Tonalidad (H)
1	-1	-1	64,64	31,35	90,64
2	+1	-1	65,55	29,66	92,80
3	-1	+1	57,69	21,84	87,80
4	+1	+1	50,84	31,20	82,58
5	-1,41	0	57,98	30,74	88,00
6	+1,41	0	56,63	29,45	88,75
7	0	-1,41	59,34	28,00	93,32
8	0	+1,41	61,45	30,54	89,37
9	0	0	57,38	31,43	85,96
10	0	0	57,40	31,41	85,89
11	0	0	57,33	31,45	85,82
Patrón	-	-	60,90	27,99	94,14

Figura 4: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de las galletas.

4.4.2.1. Cromacidad de la miga de las galletas.

Los valores de cromacidad según la tabla 27 variaron entre 21,84 y 31,45; siendo el mínimo y máximo valor respectivamente.

También se puede observar que las formulaciones con condición de punto central no variaron mucho, lo que indica una buena repetibilidad del proceso.

Tabla 16: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	31,43	1,43	21,97	<0,0000
x₁ (L)	0,73	1,75	0,83	0,44
x₁ (Q)	-0,96	2,09	-0,92	0,40
x₂ (L)	-0,55	1,75	-0,63	0,56
x₂ (Q)	-1,37	2,09	-1,32	0,25
x₁ x₂	2,76	2,48	2,23	0,08

x₁=Harina de la kiwicha, x₂=harina de cáscara de maracuyá, L=término lineal, Q=término cuadrático.

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

Al analizar los datos recolectados, tal como se muestra en la tabla 28 y fig. 28, se concluye que ninguno de los términos lineales y cuadráticos de las variables en estudio fueron significativos; no pudiendo concluir en un modelo de variables ajustadas; y mucho menos presentar una superficie de respuesta, debido al bajo valor del coeficiente de regresión r² =61.80%

En tanto, el modelo completo de segundo orden para la variable luminosidad de las galletas sustituidos parcialmente con harina de

kiwicha y harina de cascara de maracuyá, se encuentra en la ecuación 3.

$$\text{Cromacidad de la miga} = 31.43 + 0.73x_1 - 0.96 x_1^2 - 0.55x_2 - 1.37x_2^2 + 2.76x_1.x_2 \dots(3)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

$x_1 * x_2$ = Interacción de harina de tarwi y harina de maracuyá

Tabla 17: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de Tonalidad

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	93.96	4	23.49	23.72	4.53
Residuos	5.91	6	0.99		
Total	99.87	10			

A partir del análisis de varianza (ANOVA) realizado, obtenemos un modelo ajustado con variables codificadas, describiendo así el comportamiento del parámetro de ángulo de tonalidad con un $r^2=94.09\%$ y se pudo corroborar que el F calculado es mucho mayor que el F tabulado, dando así la ecuación siguiente:

$$\text{Ángulo de Tonalidad} = 85.89 - 2.33 x_2 + 2.38 x_2^2 \dots(4)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

Es por ello posible construir las superficies de respuesta como se muestra en la figura 30.

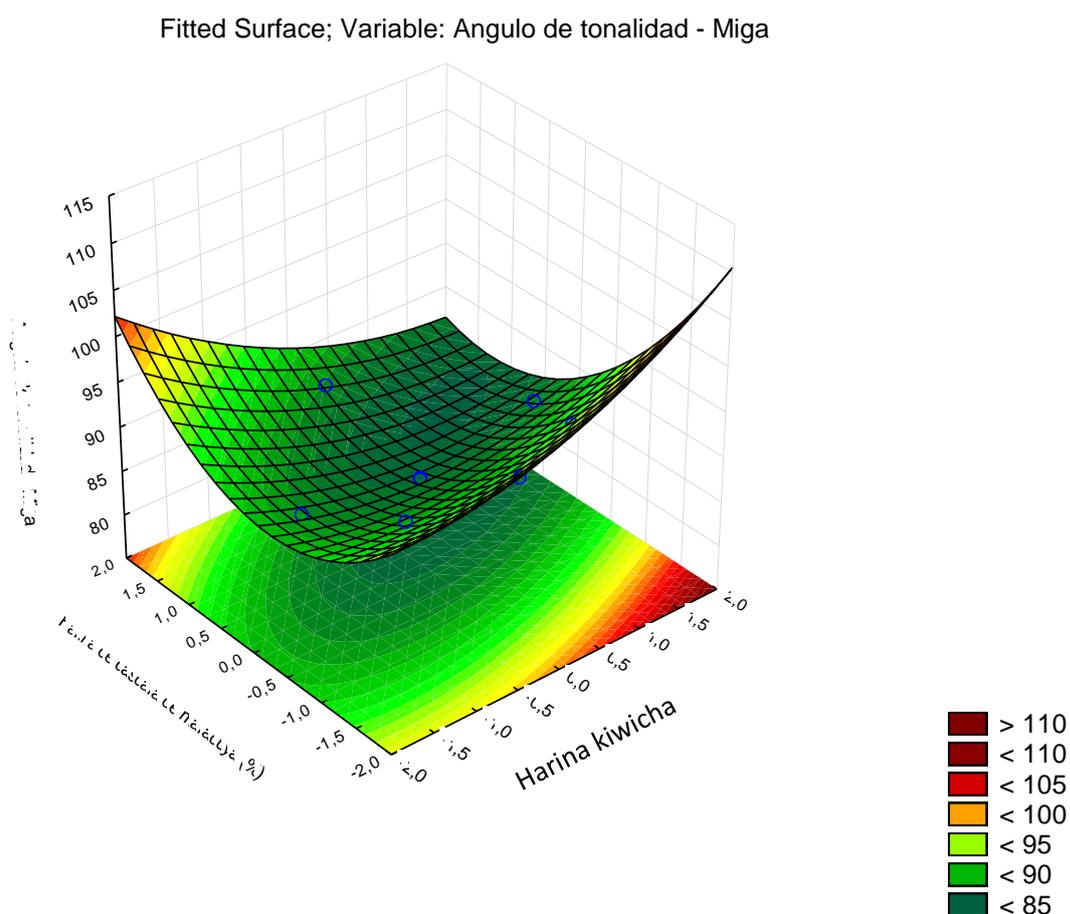


Figura 5: Superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la miga de las galletas en función de: Contenido de harina de kiwicha (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%).

En la Figura 30 se presenta la superficie de respuesta obtenida. De acuerdo a lo observado de la superficie de respuesta vamos a obtener mayor grados de ángulo de tonalidad cuando incorporemos (0 – 8 % de harina de kiwicha) y (20-60 ppm de cascara de maracuyá).

4.4.2.2. Color de la corteza de las galletas

En la Tabla 31, presenta los valores obtenidos de luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de los cupcakes; de acuerdo con el planeamiento experimental.

Tabla 19: Color de la corteza de las galletas de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Harina de kiwicha	Harina de cáscara de maracuyá	Luminosidad (L)	Cromacidad (C)	Angulo de Tonalidad (H)
1	-1	-1	39,88	29,55	64,98
2	+1	-1	39,86	29,44	64,71
3	-1	+1	40,40	27,13	64,82
4	+1	+1	36,34	23,70	61,20
5	-1,41	0	40,23	27,77	64,56
6	+1,41	0	36,55	26,63	61,60
7	0	-1,41	41,59	29,63	65,32
8	0	+1,41	36,25	26,25	62,50
9	0	0	40,51	29,63	64,33
10	0	0	40,54	29,88	64,88
11	0	0	40,53	28,97	64,12
Patrón	-	-	41,61	31,14	65,93

4.4.2.3. Luminosidad de la corteza de las galletas

El parámetro de luminosidad de la corteza de las galletas con sustitución parcial de harina de kiwicha y cascara de maracuyá varía de 36,25 a 41.59. Conforme a la Tabla 31, el patrón presentó un valor de luminosidad de 41,61 indicando reflectancia a la luz dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental, traduciéndose en un galletas de coloración oscura, teniendo en cuenta la escala de 0(negro) y 100(blanco).

Tabla 7: Coeficientes de regresión para la respuesta luminosidad de la corteza de los galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(6)	p-valor*
Media	40,53	0,46	88,00	<0,0000
x₁ (L)	-1,16	0,56	-4,11	0,01
x₁ (Q)	-0,95	0,67	-2,83	0,04
x₂ (L)	-1,32	0,56	-4,68	0,01
x₂ (Q)	-0,69	0,67	-2,04	0,10
x₁ x x₂	-1,01	0,80	-2,53	0,05

x₁=Harina de kiwicha, x₂=harina de cáscara de maracuyá, ,
L=término lineal, Q=término cuadrático.

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

En el análisis estadístico, el porcentaje de significancia considerado fue el 5%. Por lo tanto, de lo aseverado anteriormente se concluye que los términos significativos (ver tabla 32 y figura 31) en el estudio de la variable Luminosidad de la corteza; fueron el término lineal tanto para la harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá y el término cuadrático de la harina de tarwi.

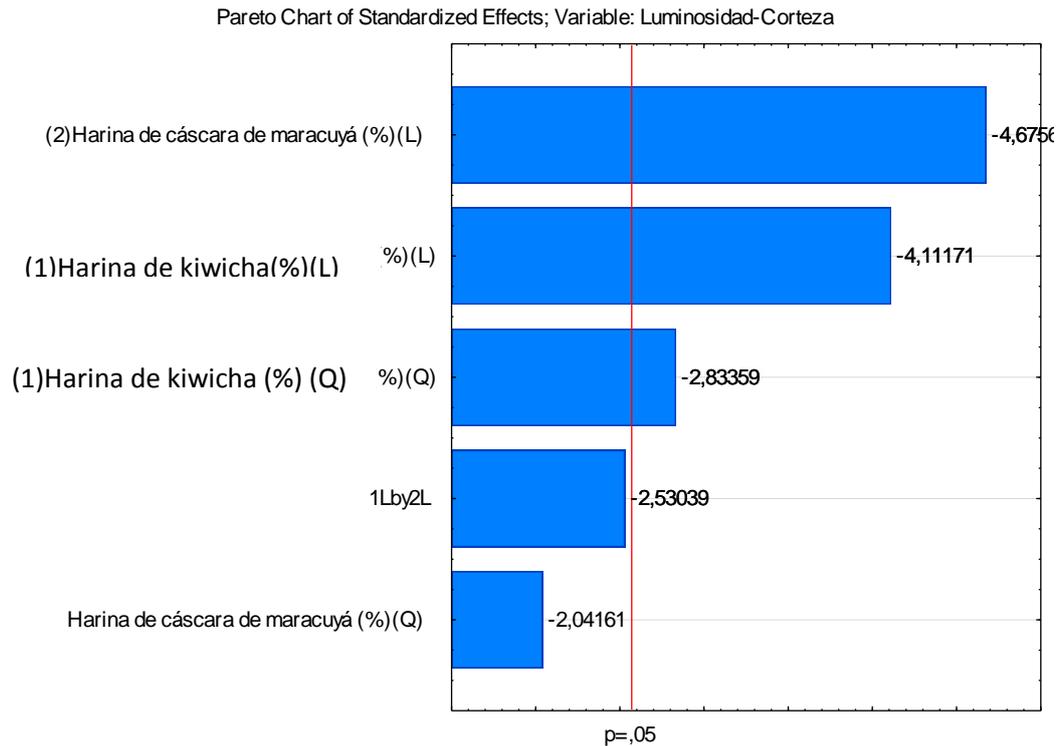


Figura 6: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Luminosidad de la corteza de las galletas.

Tabla 8: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la corteza de las galletas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	44.51	4	23.49	23.72	4.53
Residuos	5.91	6	0.99		
Total	50.42	10			

A partir del análisis de varianza (ANOVA) realizado, se obtiene el modelo ajustado con variables codificadas, describiendo así el comportamiento del parámetro de luminosidad de la corteza con un $r^2=91.64\%$ y se pudo corroborar que el F calculado es mucho mayor que el F tabulado, dando así la ecuación siguiente:

$$\text{Luminosidad} = 40.53 - 1.16 x_1 - 0.95 x_1^2 - 1.32 x_2 \dots(5)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

Es por ello posible construir las superficies de respuesta como se muestra en la figura 32.

