

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TÍTULO:

“SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabilis sweet*) Y HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora Edulis*) EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES”

INVESTIGADORES:

Bach. Arteaga Sáenz Pamela Margarita

Bach. Silva Rufino Ana Laiz

ASESOR:

Dra. Luz Paucar Menacho

Nuevo Chimbote, Perú 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Académico Profesional De Ingeniería Agroindustrial

HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado:

“SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabillis sweet*) Y HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora Edulis*) EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES”

Ha contado con el asesoramiento respectivo, de quien dejó constancia de su aprobación.

Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de **ASESOR**, designado por Resolución N° 414-2015-UNS-FI

.....

Dra Luz Paucar Menacho

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Académico Profesional De Ingeniería Agroindustrial

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

TITULO:

“SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabillis sweet*) Y HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora Edulis*) EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Revisado y aprobado por el jurado evaluador, designado mediante
Resolución N° 414-2015-UNS-CFI

.....
Ing. Carranza Caballero Elizalde
Presidente

.....
Ms. Cesar Moreno Rojo
Secretario

.....
Dra. Paucar Menacho Luz
Integrante

DEDICATORIA

A **DIOS**; por su infinito amor, protección y que diariamente me da la vida y la fortaleza para seguir adelante en la lucha por un buen porvenir.

A mis amados padres por darme la vida, por enseñarme a luchar en todo momento, por su gran corazón y capacidad de entrega, pero sobre todo por enseñarme y mostrarme lo maravilloso que es esta vida, gracias a ustedes he podido concluir mi meta de ser una Profesional.

A mi **Universidad Nacional del Santa**, por ser nuestra alma mater, por darnos la oportunidad de aprender y forjarnos como profesionales.

A **nuestro Asesora Dra Luz Paucar Menacho**, por su dedicación en nuestro trabajo de investigación, apoyo crítico constructivo dirigido a mejorar y culminar el presente trabajo.

A mi persona especial, que me apoyo todo este tiempo, Gracias por tanto amor, paciencia y compañía durante este tiempo.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS**, por ser nuestro principal guía, por darnos la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

A mi **Universidad Nacional del Santa**, por ser nuestra alma mater, por darnos la oportunidad de aprender y forjarnos como profesionales.

A **nuestro Asesora Dra Luz Paucar Menacho**, por su dedicación en nuestro trabajo de investigación, apoyo crítico constructivo dirigido a mejorar y culminar el presente trabajo.

Al Ing. Lenin Palacios, Ing. Pedro Ayala, Dra. Luz Paucar

Menacho, Ing. Cesar Moreno rojo, Ing. Saúl Eusebio Lara. Por su valioso apoyo y orientación. Gracias por el tiempo dedicado a la realización de este trabajo de investigación.

A **todos los profesores** que nos brindaron sus conocimientos durante nuestra estadía en la universidad.

A **todos nuestros compañeros y amigos** con quienes he compartido momentos inolvidable.

Gracias a todos lo que de alguna manera nos brindaron su apoyo para la realización de este informe.

LOS AUTORES

ABSTRACT

This research work's main object is to find the best substitution of wheat flour with lupine flour and passion fruit peel for the development of an attractive product pastry called cupcake that meets quality standards and national technical specifications, achieving the program supported the design of a new product to the market through the use of substitute flour. First, it was start with a control formulation : 34.2% of wheat flour, sugar 20.5%, 13.6% of eggs, margarine 17.1%, 13.7% milk, baking powder 0.7% , 0.2% and 0.09% antimony.

To achieve the best cupcakes substitution, it was make from mixtures of eleven mixtures based of three flours (wheat flour., Tarwi flour, Peel Passion flour), proportions established using the Statistica and maintaining Like other supplies to the base formulation; which were evaluated according to the percentage of color, texture data were analyzed with a significance level of 95% and using the same package. These were used to determine the best partial flour replacement in the following proportions: 87% H. Trigo 5% and 12% Tarwi H. H. Passion Fruit Peel (based on 100% of flour); this I will perform rheological analysis to see their behavior in our control sample contained only wheat flour, observing the already read through bibliographies contained more fiber due to shell flour Passion Fruit and protein content rose by the contribution of Tarwi meal that is rich in protein.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo encontrar la mejor sustitución de la harina de trigo por harina de tarwi y cascara de maracuyá para la elaboración de un producto atractivo de pastelería, denominado cupcake, que cumple con los estándares de calidad y las especificaciones técnicas nacionales, logrando así con el apoyo del programa el diseño de un nuevo producto para el mercado mediante la utilización de harinas sucedáneas. Para cumplir con ello, se partió de una formulación base o control constituida de: 34.2 % de harina de trigo, 20.5 % de azúcar, 13.6 % de huevos, 17.1 % de margarina, 13,7% de leche, 0.7% de levadura química, 0.2% de emulsionante y 0.09% de antimoho.

Para lograr obtener los porcentajes de la mejor sustitución se elaboró cupcakes a partir de 11 mezclas constituidas por proporciones de las 3 harinas (H. Trigo, H. Tarwi, H. Cascara de Maracuyá), proporciones que establecimos haciendo uso del Statistica y manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base; los cuales fueron evaluados en función al porcentaje de color de la corteza y la miga, textura y volumen específico datos que se analizaron con un nivel de significancia del 95 % y haciendo uso del mismo paquete. Estos sirvieron para determinar la mejor sustitución parcial de las harinas en las siguientes proporciones: 87% H. Trigo, 5% H. Tarwi y 12 % H. Cascara de Maracuyá (con respecto a 100% de Harina); a esta se le realizó análisis reológicos para ver su comportamiento frente a nuestra muestra control que contenía solo harina de trigo, observándose lo ya leído por bibliografías que contenía más fibra debido a la Harina de Cascara de Maracuyá y que su contenido de proteína se elevaba por el aporte de la Harina de Tarwi que es rica en proteínas.