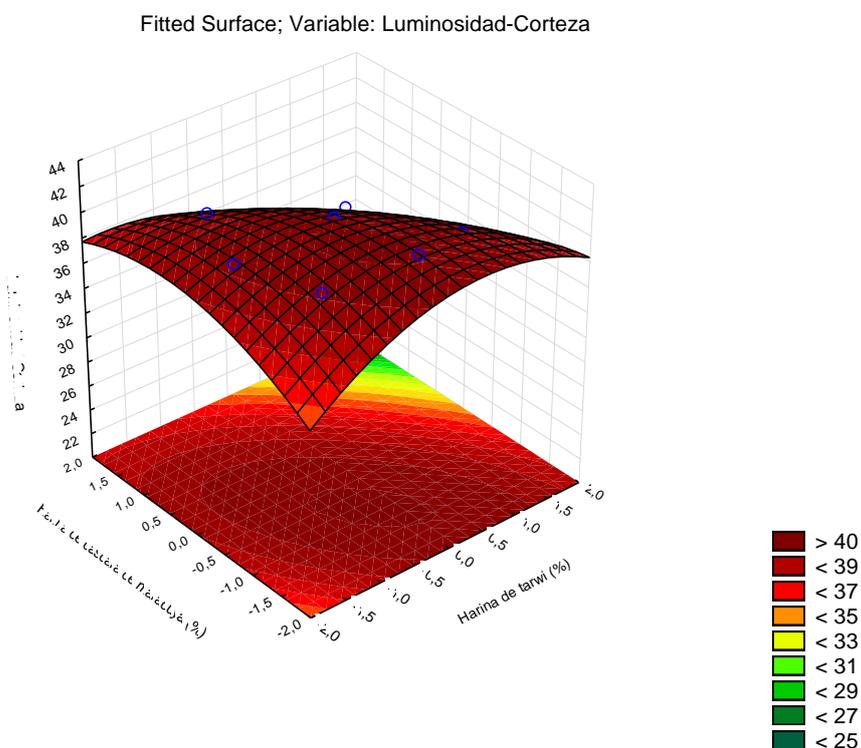


Figura 7: Superficies de respuesta para la variable luminosidad de la corteza de las galletas en función de Contenido de harina de kiwicha (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

En la Figura 32 se presenta la superficie de respuesta obtenida, se puede observar se obtiene una mayor luminosidad a un 4.58% de tarwi y 37.52 cascara de maracuyá (dato obtenido de derivar la ecuación antes mencionada).

4.4.2.4. Cromacidad de la corteza de las galletas.

Para la cromacidad de la corteza de las galletas de los ensayos del planeamiento se obtuvieron los siguientes valores las cuales varían entre 23.70 y 29.88. En cuanto al Patrón su valor está por encima de lo antes mencionado.

Tabla 9: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de la corteza de las galletas.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t (8)	p-valor*
Media	29,49	0,40	74,33	<0,0000
x₁ (L)	-0,64	0,49	-2,65	0,05
x₁ (Q)	-1,18	0,58	-4,07	0,01
x₂ (L)	-1,62	0,49	-6,65	0,00
x₂ (Q)	-0,81	0,58	-2,79	0,04
x₁ x x₂	-0,83	0,69	-2,42	0,06

x₁=Harina de kiwicha , x₂=harina de cáscara de maracuyá, ,
L=término lineal, Q=término cuadrático.

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

Como se puede verificar en la tabla 34, para el parámetro cromacidad de las cortezas, los términos que influyen significativamente (p<0.05) son tanto los términos lineales como los términos cuadráticos de ambas harinas. Esto se puede observar en la figura 24, diagrama de Pareto.

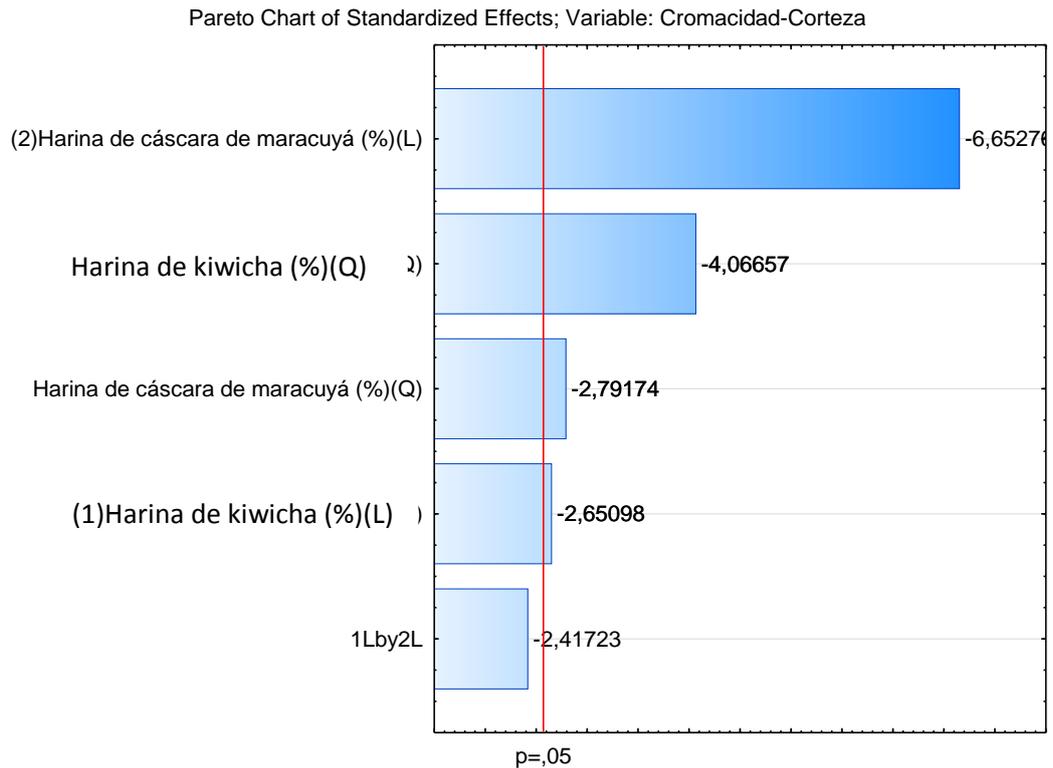


Figura 8: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza de las galletas.

Tabla 10: Análisis de varianza para la respuesta Cromacidad de la corteza de las galletas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	83.81	4	22.49	21.72	4.50
Residuos	6.91	6	0.99		
Total	90.71	10			

El análisis de varianza (ANOVA) presentó un coeficiente de regresión de $r^2=93.86\%$ y un valor de F calculado mayor al F tabulado al 95% de confianza.

De esta manera de acuerdo a la varianza se pudo obtener un modelo ajustado de variables codificadas que representa la cromacidad como se muestra a continuación:

$$\text{Cromacidad de la corteza} = 29.49 - 0.64x_1 - 1.18 x_1^2 - 1.62x_2 - 0.81x_2^2 \dots (6)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

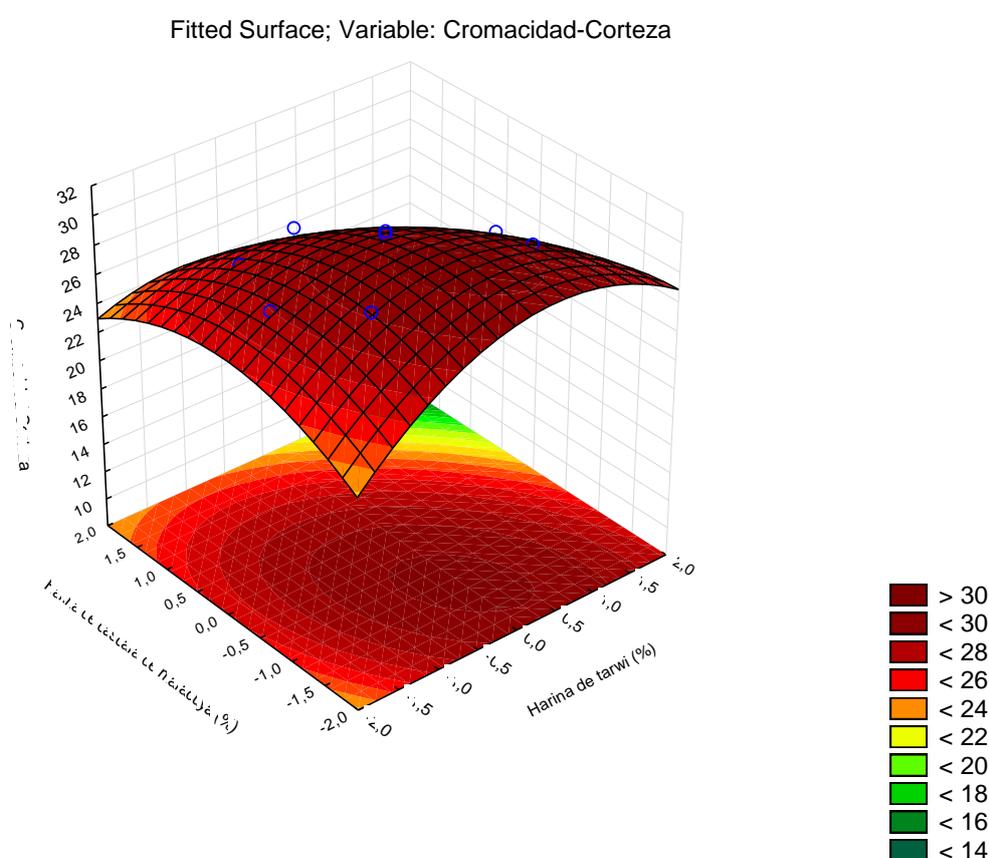


Figura 9: Superficies de respuesta para la cromacidad de la corteza de las galletas en función de Contenido de harina de kiwicha (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

Como podemos observar en la Figura 34 se presenta la superficie de respuesta obtenida, se puede observar se obtiene una mayor cromacidad a un 4.58% de kiwicha y 37.52 cascara de maracuyá (dato obtenido de derivar la ecuación antes mencionada).

4.4.2.5. Ángulo de tonalidad de la corteza de las galletas.

Para el Ángulo de tonalidad de la corteza de las galletas de los ensayos del planeamiento se obtuvieron los siguientes valores las cuales varían entre 61,20 y 65,32. En cuanto al Patrón su valor está en 65,93.

Tabla 11: Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del galletas.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	64,45	0,22	297,76	<0,0000
x₁ (L)	-1,01	0,27	-7,62	0,0006
x₁ (Q)	-0,57	0,32	-3,64	0,0149
x₂ (L)	-0,96	0,27	-7,22	0,0008
x₂ (Q)	-0,16	0,32	-1,02	0,3566
x₁ x x₂	-0,84	0,37	-4,47	0,0066

x₁=Harina de kiwicha, x₂=harina de cáscara de maracuyá, , L=término lineal, Q=término cuadrático.

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

De acuerdo a los resultados de la tabla 36 podemos observar que existe significancia para la harina de kiwicha tanto para el termino lineal como cuadrático, así también para la harina de cascara de maracuyá para el termino lineal, y también existe significancia en la iteración de ambas harinas. Lo podemos observar también en el diagrama de Pareto, (ver figura 35).

Pareto Chart of Standardized Effects; Variable: Angulo de tonalidad-Corteza

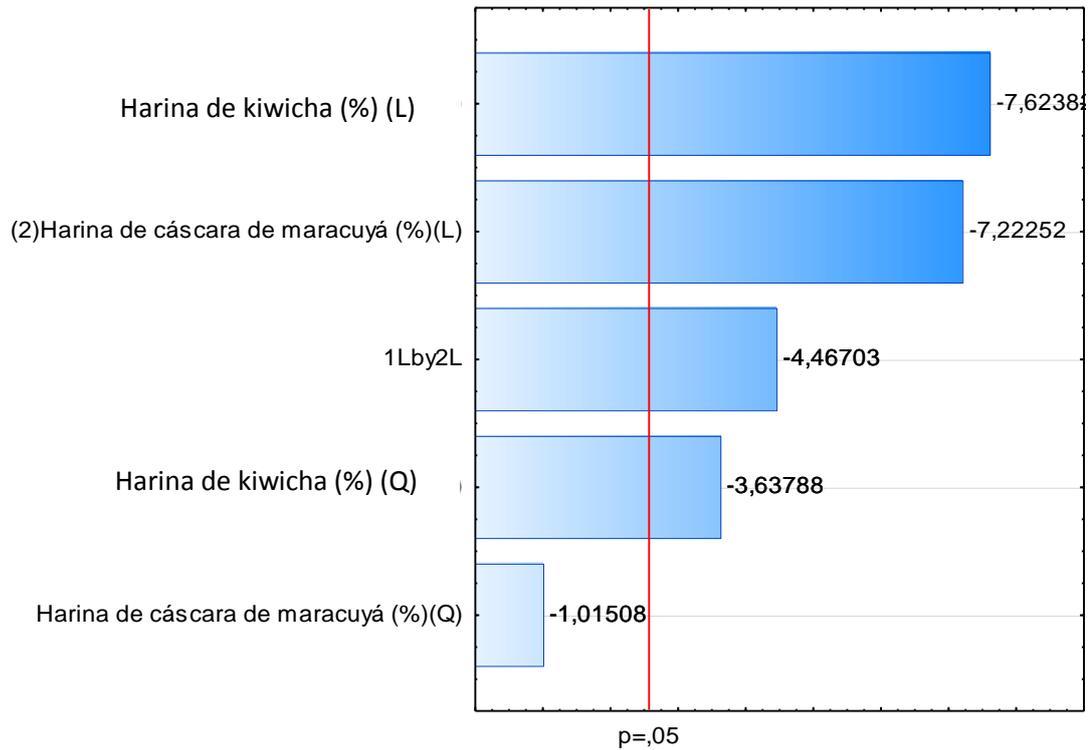


Figura 10: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza de las galletas.