Índice General

II. REVISION BIBLIOGRAFICA	9
2.1. EL TRIGO (Triticum aestivum)	9
2.1.1. Generalidades del Trigo	9
2.1.2. Taxonomía y morfología	9
2.1.3. Composición Química del Trigo	11
2.1.4. Clasificación del trigo según su utilización	15
2.1.5. Harina de Trigo	16
2.2. TARWI (Lupinus mutabilis Sweet)	24
2.2.1. Generalidades del tarwi	24
2.2.2. Taxonomía y morfología	25
2.2.3. Producción nacional	25
2.2.4. Composición química	26
2.2.5. Toxicidad del tarwi	29
2.2.6. Proceso de desamargado	30
2.2.7. Harina de tarwi desamargada	35
2.2.8. Usos del tarwi	37
2.3. MARACUYA (Passiflora Edulis)	38
2.3.1. Producción Mundial	39
2.3.2. Producción de maracuyá en el Perú	41
2.3.3. Harina de cascara de maracuyá	42
2.4. Características Reologicas de las Harinas	43
2.4.1. Amilografía	43
2.4.2. Farinografía	45
2.4.3. Extensografía	48
2.5. COMPUTO QUÍMICO	51
2.6. GENERALIDADES EN LA ELABORACION DE CUPCAKES	51
2.6.3. Etapas en la elaboración de Cupcakes	52
2.7. EVALUACION SENSORIAL	54
2.7.1. Conducción del panel	54
2.7.2. Método de escala hedónica	55
2.8. VIDA UTIL	56
III. MATERIALES Y METODOS	57
3.1. Materia Prima e insumos	57
3.1.1. Materia Prima	57
3.1.2. Insumos	57

3.2.	Equipos (elaboración de cupcakes)	57
3.3.	Utensilios	58
3.4.	Materiales de empaque	58
3.5.	Equipos (Evaluación tecnológica de cupcakes)	58
3.6.	Otros materiales.....	59
3.7.	Métodos:	60
3.7.1.	Caracterización de la Harina de Trigo, harina de tarwi y harian de cascara de maracuyá.....	60
3.8.	Producción de Cupcakes	61
3.8.1.	Formulación.....	61
3.8.2.	Elaboración de cupcakes	62
3.8.3.	Evaluación de la calidad de los Cupcakes	68
3.9.	Diseño experimental	70
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	71
4.1.	Análisis de las harinas	71
4.1.1.	Composición químico proximal.....	71
4.1.2.	Análisis Físicoquímico.....	76
4.1.3.	Propiedades reológicas de la harina de trigo.....	78
4.2.	Calculo del Cómputo Químico de las formulaciones.	85
4.3.	Evaluación de la calidad de los cupcakes	88
4.3.1.	Volumen específico.....	88
4.4.	Análisis sensorial.....	110
4.4.1.	Análisis de Color miga y corteza.....	111
4.4.2.	Análisis de Sabor.....	111
4.4.3.	Análisis de Textura.....	114
4.5.	Determinación de la mejor formulación.	116
V.	CONCLUSIONES	139
VI.	RECOMENDACIONES	141
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	142

Índice de tablas:

Tabla 1: Taxonomía del trigo.....	10
Tabla 2: Composición química del trigo y sus derivados en 100 g de alimentos.	13
Tabla 3: Composición química de la harina de trigo.....	17
Tabla 4: Principales sucedáneos del trigo en nuestro país.	24
Tabla 5: Clasificación taxonómica del tarwi.....	25
Tabla 6: Producción Nacional Total de Tarwi.....	26
Tabla 7: Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).....	27
Tabla 8: Evaluación biológica de la calidad de la proteína de tarwi (%)......	27
Tabla 9: Cómputo de aminoácidos de <i>Lupinus mutabilis</i> (variedad semidulce) y <i>Lupinus albus</i> (variedad Astra) (mg de aa/g de proteínas)	27
Tabla 10: Composición de ácidos grasos del aceite de <i>L. mutabilis</i> amargo y semidulce y del <i>L. albus</i> , variedad Astra (% de los ácidos grasos totales).....	28
Tabla 11: Contenido de alcaloides es especies amargas y dulces de lupino (%).	30
Tabla 12: PERÚ: Superficie en verde de Maracuyá - (ha)	41
Tabla 13: Formulación para la elaboración de cupcakes	61
Tabla 14: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 22, incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.	70
Tabla 15: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 22.....	71
Tabla 16: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.....	71
Tabla 17: Composición porcentual (%) de la harina de tarwi.	73
Tabla 18: Composición porcentual (%) de la harina de cascara de maracuyá. 74	
Tabla 19: Colorimetría de las harinas de trigo, tarwi y cascara de maracuyá ..	76
Tabla 20: Características farinográficas de la harina trigo pastelera.....	78
Tabla 21: Características extensográficas de la harina trigo pastelera	80
Tabla 22: Características amilográficas de la harina trigo pastelera	83
Tabla 23: Cómputo Químico de los ensayos del planeamiento experimental. .	87
Tabla 24: Volumen específico de los panes de molde.	88
Tabla 25: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes.	89
Tabla 26: Análisis de varianza para la respuesta Volumen específico de los cupcakes	91
Tabla 27: Color de la miga de los cupcakes de acuerdo con el planeamiento experimental.....	93
Tabla 28: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de la miga	96
Tabla 29: Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de Tonalidad ..	98
Tabla 30: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de Tonalidad	99
Tabla 31: Color de la corteza de los cupcakes de acuerdo con el planeamiento experimental.....	101
Tabla 32: Coeficientes de regresión para la respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.....	102

Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.....	103
Tabla 34: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de la corteza de los cupcakes.	105
Tabla 35: Análisis de varianza para la respuesta Cromacidad de la corteza de los cupcakes.....	106
Tabla 36: Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake.....	108
Tabla 37: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake.....	109
Tabla 38: Coeficientes de regresión para la respuesta Color de la miga y corteza de los cupcakes	111
Tabla 39: Coeficientes de regresión para la respuesta al Sabor de la miga y corteza de los cupcakes.	112
Tabla 40: Análisis de varianza para la respuesta Al sabor de los cupcakes .	112
Tabla 41: Coeficientes de regresión para la respuesta a la Textura de la miga y corteza de los cupcakes.	114
Tabla 42: Análisis de varianza para la respuesta Textura de los cupcakes ...	114

Índice de Figuras

Figura 1: Corte longitudinal de un grano de trigo (Hoseney,1991)	17
Figura 2: Proceso “Cuzco” desamargado de tarwi y obtención de harina.	33
Figura 3: Flujo de operaciones para obtener harina precocida de tarwi.	36
Figura 4: Usos del tarwi.....	37
Figura 5: Distribución de la Producción de Maracuyá a Nivel Mundial	40
Figura 6: producción de maracuyá a nivel mundial.	40
Figura 7: Área verde de maracuyá 2009 (HA).....	42
Figura 8: Flujo de operaciones para obtener harina de cascara de maracuyá.....	42
Figura 9: Amilógrafo Brabender.	45
Figura 10: Farinógrafo Brabender.	47
Figura 11: Extensógrafo Brabender.	50
Figura 12: Pesado	64
Figura 13: Cremado	64
Figura 14: Mezclado 1	64
Figura 15: Mezclado 2.....	65
Figura 16: Mezclado 3.....	65
Figura 17: Moldeado	66
Figura 18: Horneado	66
Figura 19: Enfriado.....	67
Figura 20: Almacenamiento.....	67
Figura 21: Farinograma de la Harina de trigo pastelera	78
Figura 22: Extensograma de la Harina Pastelera.....	81
Figura 23: Amilograma de la harina de trigo pastelera.....	84
Figura 24: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.....	90
Figura 25: Superficie de respuesta para el volumen específico de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%).....	92
Figura 26: Gráfico de contorno para el volumen específico de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%).....	92
Figura 27: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga.....	95
Figura 28: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga.	97
Figura 29: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad.	99
Figura 30: Superficie de respuesta para el angulo de tonalidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)	100
Figura 31: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Luminosidad de la corteza de los cupcakes.....	103
Figura 32: Superficies de respuesta para la variable luminosidad de la corteza de los cupcakes en función de Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)	104

Figura 34: Superficies de respuesta para la cromacidad de la corteza de los cupcakes en función de Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)	107
Figura 36: Superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)	110
Figura 37: Superficies de respuesta para el sabor del cupcake en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y harina de cascara de maracuyá(%)	113
Figura 38: Superficies de respuesta para la Textura del pan de molde en función del Contenido de harina de tarwi (%) y harina de cascara de maracuyá (%).	116

I. INTRODUCCION

Hay una gran tendencia por los cupcakes, en los últimos años la panificación ha atravesado por ciertas tendencias, como la que estamos experimentando, estos también son conocidos como muffins, magdalenas o quequitos. Un cupcake es definido como una pequeña porción de queque para una persona que data desde 1786.

En la actualidad, estos famosos cupcakes se encuentran entre los productos de panificación con mayor popularidad a nivel mundial. (Zolezzi, 2013).

Como en la mayoría de productos de panificación, los cupcakes están tradicionalmente hechos a base de harina de trigo floja, harina que es baja en proteínas.

Para ello es que se está haciendo uso de las mezclas de harinas que contribuyan al mejoramiento a nivel nutricional de un producto de panificación.

Dentro de este marco ha nacido la idea del uso de la harina de tarwi como sustituta parcial de la harina de trigo para los productos de panificación. En la actualidad el tarwi, más conocido como chocho, es muy famoso por su alto contenido de proteínas, y es muy recomendable su consumo para todas las edades, es así la iniciativa, debido a su aporte nutricional ha sido industrializado obteniéndola en forma de harina.

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

Los procesos en la industria alimentaria traen como consecuencia una serie de desechos de toda índole; estos desechos más representativos son los orgánicos que en gran parte de las veces, aumentan el nivel de contaminación ambiental del lugar donde se procesan alimentos (Vélez et al. 2009).

Entre los residuos orgánicos de mayor importancia y relevancia en el área hortofrutícola se encuentran las cáscaras, las semillas, las pulpas y vegetales, entre otros. (Vélez et al. 2009).

Análisis de laboratorio demuestran que la cáscara de maracuyá contiene aproximadamente 60% de fibra dietética en base seca (Canteri et al. 2010). La cascara de maracuyá contiene en su mayoría pectinas de alto metóxilo, que es beneficioso para los humanos, ya que ayudan a trabajar la glucosa y colesterol en la sangre (Ramos, 2004).

Actualmente, la cascara de maracuyá (*Passiflora 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)

Es así que el agitado ritmo de vida de nuestra sociedad, conlleva a una nutrición incorrecta, motivando a las industrias a innovar sus productos alimenticios de alto consumo diario, así cubriendo ciertas necesidades nutricionales, así como el cupcake que elaboramos.

De lo expresado en los párrafos anteriores, ha servido como un incentivo, para la elaboración de un producto de panificación novedoso (cupcake), 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 harina de tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) y harina de cascara de maracuyá (*Passiflora Edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes", tiene como objetivos, determinar los análisis fisicoquímicos de las harinas de trigo, tarwi y cascara de maracuyá, evaluar las características reológicas de la harina de trigo, determinar las características de color, acidez, aw de los 3 tipos de harinas, realizar los análisis sensoriales de los cupcakes obtenidos, determinar el valor Nutricional y vida útil de la mejor formulación de Cupcake.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

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 2: Composición química del trigo y sus derivados en 100 g 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 resbalado cocido	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 Equiv. totales µg	Tiamina mg	Riboflavina Mg	Niacina mg	Vitamina C mg	AscT mg
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 (2009)

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.