Tabla 12: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza de las galletas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	68.27	4	23.49	22.72	4.53
Residuos	5.81	6	0.97		
Total	74.08	10			

A partir del análisis de varianza (ANOVA) realizado, obtenemos un modelo ajustado con variables codificadas, describiendo así el comportamiento del parámetro de Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake con un $r^2=96.63\%$ y se pudo corroborar que el F calculado es mucho mayor que el F tabulado, dando así la ecuación siguiente:

$$\text{Ángulo de Tonalidad de la corteza} = 64,45 - 1,01x_1 - 0,57 x_1^2 - 0,96x_2 - 0,84 x_1 \cdot x_2 \dots (7)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

Es por ello posible construir las superficies de respuesta como se muestra en la figura 36

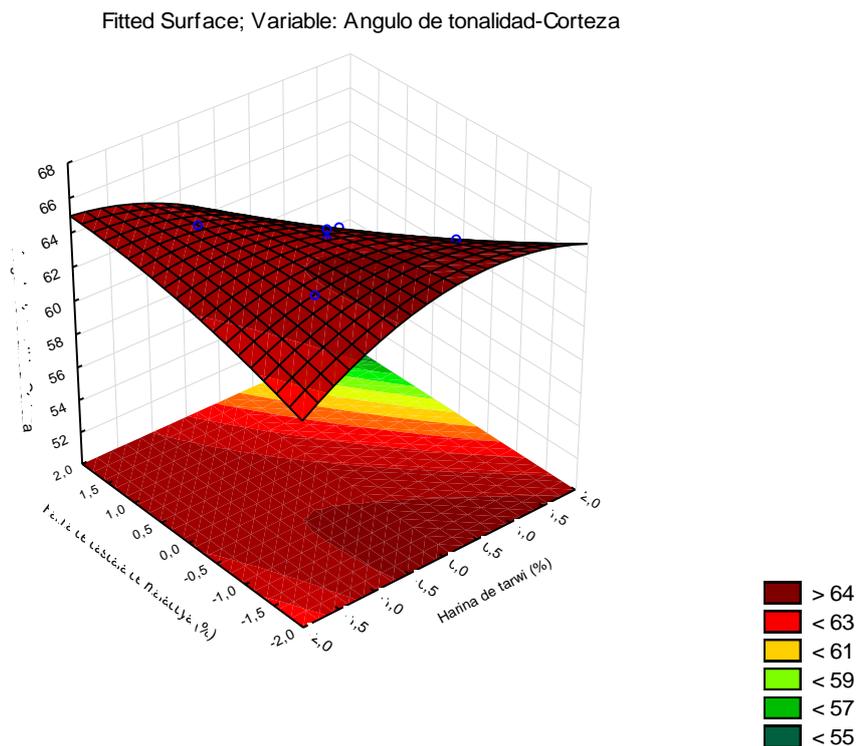


Figura 11: Superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la corteza de las galletas en función de: Contenido de harina de kiwicha (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%) .

En la Figura 36 se presenta la superficie de respuesta obtenida.

De acuerdo a lo observado de la superficie de respuesta vamos a obtener mayor grados de ángulo de tonalidad cuando incorporemos (2-4.6% de harina de kiwicha) y (20-60 de cascara de maracuyá).

4.5. Análisis sensorial.

4.5.1. Análisis de Color miga y corteza

La Tabla 38 se muestran los parámetros de Color de la miga y corteza en los diferentes ensayos del diseño

experimental variaron entre los valores de 6.5 y 8.15 y también la prueba fue sometida a una escala hedónica con una puntuación de 1 al 9 (con me disgusta muchísimo y me gusta muchísimo respectivamente) así mismo fue realizada en una forma genérica (miga y corteza a la vez).

Tabla 13: Coeficientes de regresión para la respuesta Color de la miga y corteza de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	6.13	0.13	46.39	<0.000
x₁ (L)	-0.19	0.08	-2.33	0.0674
x₁ (Q)	0.15	0.09	1.58	0.1753
x₂ (L)	0.03	0.08	0.36	0.7323
x₂ (Q)	0.03	0.09	0.28	0.7899
x₁ x x₂	0.00	0.11	0.00	1.0000

La tabla 38 muestra que ninguno de los términos lineales y cuadráticos de las variables en estudio fueron significativos; no pudiendo concluir en un modelo de variables ajustadas; y mucho menos presentar una superficie de respuesta, debido al bajo valor del coeficiente de regresión $r^2 = 58.66\%$.

4.5.2. Análisis de Sabor

Los parámetros evaluados para el sabor variaron de 6.9 a 8.25. Cabe mencionar que también esta prueba fue sometida a una escala hedónica con una puntuación de 1 al 9 (con me disgusta muchísimo y me gusta muchísimo respectivamente).

Tabla 14: Coeficientes de regresión para la respuesta al Sabor de la miga y corteza de las galletas.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	6.10	0.10	64.14	<0.0000
x₁ (L)	-0.23	0.06	-4.00	0.0103
x₁ (Q)	-0.08	0.07	-1.08	0.3287
x₂ (L)	0.17	0.06	2.84	0.0362
x₂ (Q)	-0.05	0.07	-0.72	0.5031
x₁ x x₂	-0.03	0.08	-0.30	0.7737

Como se observa en la Tabla 39, los términos que solo tuvieron significancia ($p < 0.05$) fueron la harina de kiwicha y (L) y harina de cascara de maracuyá (L). Para la cual se pudo llevar al análisis de varianza por el r^2 obtenido.

Tabla 15: Análisis de varianza para la respuesta Al sabor de las galletas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	0.66	2	0.33	16.5	4.46
Residuos	0.17	8	0.02		
Total	0.83				

Analizando la tabla 40 de análisis de varianza se verificó que el F calculado fue mayor al F tabulado y se obtuvo un $r^2 = 78.92$ para el

análisis de varianza obteniéndose así el modelo con las variables codificadas tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Sabor} = 6.10 - 0.23 x_1 + 0.17 x_2 \dots (8)$$

Dónde:

x_1 = Harina de kiwicha (%).

x_2 = Harina de cascara de maracuyá (%).

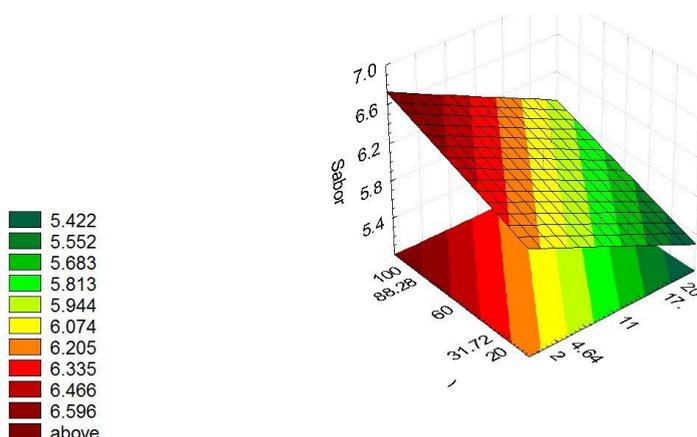


Figura 12: Superficies de respuesta para el sabor de las galletas en función de: Contenido de harina de kiwicha (%) y harina de cascara de maracuyá(%).

De acuerdo a la siguiente grafica de superficie respuesta generada por el modelo, se visualiza que la aceptación de sabor de los galletas es menor, cuanto más concentración de harina de kiwicha es adicionada, por lo tanto dando mayor aceptabilidad al cupcake de formulación N~8 que contiene cantidad baja de Harina de kiwicha 5% y de harina de cascara de maracuyá 12 %.

4.5.3. Análisis de Textura.

El parámetro de textura de las galletas con sustitución parcial de harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá varía de 6.7 a 7.7.

Contrastando con el galletas control que no contiene variables en su formulación (presenta 100% harina de trigo), este presento como resultado 7.0 que se encuentra dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental.

Tabla 16: Coeficientes de regresión para la respuesta a la Textura de la miga y corteza de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	6.17	0.08	69.64	0.0000
x₁ (L)	-0.29	0.05	-5.51	0.0023
x₁ (Q)	0.03	0.06	0.45	0.6702
x₂ (L)	0.00	0.05	0.06	0.9576
x₂ (Q)	-0.17	0.06	-2.65	0.0456
x₁ x x₂	0.15	0.08	1.96	0.1078

Así como se observa en la Tabla 41, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) fueron la harina de kiwicha en su término lineal (L) y la harina de cascara de maracuyá en su término cuadrático (Q).

Tabla 17: Análisis de varianza para la respuesta Textura de las galletas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado
Regresión	0.92	2	0.46	15.33	4.46
Residuos	0.21	8	0.03		
Total	1.13				

Analizando la Tabla 42 de análisis de varianza (ANOVA) se verificó que el F calculado fue mayor al F tabulado además se obtuvo un valor de r^2 estadístico indicando que el modelo revela una variabilidad de un 80.27 en cuanto a la textura, obteniéndose así el modelo con las variables codificadas. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{Textura} = 6.17 - 0.29 x_1 - 0.17 x_2^2 \dots (9)$$

Dónde:

x_1 =Harina de kiwicha (%).

X_2 = Harina de cascara de maracuyá (%).

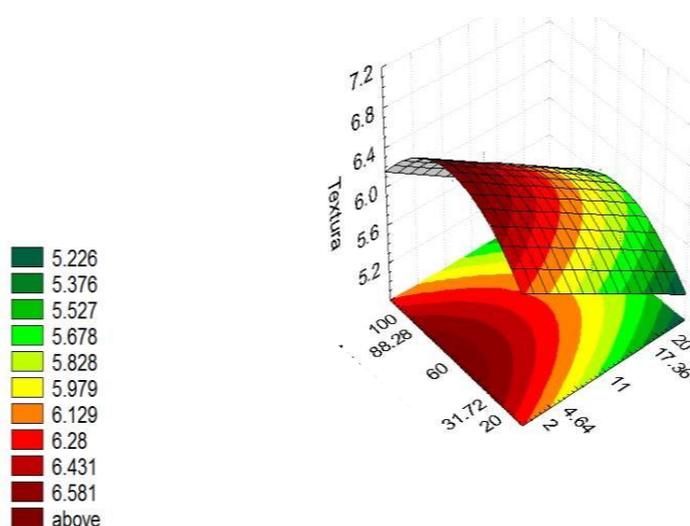


Figura 13: Superficies de respuesta para la Textura de las galletas en función del Contenido de harina de kiwicha (%) y harina de cascara de maracuyá (%).

4.6. Determinación de la mejor formulación.

La elección de la mejor formulación del Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2 aplicado, se realizó teniendo en cuenta principalmente que el cómputo químico de aminoácidos sea elevado y que en el análisis sensorial la formulación goce de la mayor aceptación en el consumidor.

Luego de tal análisis se determinó que la mejor formulación es la 8 en condición factorial (4% de Harina de kiwicha , 6% de harina de cascara de maracuyá y 90 % de harina de trigo) con un cómputo químico de Lisina del 76.33% y mayor al 100% para los demás aminoácidos esenciales. Además los cupcakes presentan indicadores que gozan de buena aceptación en cuanto a los parámetros de, textura (7.7), Color (8.15) y Sabor (8.25) . Considerando que la escala hedónica fue de 9 puntos.

4.5.1 Caracterización físico química

A. Humedad

En la tabla 43 y en la figura 38, se muestran los resultados de los análisis de humedad tanto para las galletas control como para el galletas con mejor formulación, evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 43: Porcentaje de humedad las galletas control y el galletas con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (Días)	%Humedad	
	Control	Mejor Formulación
1	19.8469± 0.18	21.8407± 0.14
4	19.0914± 0.31	20.8784± 0.29
8	18.1761± 0.27	18.9747± 0.33
12	17.5107± 0.41	18.5718± 0.25

En la tabla 43. Se puede observar que al inicio del almacenamiento las galletas presentaron una humedad de, 19.8469± 0.18%, y 21.8407± 0.14% para las galletas control y el galletas con mejor formulación respectivamente. Estos valores están dentro de los valores establecidos por la NTP. 206.002:1981, revisada el 2011. Paulatinamente este valor fue disminuyendo a medida que avanzaban los días de almacenamiento, hasta llegar al mínimo de 17.5107± 0.41% y 18.5718± 0.25%, para el galletas control y el galletas con mejor formulación respectivamente, a los 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

La pérdida de humedad presentada en los pasteles ocurre cuando se exponen en el ambiente, pero también dentro de la propia miga la

humedad puede reabsorberse entre los ingredientes. El almidón en particular experimenta estos cambios y contribuye a dar las características de endurecimiento de la miga. Así lo menciona (Dendy, 2011).

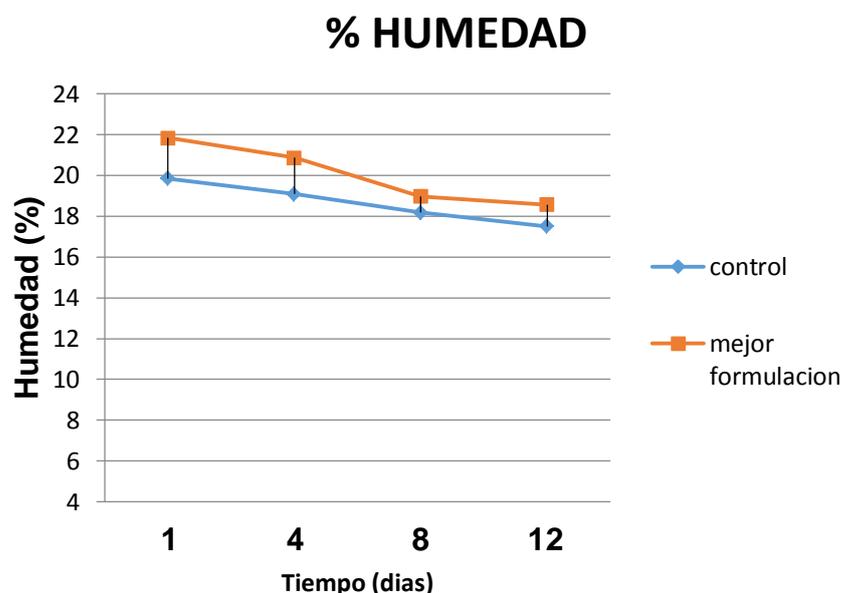


Figura 38: Variación del % de humedad de las galletas control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la figura 38 observamos que el cupcake con mejor formulación dio lugar a un aumento de porcentaje de humedad, cuando se compara con el galleta control.