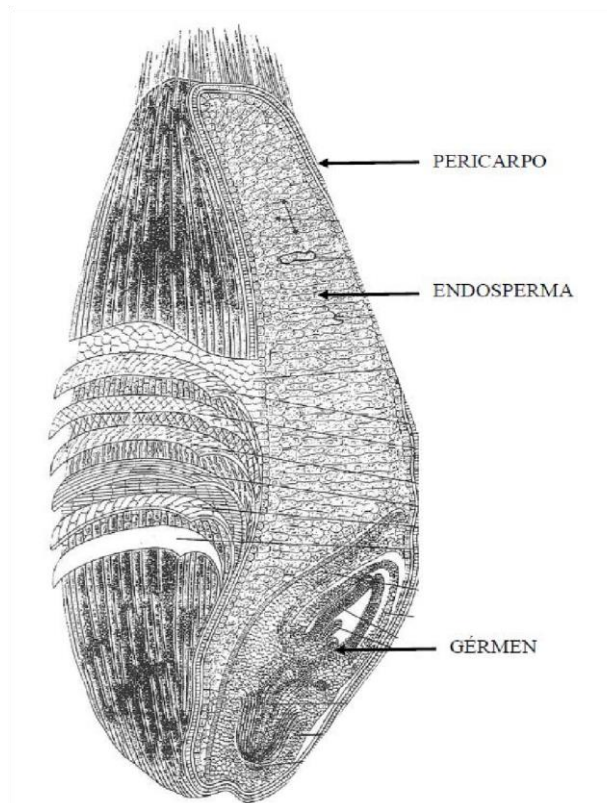


Figura 1: Corte longitudinal de un grano de trigo
(Hoseney, 1991)

El germen es blando y más rico en lípidos que el resto de las otras dos partes y durante la reducción del endospermo la harina se transforma en escamas planas más grandes, facilitándose su eliminación por tamizado. De todas formas, algunas partículas de germen, pasan junto con la harina. (Quaglia, 1991).

Tabla 3: 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. En algunas regiones se le llama harina de segunda. Es más oscura y contiene más cenizas.(Cauvain,2002)

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 par a 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 menos 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 los que tienen mayor absorción. Una buena harina para pan se conoce por tener fuerza, tolerancia y absorción.
7. Maduración: Las harinas recién molidas son 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 4: Principales sucedáneos del trigo en nuestro país.

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 Alimentaria (Escasez de trigo en el mundo) y de la Economía Popular. (Bilbao, 2007).

2.2. TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet)

2.2.1. Generalidades del tarwi

La especie de leguminosa - *Lupinus mutabilis* (tarwi). Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. Sin embargo, el grano requiere un tratamiento previo para su consumo, siendo necesario eliminar las sustancias antinutricionales que contiene y que le permiten a la planta disponer de defensas naturales contra el ataque de insectos. Estas sustancias son alcaloides formados por esparteína, lupinina, lupanidina, entre los principales. También su importancia radica en la elevada cantidad de aceite que contienen sus semillas, por

ello es considerada como la soya de los Andes. (Mujica & Jacobsen, 2006).

2.2.2. Taxonomía y morfología

Tabla 5: Clasificación taxonómica del tarwi.

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

FUENTE: The New York Botanical Garden, (2001)

2.2.3. Producción nacional

El Cultivo del tarwi en la sierra se localiza entre los 2800 a 3900 msnm. Correspondiendo aproximadamente el 20 % del área sembrada en la sierra norte entre los departamentos de Cajamarca, La libertad y Amazonas; el 41 % de la sierra Central entre los Departamentos de Ancash, Huánuco, y un mínimo porcentaje en Junín y el 39 % en la Sierra Sur, en los Departamentos de Cuzco, Puno y Apurímac. (Castañeda, 2008).

Actualmente este producto se cultiva en 1500 hectáreas (Has), y que para la próxima campaña se espera incorporar más áreas, de modo que se pueda llegar a las 3000 Has (crecimiento de 100%), por lo que se está coordinando con las municipalidades provinciales programas de capacitación para los pequeños y medianos productores de tarwi.

En la tabla 9 se muestra la producción nacional de Tarwi desde el año 2000 hasta el año 2011.

Tabla 6: Producción Nacional Total de Tarwi.

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

FUENTE: MINAG, (2013)

2.2.4. Composición química

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa que tiene un alto contenido de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se le consume directamente sin extraer los alcaloides (Tapia et al., 2000).

El grano de tarwi es rico en proteínas y grasa, como puede observarse en las Tablas 10 y 11 donde se presenta la evaluación biológica de la calidad de la proteína. La presencia de las concentraciones de los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) es una característica de esta leguminosa. El estudio realizado por Gross (1982), demuestra que al suplir 2% de metionina al tarwi se incrementó la Relación de Eficiencia de Proteína (PER), la Utilización Proteica Neta (UPN) y el Valor Biológico (VB) en ratas y en niños (Tapia et al., 2000).

Tabla 7: Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).

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

FUENTE: Tapia et al. (2000)

Tabla 8: Evaluación biológica de la calidad de la proteína de tarwi (%).

	Ratas			Niños
	PER ^(a)	UPN ^(b)	VB ^(c)	VB
Tarwi	49.6	51.1	51.9	61.3
Tarwi + 0.2% Met.	87.2	84.6	89.6	84.8
Caseína	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Gross, (1982). Citado por Sánchez & Valderrama (2009). (a) Relación de Eficiencia de Proteína. (b) Utilización Proteica Neta. (c) Valor Biológico.

Tabla 9: Cómputo de aminoácidos de *Lupinus mutabilis* (variedad semidulce) y *Lupinus albus* (variedad Astra) (mg de aa/g de proteínas)

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

FUENTE: (1) FAO/OMS/ONU, (1985). (2) Modificado de Gross, (1982). (3) Se indican sólo los aminoácidos limitantes, cómputo en %.

Es necesario resaltar el elevado aporte de aminoácidos azufrados (metionina + cistina) de la semilla de tarwi, en comparación a otras leguminosas de Sudamérica. Se encontró evidencias de la existencia de factores genéticos que determinan el alto contenido de metionina en las leguminosas autóctonas de Sudamérica. (Tapia et al., 2000)

Las características de las grasas y aceites del tarwi se sitúa entre el aceite de maní y el de soya por su composición de ácidos grasos. El principal ácido graso es el oleico, seguido por el linoleico, ácido graso esencial (tabla 13). En comparación al aceite de la variedad amarga de *Lupinus mutabilis*, la variedad semidulce y el *Lupinus albus* presentan un mayor contenido de ácido oleico y menor de linoleico. (Tapia et al., 2000).