La diferencia en el contenido de humedad entre el cupcake control y el galleta con mejor formulación, posiblemente se relaciona con el hecho de la harina de cáscara de maracuyá es un residuo de gran poder de retención de agua. Este resultado es similar al encontrado por (Ishimoto et al., 2007) en su investigación *Uso alternativo de la harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis.) para la producción de galletas.*

La alta capacidad de retención de agua por parte de la fibra presente en la harina de cascara de maracuyá, actúa como agente humectante permitiendo así mantener la miga más fresca durante el tiempo de almacenamiento. La pérdida de humedad durante el proceso de amasado, cocción y almacenamiento, es un proceso muy desfavorable

para la frescura en los productos de panadería, así lo señala (De Escala et al., 2005).

B. Ceniza

En la tabla 44 y en la figura 39, se muestran los resultados de los análisis de ceniza tanto para en la galleta de control como para la galleta con mejor formulación, evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 44: Porcentaje de ceniza de galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (Días)	%Cenizas	
	Control	Mejor Formulación
1	0.9869± 0.004	1.8401± 0.014
4	0.9744± 0.012	1.7841± 0.011
8	0.9661± 0.011	1.7270± 0.014
12	0.9577± 0.013	1.6718± 0.015

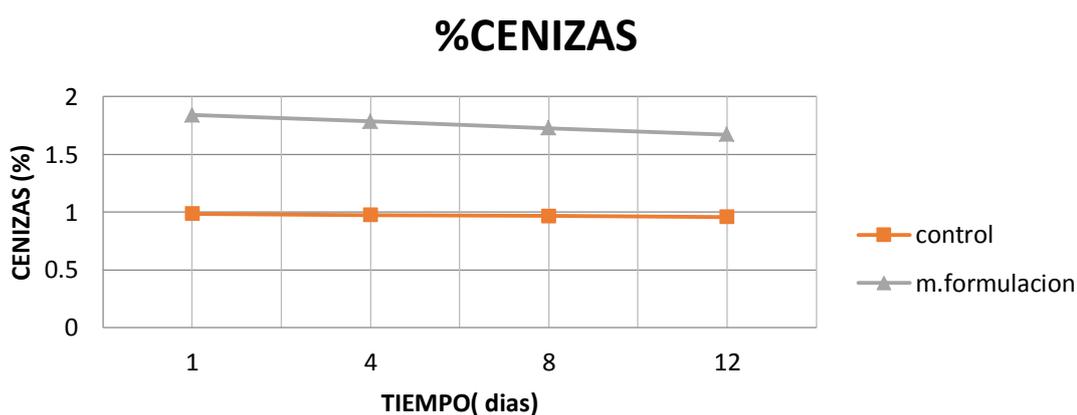


Figura 39: Variación del % de cenizas la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la tabla 44 y la figura 39, se muestran los resultados de los análisis realizados la galleta control y la galleta con mejor formulación sustituido parcialmente con harina de kiwicha y cascara de maracuyá; como se observa el contenido de ceniza es mayor para la galleta con mejor formulación que para el cupcake control, obteniéndose un porcentaje de 0.9869 ± 0.004 y 1.8401 ± 0.014 de ceniza respectivamente. Esto se debe a que la harina de kiwicha contiene $2.81 \pm 0.02\%$ de ceniza y la harina de cascara de maracuyá $4.81 \pm 0.02\%$. Estos valores obtenidos cumplen con la NTP. 206.002:1981, revisada el 2011, la cual señala que un pastel debe tener como máximo 3% de cenizas.

Según (Ishimoto et al., 2007) reportaron un valor de 1.65% de cenizas para una galleta elaborada a partir de harina de trigo y harina de cascara de maracuyá.

Se observa también que conforme pasan los días, este contenido de ceniza va disminuyendo, obteniendo así, el último día de evaluación, un porcentaje de ceniza de 0.9577 ± 0.013 y 1.6718 ± 0.015 para la galleta de control y las galletas con mejor formulación respectivamente.

C. Acidez y Ph

En la tabla 45 y en la figura 40, se muestran los resultados de la variación en almacenamiento de acidez titulable y el pH tanto para el cupcake control como para la galleta con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.. El porcentaje de acidez esta expresado en Meq-ácido láctico.

Tabla 45: Variación del porcentaje de Acidez y Ph de la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (días)	Acidez (%)		pH	
	Control	Mejor Formulación	Control	Mejor Formulación
1	0.097± 0.014	0.138± 0.009	7.00± 0.00	7.00± 0.00
4	0.121± 0.012	0.197± 0.011	6.62± 0.012	6.79± 0.010
8	0.154± 0.007	0.241± 0.014	6.48± 0.007	6.58± 0.015
12	0.194± 0.010	0.287± 0.012	6.41± 0.010	6.44± 0.013

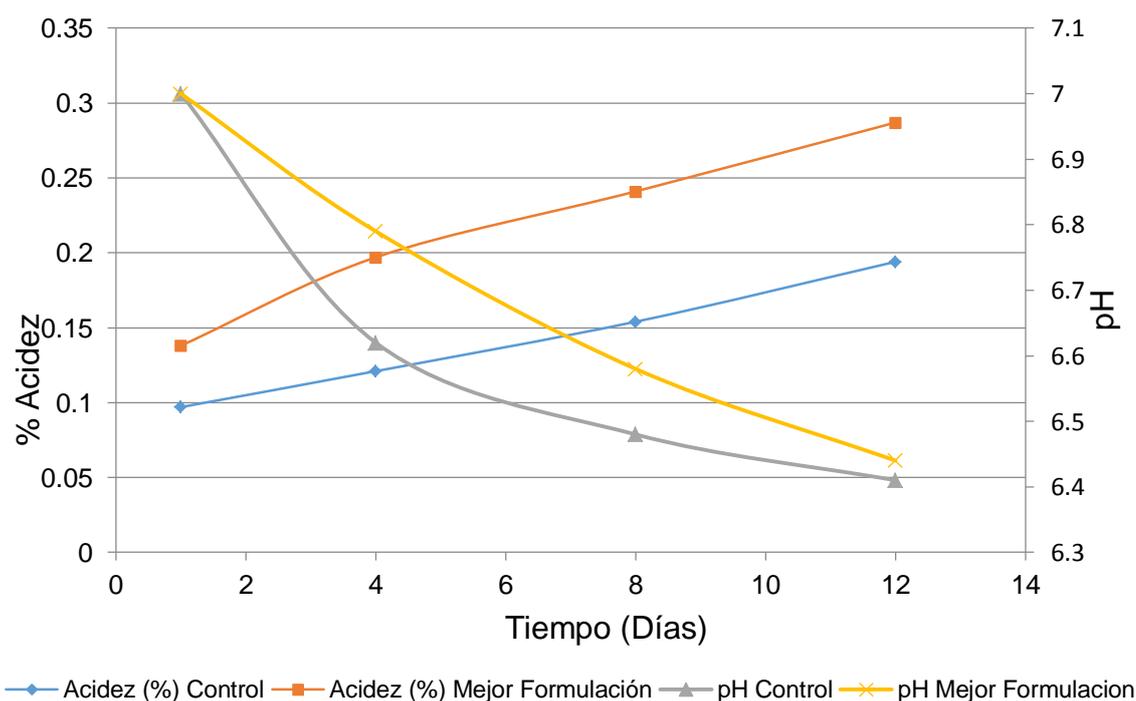


Figura 40: Variación del % de acidez y pH del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 45 y en la figura 40, al inicio del almacenamiento la galleta de control presento una acidez de $0.097 \pm 0.014\%$, y la galleta con mejor formulación presento una acidez de 0.138 ± 0.009 . Se observa que el cupcake de mejor formulación contiene mayor porcentaje de acidez con respecto al control, esto debido a la harina de cascara de maracuyá.

A medida que avanzaban los días de almacenamiento el porcentaje de acidez iba en aumento, dando como resultado una acidez de $0.194 \pm 0.010\%$ y $0.287 \pm 0.012\%$ para el control y el de mejor formulación respectivamente.

Estos datos obtenidos cumplen con la **NTP 206.013,1981(revisada el 2011)**, la cual nos dice que un biscocho de tener como máximo 0.70% (expresada en ácido láctico) de acidez.

El pH de ambos cupcakes como se observa en la tabla 45 y la figura 40, disminuyen con el pasar de los días; ya que para el día 1 el cupcake control presentó un valor de $7.00 \pm 0.00\%$, y para el día 12 tuvo un valor de pH de $6.41 \pm 0.010\%$. De similar manera para la galleta de mejor formulación que presentó un valor de $7.00 \pm 0.00\%$ y disminuyó a $6.44 \pm 0.013\%$.

La variación de la acidez de la galletas se presenta inversamente proporcional a la del pH.

D. Actividad de agua

En la tabla 46 y la figura 41, se muestran los resultados del análisis de actividad de agua tanto para la galleta control como para la galleta con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente..

Tabla 46: Variación de la actividad de agua de las galleta de control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (Días)	Aw	
	Control	Mejor Formulación
1	0.677± 0.002	0.688± 0.004
4	0.675± 0.001	0.685± 0.001
8	0.674± 0.002	0.681± 0.001
12	0.672± 0.003	0.679± 0.002

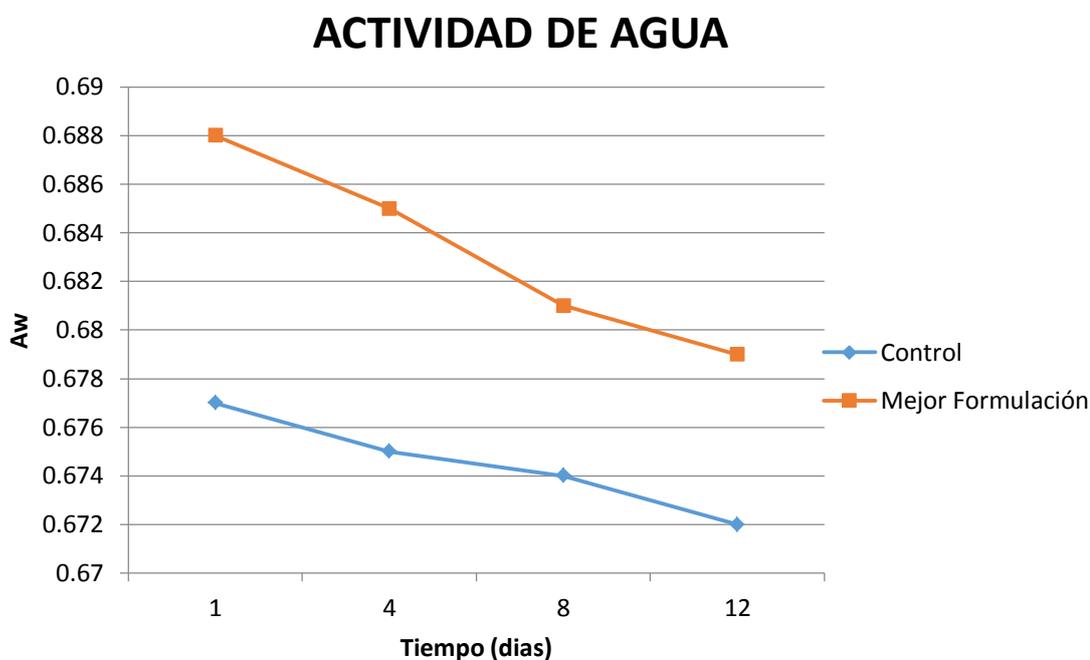


Figura 41: Variación de la actividad de agua de la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 46 y en la figura 41 al inicio del almacenamiento de la galleta control y el de mejor formulación presentaron una actividad de agua de 0.677 ± 0.002 y 0.688 ± 0.004 , respectivamente. Paulatinamente estos valores fueron disminuyendo con el pasar de los días de almacenamiento hasta llegar al mínimo de 0.672 ± 0.003 para el control y 0.679 ± 0.002 para el de mejor formulación a los 12 días de almacenamiento. Dendy (2001), menciona que los productos horneados son muy secos y tienen una baja actividad de agua.

Por su parte Cheftel (1976), nos dice que si el producto está empacado en un embalaje que posee cierta permeabilidad al vapor de agua, se puede calcular también la cantidad de agua absorbida en función del tiempo de almacenamiento y en definitiva la duración de conservación de un alimento con un nivel de calidad aceptable.