Tabla 10: Composición de ácidos grasos del aceite de *L. mutabilis* amargo y semidulce y del *L. albus*, variedad Astra (% de los ácidos grasos totales)

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

FUENTE: Gross, 1982. Citado por (Tapia et al. (2000). P/S*: poliinsaturados/saturados

2.2.5. Toxicidad del tarwi

El lupino contiene varios alcaloides diferentes, siendo 25 de ellos del grupo quinolizidínico, que limitan el consumo de esta planta tanto para los animales como para el hombre. De los cuales la lupanina es el principal alcaloide de la semilla amarga de tarwi. De los alcaloides presentes, la lupanina es la más toxica cuya dosis letal oscila entre 22-25 mg/g; seguida por la esparteína la cual es 5% menos toxico y la hidroxilupanina diez veces menos toxica que la lupanina (Mujica et al., 2001).

Se han identificado once componentes nitrogenados, de los cuales la lupanina es el principal, siguiéndole la esparteína, 4-hidroxilupanina y 13- hidroxilupanina. El resto de los alcaloides no alcanza al 5%; siendo el N-metil-angustifolina y 13-angeloil-oxilupanina altamente lipófilos. Para provocar una aguda intoxicación en el adulto, este tendrá que consumir 7 Kg. de semilla desamargada de lupino con un contenido residual de alcaloides equivalente a 0.01% en una sola vez; también puede consumir 2.5Kg con un contenido residual de alcaloides menor a 0.1% sin sufrir daño alguno (Mujica et al., 2006).

Los lupinos han sido clasificados, según el contenido de alcaloides en “amargos” aquellos que poseen hasta 3% y “dulces” aquellos que presentan un 0.05%, ver tabla 14 (Tapia et al., 2000).

Tabla 11: Contenido de alcaloides es especies amargas y dulces de lupino (%).

ESPECIES	LÍNEA	ORIGEN	ALCALOIDES (% Peso seco)
Lupinus Luteus	-	Universidad de Huyesen, Alemania	0.44
Lupinus Luteus	Weiko III	Campex, Chile	0.02
Lupinus angustifolius	Bilu	Universidad de Huyesen, Alemania	1.52
Lupinus angustifolius	Maresa	Campex, Chile	0.06
Lupinus albus	-	Campex, Chile	1.30
Lupinus mutabilis	Astra	Campex, Chile	0.01
Lupinus mutabilis	H – 1	Universidad nacional Huancayo – Perú	3.17
Lupinus mutabilis	10 - 3	Campex, Chile	0.17

FUENTE: Jacobsen et al., (2001)

Muestras de *Lupinus mutabilis* presentaron ácido cianhídrico en cantidades muy pequeñas (0.53 – 2.89 mg. HCN/60 mg. de materia seca), que no tienen significancia nutricional y fisiológica, y que están muy por debajo del valor máximo permitido en los EE.UU., es decir 20 mg. HCN/100mg. de leguminosa comestible. Asimismo, poca importancia tienen los inhibidores de tripsina en comparación con los que se encuentran en la soya, 134.4 U.I.T. /mg. de proteína de soya, y en el lupino 2.9 U.I.T. /mg. de proteína. (Schoeneberger et al., 1979), citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

2.2.6. Proceso de desamargado.

El grano de tarwi crudo es amargo (alto contenido de esparteína, lupinina y otros), por lo tanto es inconsumible, motivo por el que no es apetecido por aves, rumiantes ni insectos; por ello para consumir los granos de tarwi el primer paso es el desamargado (deslupinación). El grano

desamargado y listo para incorporar a la alimentación humana es de sabor agradable y de consistencia suave. Luego de eliminar la testa, los granos son de color crema. (Jacobsen et al., 2006).

El proceso es muy simple y no necesita de maquinaria ni de tecnología cara. El proceso de desamargado para fines de consumo familiar consiste en remojar un promedio de tres kilogramos de grano de tarwi en un recipiente con capacidad para 18 litros aproximadamente (lata, balde) durante 12 horas. Los granos adquieren mayor volumen por efecto del remojo (se hinchan); luego son cocidos por un tiempo aproximado de una hora con dos cambios de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir. (Jacobsen et al., 2006).

El agua de color amarillo marfil es de sabor muy amargo, con olor fuerte a tarwi crudo, este líquido luego de enfriar se deposita en botellas para ser utilizado como repelente de plagas cuando sea necesario. Para eliminar por completo el sabor amargo de los granos del tarwi después de la cocción, se escurre, enfría y se sumerge bajo agua en movimiento (lago, río, manantial) por lapso de tiempo de 2-3 días. (Jacobsen et al., 2006).

Este mismo proceso se hace en domicilios de familias citadinas, poniendo el tarwi cocido en recipientes de 18 litros de capacidad. Se remoja en agua potable de consumo doméstico, haciendo cambio cada seis horas; en este caso el desamargado demora cinco días. El grano desamargado resultante es de sabor agradable e inoloro. Se consume en forma directa o preparada con otros ingredientes de acuerdo al gusto de cada familia.