E. Textura

En la tabla 47 y la figura 42, se muestran los valores y las curvas obtenidas con el texturómetro para el análisis del perfil de textura (TPA) tanto para la galleta de control como para la galleta con mejor formulación evaluada durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 47: Variación de la textura de la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (Días)	Textura	
	Control	Mejor Formulación
1	133.47 ± 3.4	141.14 ± 3.6
4	145.71 ± 4.1	149.74 ± 5.7
8	168.38 ± 6.5	162.37 ± 4.4
12	175.19 ± 5.7	167.80 ± 6.8

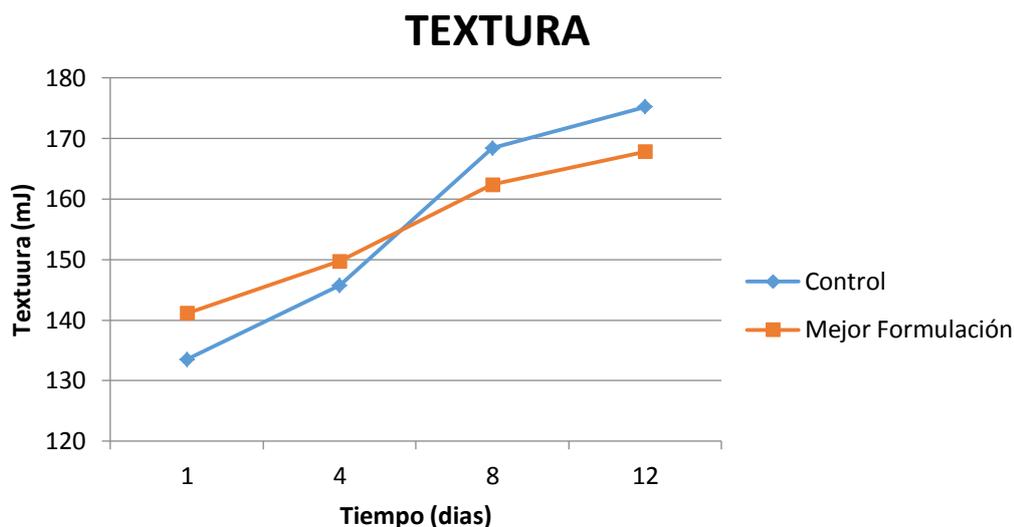


Figura 42: Variación de la textura de la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 72, al comparar los valores de textura obtenidos en las galletas se observó que la fuerza necesaria inicial para fracturar de las galletas fueron de 133.47 ± 3.4 mJ para la galleta control, y 141.14 ± 3.6 mJ para la galleta de mejor formulación. Como se puede notar en ambas muestras, la galleta de mejor formulación es ligeramente más duro con respecto al cupcake control, debido a que se empleó mayor fuerza para romperla; esto puede ser debido a la sustitución con harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá.

A medida que transcurren los días de almacenamiento existe un aumento de dureza de la galleta, tal como se observa en la figura 52. Esto está asociado con el endurecimiento de la miga.

La textura es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación; está relacionada principalmente a la suavidad, que es un atributo importante para la aceptación de alimentos; siendo la evaluación de características tales como dureza, adhesividad, masticabilidad, etc., una forma de garantizar la satisfacción del consumidor en cuanto a sus expectativas sensoriales.

Cauvain et al., 2002, nos dice que durante el almacenamiento, la miga generalmente se vuelve más dura, seca y desmenuzable y la corteza se ablanda y se vuelve correosa.

F. Colorimetría de la miga y la corteza

En la tabla 48 y la figura 43, se muestran los valores obtenidos de la colorimetría de la Corteza para la galleta con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 48: Colorimetría de la corteza de la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (días)	Colorimetría de la Corteza				
	a*	b*	L	C	h
1	12,17± 0.03	23,25± 0.02	36,24± 0.07	26,24	62,37
4	11,91± 0.01	22,17± 0.03	33,27± 0.04	25,17	61,75
8	11,03± 0.04	21,68± 0.02	29,71± 0.02	24,32	63,03
12	10,04± 0.02	20,09± 0.05	26,83± 0.01	22,46	63,45

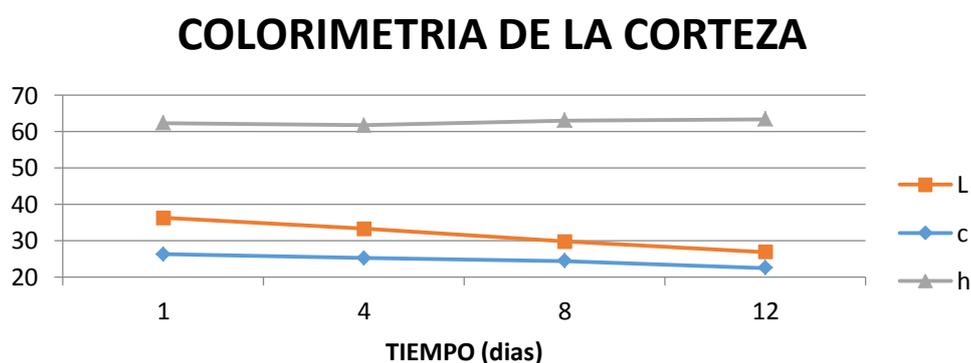


Figura 43: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la corteza de la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la tabla 48 podemos observar al transcurrir los días, los parámetros a^* , b^* , L y C van disminuyendo, mientras que h va en un ligero aumento. Como se puede observar con respecto al valor de b^* , el primer día presenta un valor de $23,25 \pm 0.02$, el cual nos indica una ligera tendencia al amarillo, y en el día 12, el último día de almacenamiento este valor disminuyó a $20,09 \pm 0.05$, lo cual indica que la tendencia al amarillo va disminuyendo conforme transcurren los días.

Por su parte, a^* presentó un valor de $12,17 \pm 0.03$ en el primer día de almacenamiento, esto nos indica una tendencia al rojo. En su último día de almacenamiento este valor disminuyó a $10,04 \pm 0.02$, lo cual indica que la tendencia al rojo se va perdiendo.

Con respecto a la Luminosidad, L, el primer día de almacenamiento presentó un valor de $36,24 \pm 0.07$ y en el último día de almacenamiento este valor disminuyó a $26,83 \pm 0.01$, lo cual nos indica que conforme van transcurriendo los días, el cupcake pierde luminosidad, como se observa en la figura 43.

El valor de Cromaticidad, C, en el día 1 su valor fue de 26,24 y en el día 12 fue de 22,46, notándose una disminución conforme pasan los días. El ángulo de tonalidad, h, en su primer día de almacenamiento presenta un valor de 62,37 y el último día su valor fue de 63,45, estos valores están dentro del primer cuadrante (rojo-amarillo).

Tabla 49: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la miga de las galletas con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (días)	Colorimetría de la Miga				
	a^*	b^*	L	C	h
1	$0,32 \pm 0.02$	$30,51 \pm 0.04$	$61,43 \pm 0.01$	30,51	89,40
4	$0,28 \pm 0.01$	$28,72 \pm 0.07$	$60,38 \pm 0.03$	28,72	89,44
8	$0,1 \pm 0.05$	$27,64 \pm 0.03$	$58,91 \pm 0.02$	27,64	89,79
12	$-1,07 \pm 0.03$	$25,48 \pm 0.02$	$56,72 \pm 0.07$	25,50	92,40

COLORIMETRIA DE LA MIGA

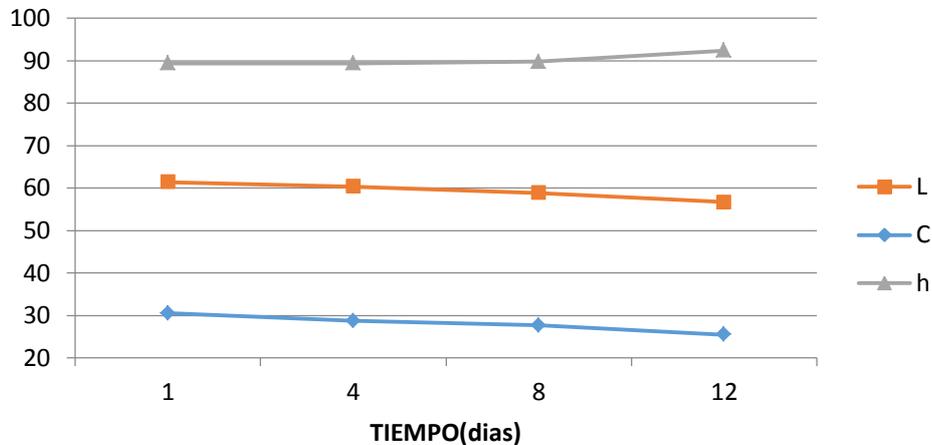


Figura 44: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la miga de las galletas con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la tabla 49 podemos observar al transcurrir los días, los parámetros a^* , b^* , L y C van disminuyendo, mientras que h va en un ligero aumento. Como se puede observar con respecto al valor de b^* , el primer día presenta un valor de $30,51 \pm 0.04$, el cual nos indica una ligera tendencia al amarillo, y en el día 12, el último día de almacenamiento este valor disminuyó a $25,48 \pm 0.02$, lo cual indica que la tendencia al amarillo va disminuyendo conforme transcurren los días.

Por su parte, a^* presentó un valor de $0,32 \pm 0.02$ en el primer día de almacenamiento, esto nos indica una ligera tendencia al rojo. En su último día de almacenamiento este valor disminuyó a $-1,07 \pm 0.03$, lo cual indica que la tendencia al rojo se va perdiendo.

Con respecto a la Luminosidad, L, el primer día de almacenamiento presentó un valor de $61,43 \pm 0.01$ y en el último día de almacenamiento este valor disminuyó a $56,72 \pm 0.07$, lo cual nos indica que conforme van transcurriendo los días, el cupcake pierde luminosidad, como se observa en la figura 44.

El valor de Cromaticidad, C, en el día 1 su valor fue de 30,51 y en el día 12 fue de 25,50, notándose una disminución conforme pasan los días. El ángulo de tonalidad, h, en su primer día de almacenamiento presenta un valor de 89,40 y el último día su valor fue de 92,40.

G. Fibra

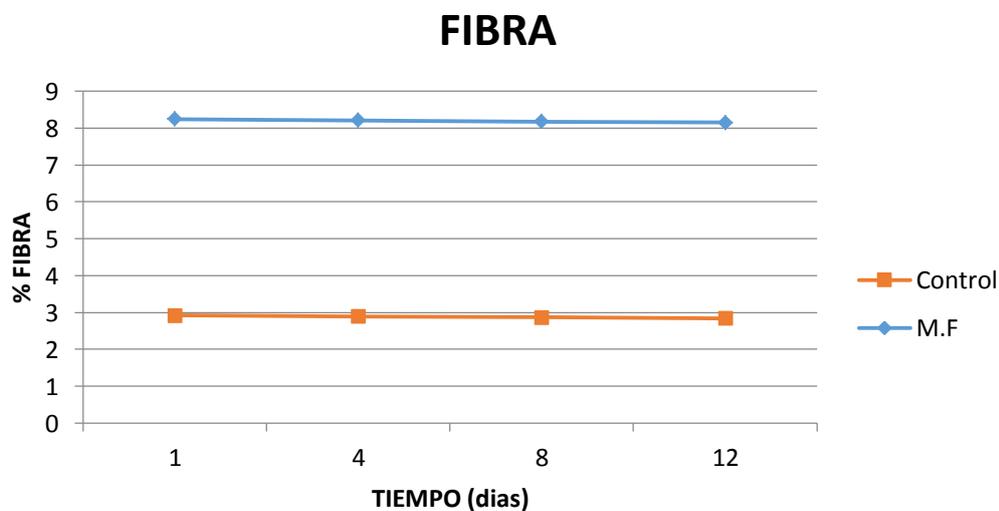
En la tabla 50 y la figura 45, se muestran los resultados del análisis de fibra tanto para las galletas control como para la galletas con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Este análisis se realizó debido al elevado contenido de fibra en la harina de cascara de maracuyá 28.59 y en harina de kiwicha 2.98.

Tabla 50: Variación de la fibra de la galleta control y la galleta con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (Días)	Fibra %	
	Control	Mejor Formulación
1	2.92	8.25
4	2.89	8.21
8	2.87	8.18
12	2.84	8.15

Figura 45: Variación del % de fibra de la galleta control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.



Como se observa en la tabla 50 la galleta con mejor formulación contiene un elevado porcentaje de fibra con respecto al control, los datos son de 8.25% y 2.92% para ambos cupcakes respectivamente. Se muestra mayor el porcentaje de fibra, debido a que contiene harina de cascara de maracuyá.

En la figura 45 se puede notar una ligera disminución del porcentaje de fibra conforme transcurren los días.

El contenido de fibra en un alimento esencial en la dieta del ser humano esto, La fibra dietética presenta muchas cualidades funcionales, entre ellas la habilidad de captar agua, y algunas reducen el contenido de glucosa en sangre, esto corroborado por Badui (2006), La importancia de la fibra en la dieta fue puesta de manifiesto en la década de los setenta; a raíz de esto se han efectuado muchos estudios que relacionan la ausencia de fibra con diversos problemas de salud, tales como constipación, diverticulosis, colitis, hemorroides, cáncer en el colon y en el recto, diabetes *mellitus*, aterosclerosis y otros. Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y, por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del ser humano.