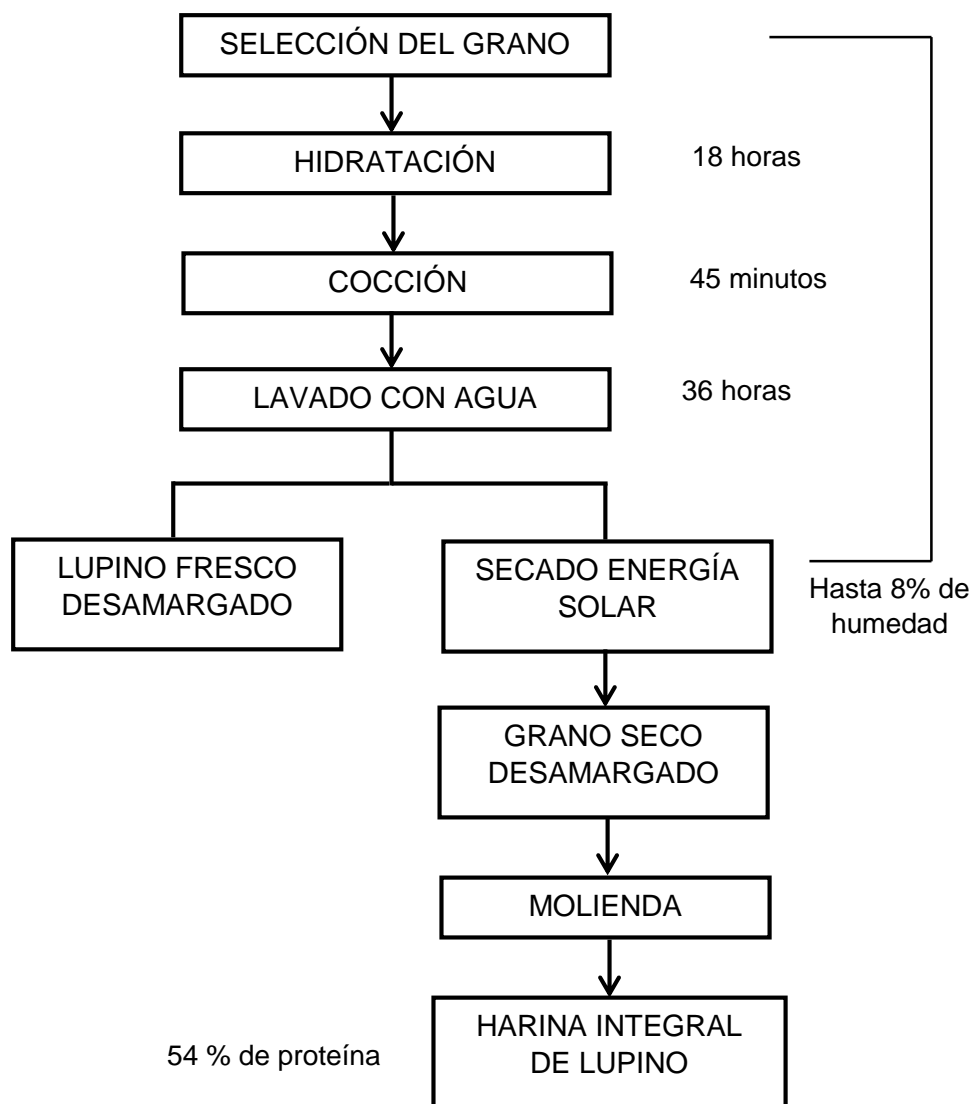
A) **Extracción mediante agua**

A.1. Desamargado tradicional (manual)

Limpiar el grano de impurezas (residuos de cosecha, tierra o piedrecillas); seleccionar el grano por tamaño; remojar el grano durante un día en agua; cocer el grano en agua durante una hora; colocar en un recipiente apropiado (costalillo o canasta) y poner en agua corriente durante 4-5 días; probar el grano, si ya no tiene sabor amargo, quiere decir que ya está listo para ser consumido.

A.2. Procedimiento Cuzco

El procedimiento que actualmente se utiliza es el llamado procedimiento cuzco. Consiste en la hidratación del grano durante 18 horas, luego la cocción por 40 minutos, con la adición de 50 g de cenizas de tallos de quinua por cada 10 Kg de lupino, disolviendo de esta forma los alcaloides alrededor del 60 al 70 %. Se prosigue con el lavado en una lavadora mecánica en 8 periodos de 10 minutos cada uno cambiándose de agua cada 2 periodos hasta que el grano quede desamargado totalmente, eliminándose de este modo el resto de los alcaloides. Este proceso permite disminuir las pérdidas en un 50 a 60 % de proteínas y aceites con respecto al proceso tradicional. Se reduce los alcaloides hasta 0.01 – 0.03%. (Tapia et al., 2000).



FUENTE: Tapia et al., (2000)

Figura 2: Proceso “Cuzco” desamargado de tarwi y obtención de harina.

A.3. Proceso Industrial

Se inicia con la selección, clasificación y limpieza con zarandas; hidratación durante 12 horas; Cocción en cilindros con llave de salida u olla de presión; lavado en cilindros con una llave de salida para permitir el flujo de

agua; secar al sol o mediante corrientes de aire caliente; almacenaje y empaquetado. (Jacobsen & Mujica, 2006).

B) Extracción con alcohol

Se recomienda el desamargado de la torta de lupino mediante alcohol al 85%, reduciendo entre 50-55% los alcaloides. Se obtuvo mejores resultados con alcohol etílico de 95% y con isopropanol al 92%, reduciendo los alcaloides de 2.34% a 0.23% y 0.3% respectivamente por cada solvente. (Mujica et al., 2002).

C) Gasificación con óxido de etileno

Este método se basa en la transformación de los alcaloides en componentes liposolubles a través de la gasificación con óxido de etileno. Sin embargo este método parece no tener mucho futuro por su alta inversión y el hecho de que sus productos se destinarían a la alimentación animal. (Mujica et al., 2001).

D) Por maceración con ácidos orgánicos débiles

Está basada en la solubilidad de los alcaloides en ácidos orgánicos débiles, como el ácido tartárico, cítrico y acético, en concentraciones del 2 al 10%. El método consiste en someter la semilla de lupino a una maceración con ácido tartárico al 2% durante 12 horas, luego se somete a la acción de un chorro de agua, eliminándose así los alcaloides en forma de sales. (Mujica et al., 2002).