4.5.2 Análisis microbiológico

Según La N.T.P. 206.002,1981 (Revisada el 2011); establece que los cupcakes deben estar exentos de microorganismos patógenos y la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería insta con respecto a Mohos, lo detallado en la Tabla 51.

Tabla 51: 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, tostados, biscochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, 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 siguiente tabla 52, tenemos los resultados de los análisis microbiológicos que realizamos a la mejor formulación de la galleta durante los días 1, 6 y 12 de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 52: Análisis microbiológico de la mejor formulación de la galleta, durante los días 1,6 y 12 de almacenamiento a temperatura ambiente.

ANALISIS	ALMACENAMIENTO		
	Día 1	Día 6	Día 12
Recuento de bacterias aerobios mesófilos	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g
Recuento de mohos y levaduras	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g

Como se observa en la tabla 52, durante los días de almacenamiento no se encontró presencia de unidades formadoras de colonia para mohos y levadura ni para bacterias aerobias mesófilas hasta el último día de evaluación, el día 12. Estos datos están dentro de los rangos permitidos por la NTP, comprobando así que el producto es apto para el consumo humano.

4.7. Evaluación del tipo de envase.

4.7.1. Evaluación de la pérdida de peso

En la tabla 53 y la figura 46, se muestran los resultados del análisis de pérdida de para la galleta con mejor formulación evaluados en bolsa de polietileno de densidad dos, bolsa de polipropileno de densidad dos y envases termoformados PET durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 23: Variación de peso de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

Tiempo (días)	Variación de peso		
	PET	Polipropileno	Polietileno
1	50.1494±0.0003	51,8083±0.0002	50.0432±0.0002
4	49,9972±0.0002	51,7874±0.0001	49,9781±0.0001
8	49,9608±0.0001	51,7321±0.0002	49,9668±0.0002
12	49,9471±0.0002	51,7192±0.0003	49,9518±0.0003

VARIACION DE PESO

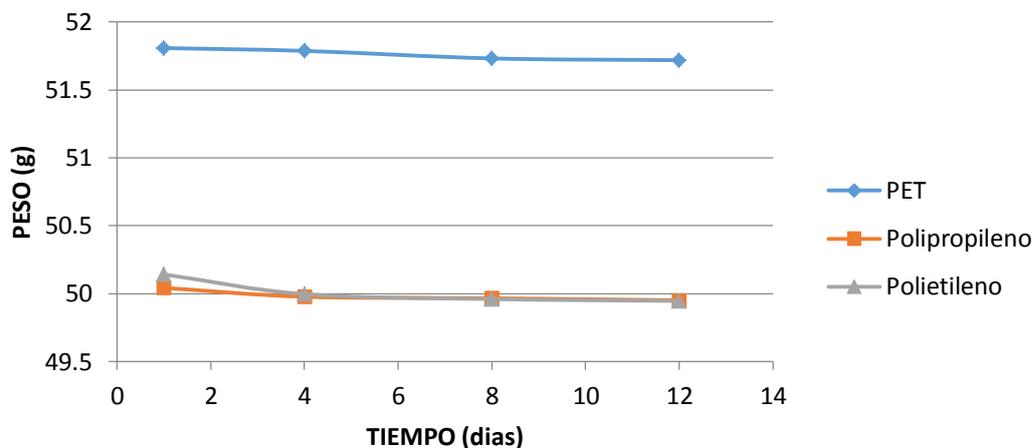


Figura 26: Variación de peso de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

Podemos observar en la figura 122 que conforme transcurren los días de almacenamiento, de la galletas van perdiendo su peso. Esto puede ser debido a la pérdida de humedad.

Tabla 54: Variación del % de pérdida de peso de la galleta con mejor formulación, envasados en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

Tiempo (días)	Pérdida de peso		
	PET	Polipropileno	Polietileno
1	0	0	0
4	0,289	0,04	0,13
8	0,362	0,147	0,153
12	0,389	0,171	0,183

% PERDIDA DE PESO

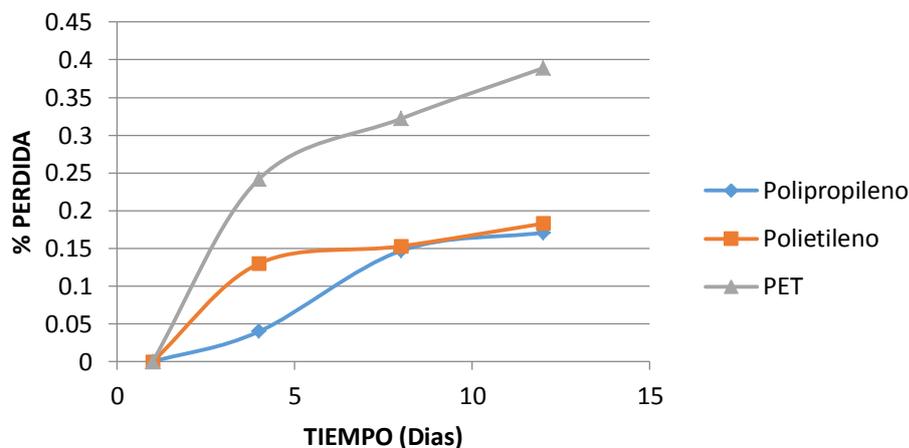


Figura 47: Variación del % de pérdida de peso de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente .

En la figura 47 podemos observar que los cupcakes envasadas en potes PET, fueron los que obtuvieron mayor pérdida de peso teniendo un resultado de 0,389%, puesto que van perdiendo peso más rápido en comparación con las bolsas de Polietileno y también las de Polipropileno. Caso contrario las galletas envasados en bolsa de polipropileno la pérdida de peso fue menor (0,171%).

Tabla 55: ANOVA – Análisis de varianza del Peso

F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Envase	0.6042	2	0.2957	7.03	0.0241
Días	0.5164	3	0.1752	3.82	0.0801
Residuos	0.2699	6	0.0435		
Total	1.77	11			

Analizando la Tabla 55 de análisis de varianza (ANOVA) para el variable peso; donde se estableció que sí existen diferencias significativas entre los envases mas no entre los días, en las galletas envasados en bolsas de polietileno, polipropileno y envases pet.se verificó que el valor p para el tipo de envase es menor a 0.05.

4.7.1. Evaluación de la textura.

En la tabla 56 y la figura 48, se muestran los resultados del análisis de textura para la galleta con mejor formulación evaluados en bolsa de polietileno de densidad dos, bolsa de polipropileno de densidad dos y envases termoformados PET durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 56: Análisis de textura de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

Tiempo (días)	TEXTURA (mJ)		
	PET	Polipropileno	Polietileno
1	153.14± 3.0	141.14± 3.6	145.14± 4.1
4	168.42± 5.3	149.74± 5.7	165.34± 5.0
8	177.27± 3.4	152.37± 4.4	170.27± 3.2
12	183.80±5.8	167.80±6.8	175.80±6.2

TEXTURA

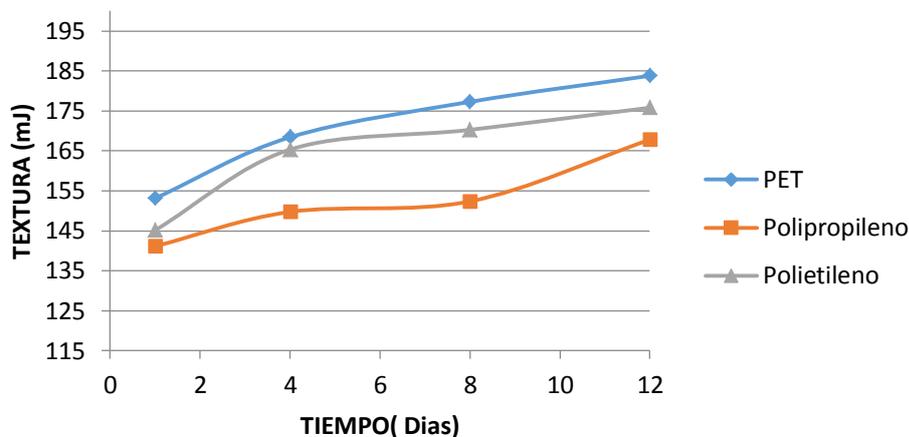


Figura 48: Análisis de textura de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

En la figura 48 podemos observar que a conforme pasan los días, la dureza de las galletas aumentaban.

También observamos que las galletas envasados en bolsa de polipropileno mantuvieron una textura más suave, esto en comparación con los demás.

4.7.2. Evaluación de la pérdida de humedad

En la tabla 57 y figura 49, se muestran los resultados de los análisis de % de humedad de la mejor formulación de cupcake, que fue envasado en bolsa de Polipropileno de densidad dos, bolsa de Polietileno de densidad dos y potes termoformados PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura de ambiente.

Tabla 27: Análisis de la variación de % de humedad de la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tiempo (días)	HUMEDAD EN DIFERENTES TIPO DE ENVASE		
	PET	Polipropileno	Polietileno
1	20.7417± 0.12	21.8407± 0.14	21.2214± 0.10
4	20.0183± 0.24	20.8784± 0.29	20.8844± 0.15
8	19.5736± 0.43	18.9747± 0.33	20.7530± 0.12
12	19.1713± 0.15	18.5718± 0.25	20.1708± 0.20

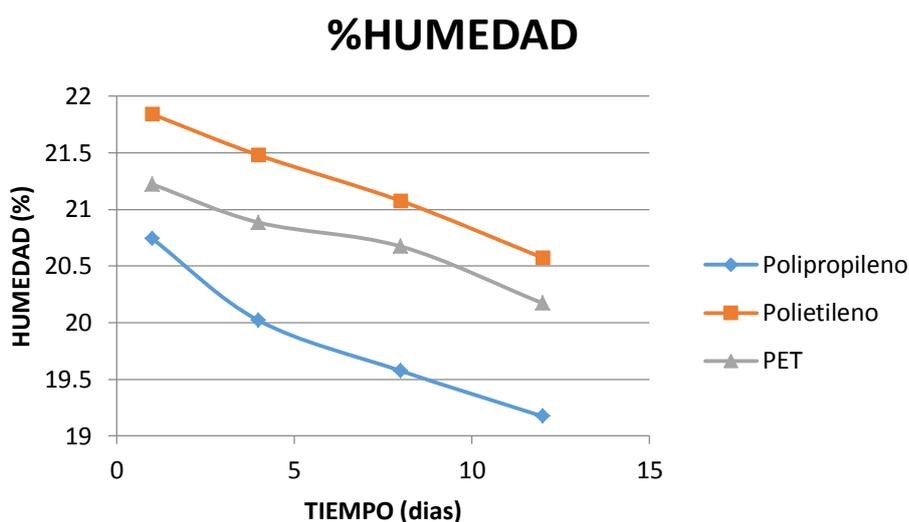


Figura 50: Análisis de la variación de % de humedad del la galleta con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

4.8. Vida útil de la galleta.

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 la aceptabilidad, sabor y textura del galletas con mejor formulación durante 12 días, dándonos un valor de 12 días en la tabla de aceptabilidad.

V. Conclusiones.

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de galletas es: Proteína ($12.20 \pm 0.4\%$), Humedad ($11.8 \pm 0.6\%$), Cenizas ($0.61 \pm 0.07\%$), Grasa ($1.68 \pm 0.02\%$), Fibra (1.39%) y Carbohidratos (72.32%).
 - La composición química proximal de la harina de tarwi es: Proteína ($44.04 \pm 0.12\%$), Humedad ($6.22 \pm 0.15\%$), Cenizas ($2.81 \pm 0.02\%$), Grasa ($26.32 \pm 0.24\%$), Fibra ($2.98 \pm 0.05\%$) y Carbohidratos (17.63%).
 - La composición química proximal de la harina de cascara de maracuyá es: Proteína ($3.88 \pm 0.10\%$), Humedad ($12.04 \pm 0.11\%$), Cenizas ($4.81 \pm 0.02\%$), Grasa ($0.32 \pm 0.15\%$), Fibra (28.59%) y Carbohidratos (50.36%).
- Se evaluó las características reológicas de la harina de trigo, llegándose a concluir que si cumple con las características reológicas para una harina de trigo galletera.
- Se determinó que la mejor sustitución parcial de harina de trigo, harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá es: 90 %, 4 % y 6%, mediante la evaluación sensorial y métodos matemáticos.
- Se determinó que el mejor envase para cupcakes fue las bolsas de polipropileno de densidad #2, ya que se conservó mejor sus características de: Humedad, color, sabor y textura.

- Se determinó que el tiempo de vida útil sensorial de las galletas elaborado con harina de trigo, harina de kiwicha y harina de cascara de maracuyá es de 12 días, haciendo uso de métodos matemáticos
- Desde el punto de vista nutricional las galletas tuvieron un cómputo químico de fibra elevado, esto debido a la gran cantidad de fibra que aporta la cascara de maracuyá, así como rica en proteínas la cual complementa la Harina de kiwicha. Ambos son un excelente complemento para la nutrición.