E) Proceso modificado de tratamiento hidrotérmico

Con este método el desamargado propiamente se realiza en dos etapas y la semilla es atacada previamente con bicarbonato de sodio y luego se somete a la acción de agua caliente (70°C) en un circuito cerrado por 3-5 horas. En una segunda fase se extrae con agua fría por 8-12 horas,

descartándose el agua. Mediante este método disminuye el tiempo de desamargado con respecto al método por vía húmeda y a la vez desaparece el problema de regresión del sabor amargo cuando se somete al calor el producto final. (Mujica et al., 2002).

2.2.7. Harina de tarwi desamargada

La harina de tarwi desamargada tiene un color ligeramente amarillento, con un contenido proteico mayor a 49 % y alrededor de 28 % de lípidos. Con respecto al sabor a leguminosa obtenida, un breve proceso de tostado previo a la molienda podría mejorar notablemente el sabor. (Gross et al., 1988). Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

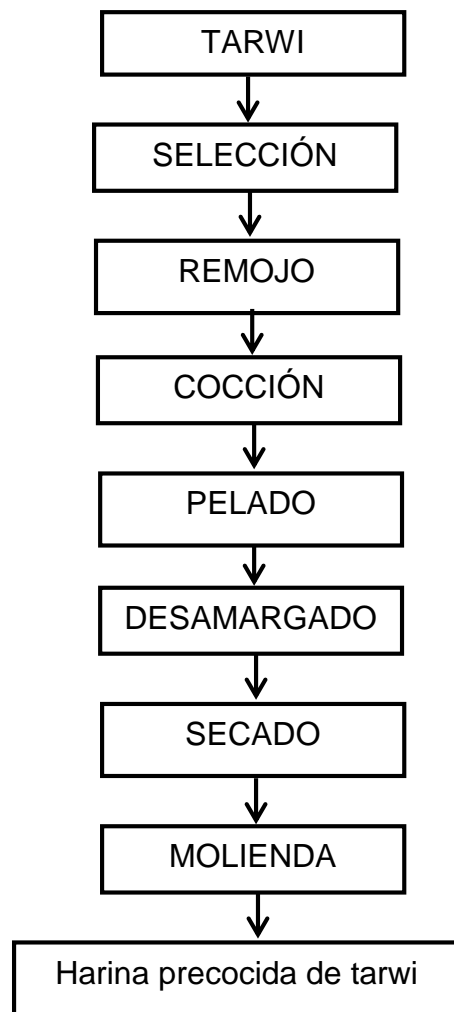
La presencia de aceite y humedad en el grano dificultan el proceso de molienda, afirman los mismos investigadores, por lo cual recomiendan evitar el aumento de temperatura durante el proceso y trabajar a una humedad menor a 8%, para evitar la pérdida de aceite y la adhesión de la harina en el molino. Se observa también, que la harina integral del lupino, por la gran elasticidad de la cascara ocasiona mayores problemas durante la molienda. (Mujica et al., 2002).

A) Obtención de Harinas Precocidas de Tarwi

Para la obtención de la harina de tarwi desamargado se debe seguir el siguiente proceso (Montes et al. 1984. Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

- **Selección del grano**, se efectúa de forma manual, con la finalidad de separar partículas extrañas; granos de mala calidad, otros granos, hojas, ramas, etc.
- **Remojo**, el objetivo del remojo es ablandar las semillas y eliminar alcaloides. Se remoja en agua dentro de un equipo

denominado reactor tipo Airlift, al cual se conecta agua a razón de 80 Lt. de agua / 20 Kg. de tarwi, durante 30 min.



FUENTE: Montes et al. (1984). Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009)

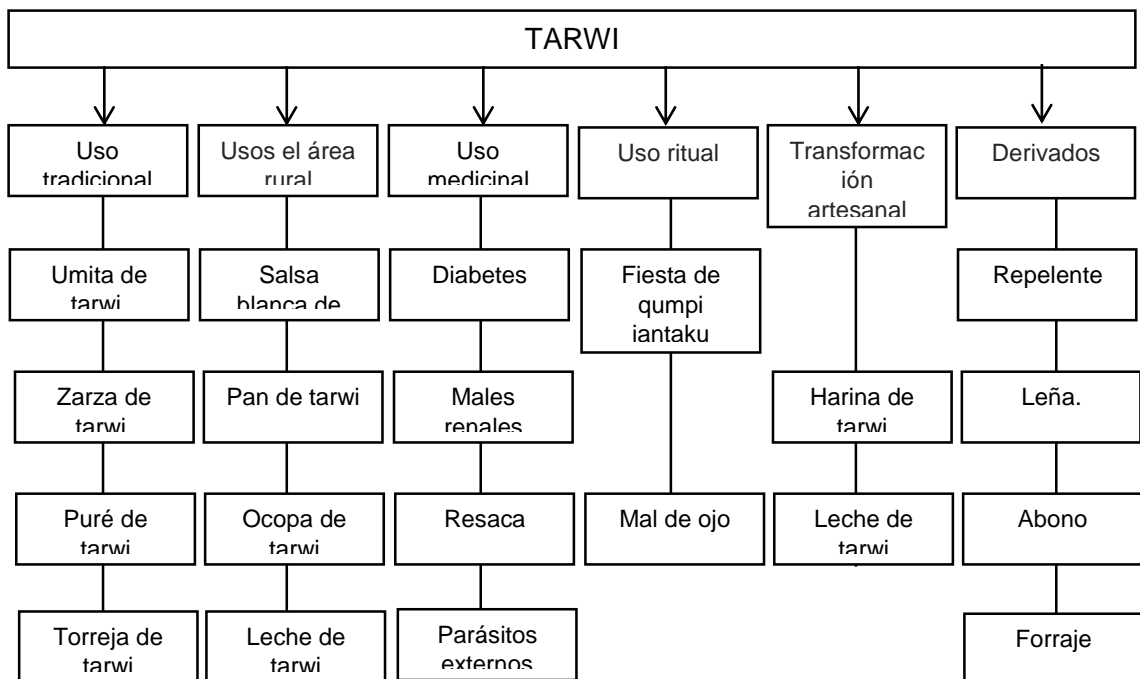
Figura 3: Flujo de operaciones para obtener harina precocida de tarwi.