VI. Recomendaciones.

- ✓ Se recomienda investigar el uso de harina de cascara de maracuyá en otros productos de panificación por su alto contenido de fibra.
- ✓ Se recomienda darle énfasis a otros estudios que tengan que ver con la sustitución parcial de harinas de desechos industriales de otros productos autóctonos de las regiones, así podremos incrementar el valor nutricional de muchos productos de pastelería.
- ✓ Se recomienda realizar más investigaciones sobre harinas sucedáneas, sobre todo harinas provenientes de hortalizas, o de otra fuente diferente a cereales o legumbres.
- ✓ Realizar pruebas biológicas en la evaluación de la mejor sustitución de las galletas como digestibilidad aparente in vivo (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU).
- ✓ Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la elaboración de la galleta con la mejor mezcla de sustitución parcial.

VII. Referencias Bibliográficas.

- Álvarez, S. Harina de Trigo. 1997.

- Astaiza M., Ruiz L., Elizalde A., “Elaboración de pastas enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinua wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*)”, 2010.
- Badui, S. 1986. Química de los Alimentos. Edit. Alhambra. México, D.F.
- Benjamín Castañeda Castañeda¹, Renán Manrique M.², Fabricio Gamarra Castillo³, Ana Muñoz Jáuregui⁴, Fernando Ramos E.⁵, Frank Lizaraso Caparó⁶, Jorge Martínez H⁷. “Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* (chocho o tarwi)” 2008.
- Brabender. 2011. Manual de Instrucciones Farinograph – AT. Alemania.
- Calaveras J. (1996); Tratado de Panificación y Bollería; España.
- Cantón Castillo Luis Carlos G., Luit González Magali del Carmen, Pérez Flores Virginia Manuela, Herrera Rodríguez Francisco Javier. “Galletas de maracuyá: una excelente alternativa nutricional”, 2010.
- Carlos J. Bernabé (2005). influencia de los componentes de la harina en la panificación.
- Carpenter, h. C.; anderssen, r. S, (2000). Modelling the developmental rheology of wheat flour dough using extension test. *Journal of Cereal Science*, v. 31, n. 1, p. 1-13.
- Carrascal, A.K. (2003) Microorganismos emergentes una mirada nacional En: Taller de Inocuidad alimentaria. ILSIGN orandino. FAO. Quito, Ecuador.
- Cerón R. (2002). La quinua como cultivo alternativo, base de la seguridad alimentaria y su importancia agroindustrial. San Juan de Pasto. Universidad de Mariño
- Collazos, C.; Phlip, W.; Viñas, E.; Alvistur, J.; Urquieta, A.; Vásquez, J. 1993. Composición de Alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta Edición. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.
- Dendy, David A.V., Dobras. k, Bogdan J. “Cereales y productos derivados : química y tecnología”, Editorial Zaragoza, Acribia 2003.

- Escudero, e. y González, P. (2006). “Artículo Científico: La fibra dietética”. Suplemento 2. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Madrid – España. P.32
- FAO/OMS/ONU. (1985). Necesidades de energía y de proteína. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie informes técnicos 724, OMS, Ginebra.
- Fleischmann; Manual de Panadería; pag. 4 – 5.
- Flores, (1994), “Elaboración de panes con proteína texturizada de pejerrey (*Basilichthys banariensis*), Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero, Facultad de Oceanografía Pesquera y Ciencia Alimentaria, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.
- Frazier W. Y Westhoff D. (1993); Microbiología de los Alimentos; España.
- Kent. 1959. Química y Tecnología de Cereales. Ed. Acribia España.
- Kent. 1971. Tecnología de Cereales. Ed. Acribia España.
- Matos Chamorro, Alfredo¹; Muñoz Alegre, Karen Isabel² :” Elaboración de Pan con Sustitución Parcial de Harina Pre Cocida de Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*)”, 2010.
- Mujica Angel & Seven-E. Jacobsen (2006). El tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet.*) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes. Centrales Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pp. 458-482.
- Mujica, A., Aguilar J. & S. E. Jacobsen. (2001). Resúmenes de investigación en tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) 1976-2001. Puno-Perú.
- Mujica, A., S. E. Jacobsen & J. Izquierdo. (2001). Lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*). Cuarenta años de investigación en el Perú. En X Conferencia Internacional de Lupino: Cultivo del lupino desde los trópicos hasta los polos.
- Plaza Rodas Néstor; Tarira Vulgarín María; Terán Castro Lucía: “Proyecto de producción y comercialización de la harina de cascara de maracuyá para el mercado local”, 2010.

- Sánchez Herrera, Daniel Ruben, Valderrama Curo, Donal Jesús, “Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en la calidad de fideos”, 2009.
- Saravia Carecé. La Cantidad y la Calidad: El resultado de un buen negocio se define por la calidad del producto y también por la cantidad que producimos. Revista Panadería y Pastelería Peruana. Lima-Perú. 2014.

Páginas web:

- <http://es.scribd.com/doc/61824656/8/Composicion-quimica-y-valor-nutricional>
- <http://www.conocimiento.gob.ec/el-chocho-es-una-alternativa-para-una-mejor-alimentacion-de-los-ecuatorianos/>
- http://www.biotika.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=56&showall=1
- <http://www.slideshare.net/IvanHinojosa1/09-proc-tarwi-16724707>
- <http://es.scribd.com/doc/44688520/PROYECTO-DE-MARACUYA#scribd>
- <http://www.mytaste.pe/b/como-se-hace-la-harina-de-maracuya.html>
- <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1640552>
- <http://biolifepuno.blogspot.com/2012/05/analisis-fisico-quimico-de-alimentos.html>
- <https://www.veoverde.com/2011/11/atencion-diabeticos-cascara-de-maracuya-y-hoja-de-palto-reducen-niveles-de-glicemia/>

ANEXOS

ANEXO 1

Obtención de Harina de Cascara de Maracuyá

Obtención de harina de cascara de Maracuyá

Las cascaras de maracuyá utilizados en la obtención de la harina, se encontraban en condiciones óptimas. El peso inicial de maracuyá utilizado fue de 20 kg. En la figura 20, se muestra el flujo de operaciones para la obtención de harina de cascara de Maracuya.

Selección

Se seleccionaron la cascara de Maracuyá, la de mejores condiciones, descartándose aquellas cascaras en mala condición, con daños visibles u objetos extraños.



Figura 1: Cascaras de maracuyá seleccionadas

Lavado y Sanitizado

Está operación se realizó de manera manual, utilizando agua potable a chorro y a temperatura de ambiente, con el fin de eliminar restos de polvo presentes en la cascara de Marcuya. Luego fueron sanitizadas con una solución de hipoclorito de sodio (lejía comercial) 50 ppm, mediante el método de inmersión por un tiempo de 10 minutos.

Trozado

Esta operación se realizó con el fin de facilitar el secado de las vainas de algarroba. Se realizó de manera manual.



Figura 2: Cortado de la cascara de Maracuyá.

Secado

El secado se realizó en el secador de bandejas del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial; esta etapa tuvo una duración de 7 a 9 horas a 90 °C. el color de las vainas tuvo un ligero cambio de color de un amarillo pálido a un amarillo ligeramente oscuro.



Figura 3: Secado de la cascara de Maracuyá.

Molienda

Se realizó en el módulo de molienda del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial; mediante el molino de martillos.



Figura 4: Molienda de la cascara de Maracuyá secada

Tamizado

Para esta operación se utilizó los tamices ASTM con las mallas N° 10, N° 18 y N° 60, para así obtener una harina fina con un diámetro de grano de 0.05.

G. Envasado

Finalmente la harina fina obtenida se envaso en bolsa de polipropileno de alta densidad. Posteriormente fue almacenada a temperatura de ambiente.



Figura 5: Envasado de la harina de cascara de Maracuyá

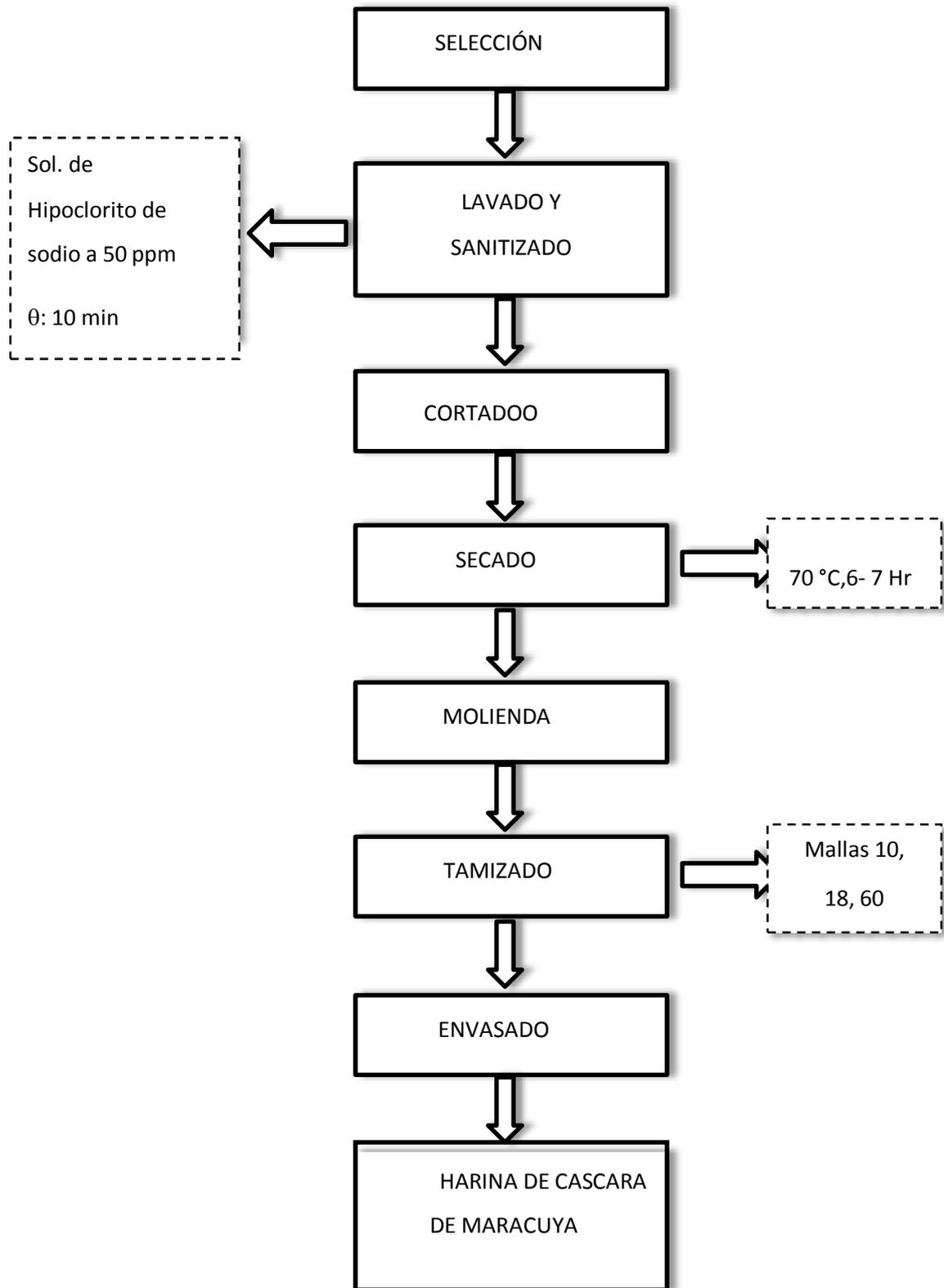


Figura 7: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de cascara de Maracuyá

ANEXO 2

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE MATERIA PRIMA

Procedimiento.

- Agregar las muestras sobre la placa de equipo (5 gramos)
- Luego configurar la temperatura de 115°C.
- A un tiempo de 10 min.



Figura A-I: Muestra de harina en el equipo



Figura A-I: Muestra lista para analizar humedad

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE CENIZA

Procedimiento:

- En un crisol identificado, seco y tarado (A_1) pesar aproximadamente 2g. de muestra (m).
- Incinerar la muestra en la cocina eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar a 550 °C por 3 a 5 h. hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocar en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.

Cálculos:

$$\% \text{ CENIZAS} = \frac{P_2 - P_1}{m} * 100$$

Donde:

A_1 : Peso del crisol vacío (g)

A_2 : Peso del crisol más ceniza (g) m: Peso
de la muestra (g)



Figura A-II: Muestras de harina de trigo y kiwicha en la cocina eléctrica y mufla

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE GRASA

Procedimiento:

- Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca, empaquetándolo en papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo soxhlet.
- Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón (125ml).
- Seguidamente se conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo, allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifoneado, arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado, la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45 a 60 gotas por minuto.
- El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.
- El hexano se recibe en el balón previamente seco y tarado.
- Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano. ▪ Evaporar el solvente permanente en el balón, con una estufa (30 min. x 105 °C), enfriar en una campana de desecación por un espacio de 30 min. y pesar.

Cálculos:

Donde:
$$\%Grasa = \frac{(A_2 - A_1)}{m} \times 100$$

A₂: Peso del balón con hexano etéreo (g).

ANEXO 3

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
EVALUACION SENSORIAL DE CUPCAKES

Nombre: _____ **Edad:** _____

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de **CUPCAKES**. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el **COLOR** de la muestra

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Erro! defini	Muestra	COLOR

II . Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el **SABOR** de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	SABOR

II . Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó la **TEXTURA** de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	TEXTURA

III. Con base en su opinión sobre esta muestra de **CUPCAKES**, indique en la escala de abajo, su actitud si Ud., encuentra esta muestra a la venta.

5. Con certeza lo compraría
4. Posiblemnte lo compraría
3. Talvez compraría / talvez no compraría
2. Possiblemente no lo compraría
1. Con certeza no lo compraría

Muestra	INTENCIÓ DE COMPRA

ANEXO 4

SISTEMAS DE COLORES CIE Lab

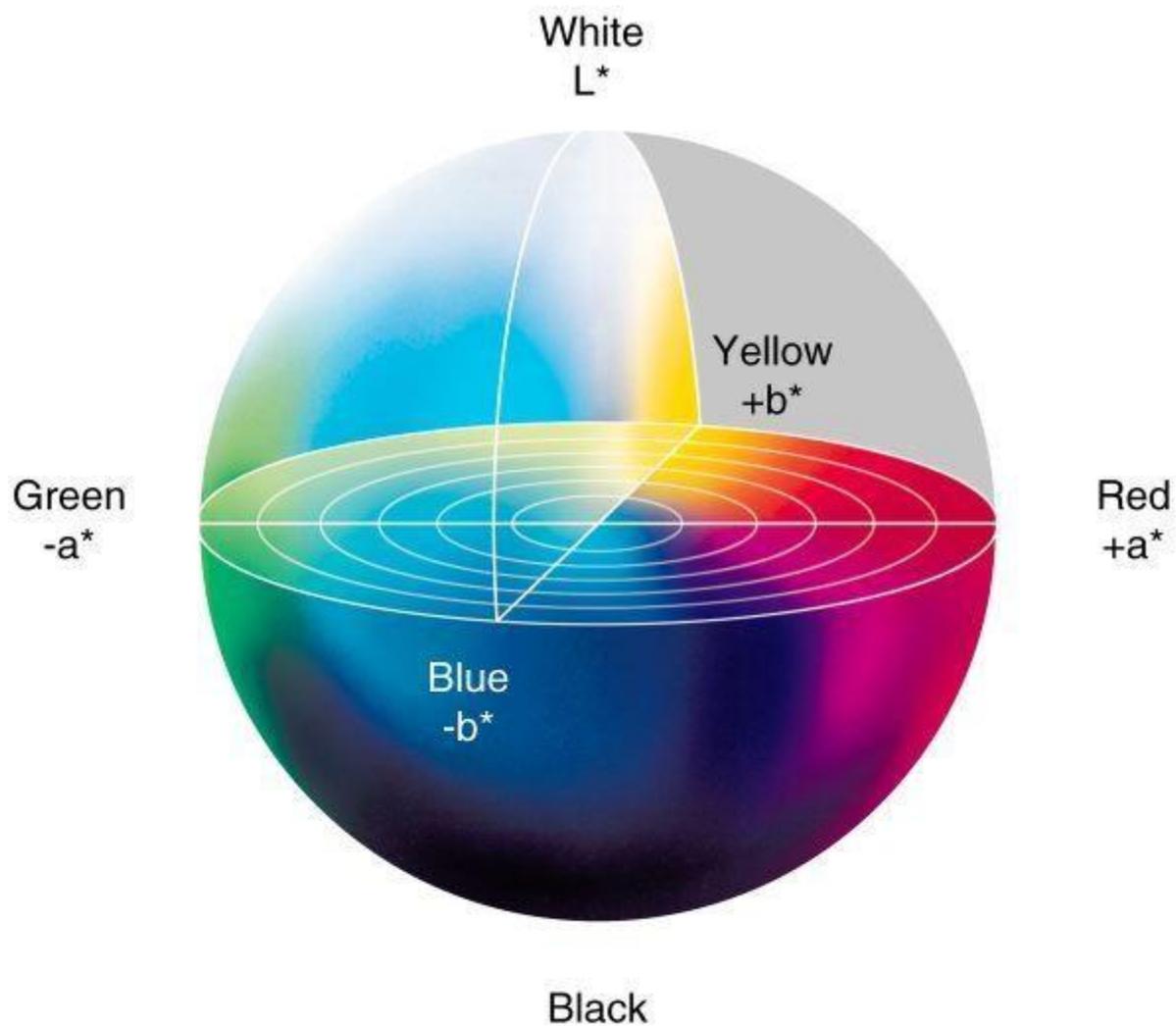


Figura A- V: Sistema de colores CIE Lab.

Mencionado por (Batista, 2007)

Resultados de la Evaluación Sensorial para Sabor, Textura, Olor y Color.

Tabla A - 5: Resultados de Sabor

PANELISTAS	FORMULACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	7	8	6	8	9	7	7	9	8	7	8	
2	6	6	8	6	7	5	5	6	5	7	6	
3	4	7	8		9	3	5	2	7	9	8	
4	3	3	8	4	6	1	7	7	5	5	6	
5	7	6	8	6	7	5	5	7	8	7	7	
6	8	4	7	7	7	6	4	7	5	8	8	
7	1	5	8	4	8	6	9	3	8	5	5	
8	6	6	6	7	5	8	4	8	6	8	8	
9	8	6	5	6	5	7	5	7	7	7	7	
10	5	9	8	5	9	7	6	7	8	7	8	
11	7	6	6	8	7	7	6	8	8	7	8	
12	7	6	6	6	5	7	6	8	8	8	8	
13	5	3	4	6	3	7	3	5	6	5	5	
14	6	5	7	5	5	5	7	4	7	7	5	
15	6	7	7	6	7	6	6	5	6	6	5	
16	7	8	6	8	9	7	7	9	8	7	8	
17	6	6	8	6	7	5	5	6	5	7	5	
18	4	7	8		9	3	5	2	7	9	7	
19	3	3	8	4	6	1	7	7	5	5	9	
20	7	6	8	6	7	5	5	7	8	7	8	
21	8	4	7	7	7	6	4	7	5	8	6	
22	1	5	8	4	8	6	9	3	8	5	6	
23	6	6	6	7	5	8	4	8	6	8	6	
24	8	6	5	6	5	7	5	7	7	7	7	
25	5	9	8	5	9	7	6	7	8	7	8	
26	7	6	6	8	7	7	6	8	8	7	5	
27	7	6	6	6	5	7	6	8	8	8	6	
28	5	3	4	6	3	7	3	5	6	5	7	
29	6	5	7	5	5	5	7	4	7	7	8	
30	6	7	7	6	7	6	6	5	6	6	7	
	5.733	5.8	6.8		6	6.6	5.8	5.667	6.2	6.8	6.867	6.833

Tabla A - 6: Resultados de Textura

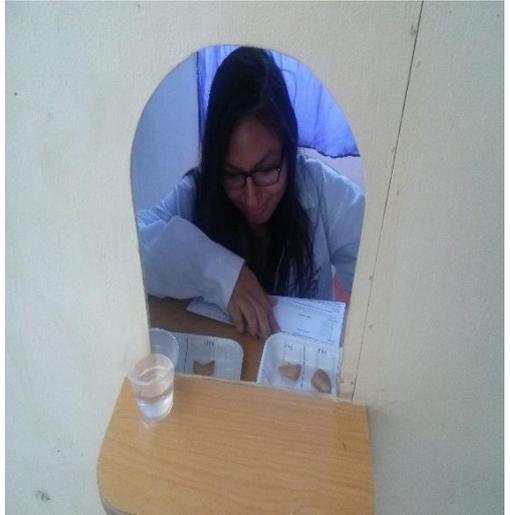
PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	7	7	7	8	6	6	8	7	6	7
2	5	5	8	6	7	5	6	4	7	7	7
3	8	8	6	8	7	5	9	7	6	7	7
4	7	3	8	5	6	5	7	7	4	5	8
5	5	8	5	6	3	4	5	5	7	5	6
6	6	4	4	5	5	5	7	4	5	5	8
7	7	1	5	6	8	2	6	5	7	7	6
8	5	4	5	6	6	7	5	6	7	5	7
9	6	7	8	6	9	7	9	6	7	8	5
10	8	8	9	7	9	7	7	8	8	7	8
11	8	7	6	7	6	7	6	8	8	7	6
12	7	7	7	8	8	6	7	7	6	7	7
13	5	2	5	7	7	7	8	6	7	7	7
14	5	6	4	5	6	7	5	6	5	8	5
15	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	4
16	7	7	7	7	8	6	6	8	7	8	5
17	7	5	8	6	7	5	6	4	7	6	6
18	8	8	6	8	7	5	9	7	6	7	6
19	7	3	8	4	6	7	7	7	4	5	8
20	5	8	5	6	7	5	5	5	7	5	8
21	7	4	5	6	4	5	4	4	5	7	5
22	7	1	5	8	8	2	6	5	7	9	6
23	5	4	5	6	6	7	5	6	7	5	7
24	7	7	8	5	9	7	9	6	7	8	7
25	8	8	9	7	9	7	7	8	8	7	7
26	8	7	6	7	6	7	6	8	8	6	7
27	7	7	7	8	8	6	7	7	6	7	5
28	6	2	5	8	5	7	8	6	7	5	7
29	7	6	5	5	5	7	6	6	6	8	7
30	6	6	6	5	6	6	6	6	7	6	6
	6.57	5.53	6.27	6.37	6.73	5.83	6.53	6.20	6.57	6.53	6.50

Tabla A - 7: Resultados de Olor

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	8	6	9	6	8	7	7	6	9	7
2	5	5	5	5	7	6	5	5	5	5	8
3	6	7	7		9	3	8	7	7	6	5
4	5	7	8	7	6	2	7	7	4	5	5
5	7	6	5	5	6	6	8	7	8	7	6
6	7	4	4	4	4	4	4	4	6	6	5
7	4	2	7	7	6	8	6	2	8	9	9
8	7	5	6	8	6	8	4	7	6	4	6
9	9	8	6	6	8	6	6	7	6	4	7
10	5	7	7	8	7	9	7	7	7	9	6
11	6	7	7	7	7	6	7	8	5	6	5
12	7	6	8	7	6	6	8	6	7	7	6
13	7	4	3	6	4	3	4	6	8	6	7
14	6	7	7	5	5	6	7	6	5	5	5
15	6	6	5	5	5	5	5	6	5	6	6
16	7	8	6	9	6	8	7	7	6	9	5
17	5	5	5	5	7	6	5	5	7	5	7
18	7	7	7		9	3	8	7	6	6	6
19	5	7	8	7	6	2	7	7	8	5	7
20	7	6	5	5	6	6	8	7	8	7	5
21	7	4	4	4	4	4	4	4	6	6	5
22	5	2	7	7	6	8	6	2	3	9	9
23	7	5	6	8	6	8	4	7	6	4	6
24	9	8	6	6	8	6	6	7	8	4	8
25	5	7	7	8	7	9	7	7	7	9	6
26	6	7	7	7	7	6	7	8	5	6	6
27	6	6	8	7	6	6	8	6	7	7	7
28	5	4	3	6	4	3	4	6	8	7	8
29	4	8	7	5	5	6	7	6	7	5	6
30	6	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6
	6.17	5.97	6.07	6.36	6.13	5.73	6.20	6.13	6.37	6.30	6.33

Tabla A - 8: Resultados de Color

PANELISTAS	FORMULACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8	8	7	7	5	6	6	8	7	6	5
2	6	4	6	6	7	7	7	6	6	6	8
3	4	7	7	7	9	3	8	7	4	7	6
4	4	3	8	6	6	4	7	7	7	5	6
5	9	7	8	6	6	6	7	7	7	8	5
6	6	4	4	4	4	6	4	4	6	7	8
7	5	8	0	2	7	4	5	6	9	7	7
8	6	5	6	7	6	6	5	7	5	5	5
9	7	6	7	4	8	7	8	6	6	6	5
10	5	5	7	8	5	6	6	9	7	5	7
11	6	6	6	7	7	5	7	8	7	7	6
12	5	4	5	6	9	3	4	5	8	9	9
13	7	2	2	8	2	6	4	6	5	4	8
14	7	6	7	4	7	6	6	5	5	7	5
15	5	6	6	6	6	4	2	6	6	5	6
16	8	8	7	7	5	6	6	8	5	6	5
17	6	4	6	6	7	7	7	6	6	6	6
18	5	7	7	5	9	3	8	7	7	6	7
19	3	3	8	6	6	5	7	7	4	5	6
20	9	7	8	6	6	6	7	7	4	8	6
21	6	4	4	4	4	6	4	4	6	7	6
22	5	8	0	2	7	4	5	6	9	7	4
23	6	5	6	7	6	7	5	7	6	5	6
24	7	6	7	4	8	5	7	6	6	4	7
25	5	5	7	8	5	6	6	9	7	5	6
26	6	6	6	7	7	5	7	6	7	7	5
27	6	4	5	6	9	4	4	5	8	9	6
28	7	2	2	8	2	5	4	6	5	6	6
29	7	6	7	4	7	6	6	5	5	7	7
30	5	6	6	6	6	4	3	6	6	5	7
	6.03	5.40	5.73	5.80	6.27	5.27	5.73	6.40	6.20	6.23	6.20



Fotografías del Análisis Senso