- **Cocción**, se somete a un hervido en agua a 96-98 °C durante 45 minutos. Luego se elimina el agua y se deja enfriar hasta que alcance una temperatura de 30-40 °C.
- **Pelado**, los granos procedentes de la etapa anterior ingresan en un rodillo para ser descascarados, luego son ingresados nuevamente al reactor.

- **Desamargado**, los granos son sometidos a agitación dentro del reactor, con circulación de agua a razón de 1.4 Lt. /minuto, a una presión de aire de 3 – 5 psig., durante 18 horas.
- **Secado**, los granos de tarwi desamargado son sometidos a secado en un secador de túnel a 55 °C durante 8 horas. Hasta obtener una humedad menor al 8%.
- **Molienda**, los granos secos son sometidos a molienda en un molino de martillo, luego se muele nuevamente en un molino de discos con malla 046, con el objetivo de obtener partículas con un promedio de 0.1 cm de diámetro.

2.2.8. Usos del tarwi

El tarwi en la alimentación humana previa eliminación del sabor amargo. (Jacobsen & Mujica, 2006).



FUENTE: Jacobsen & Mujica, (2006)

Figura 4: Usos del tarwi.

2.3. MARACUYA (*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.

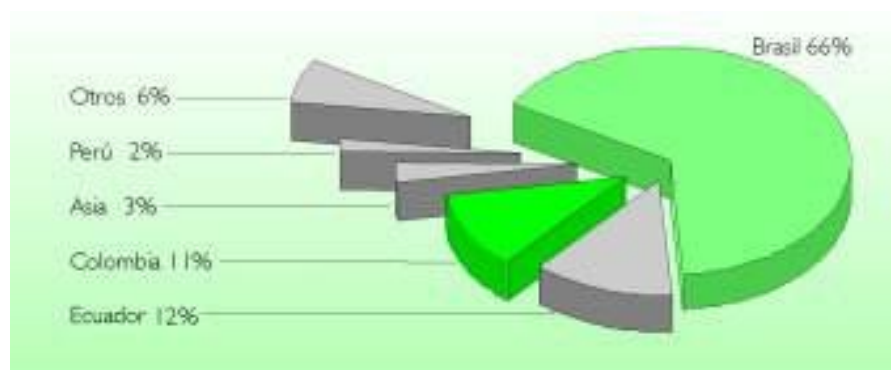
En Honduras la producción proviene de Francisco Morazán, Yoro, Copan, Olancho y

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



Figura 5: 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.



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

Figura 6: producción de maracuyá a nivel mundial.

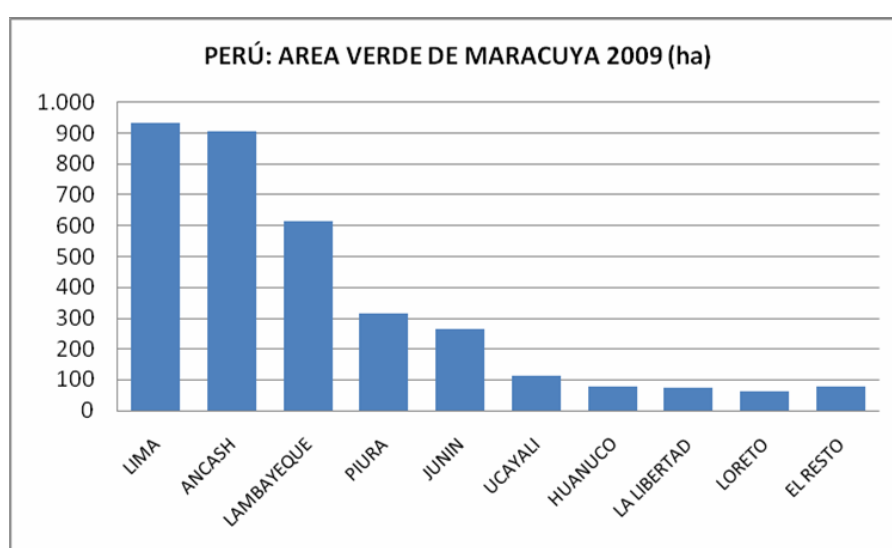
2.3.2. Producción de maracuyá en el Perú

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 12: 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

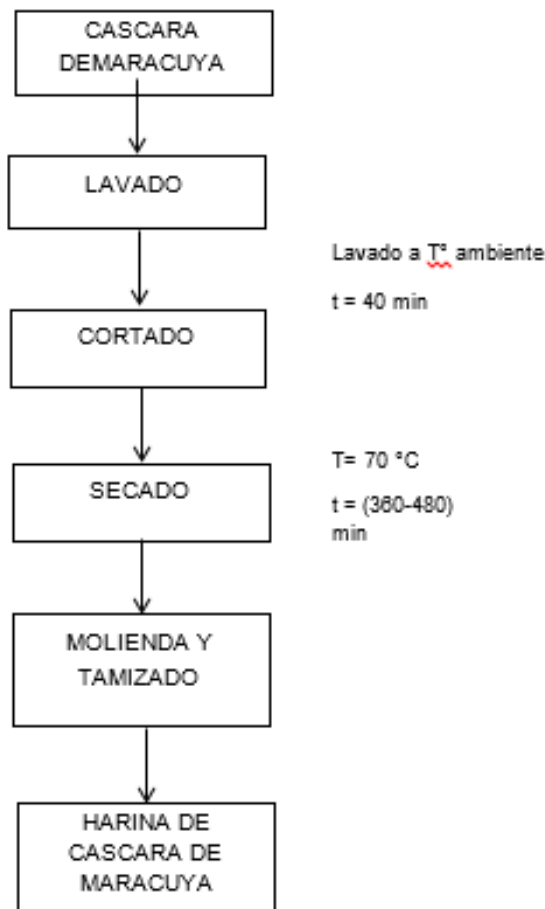
Fuente: Ministerio de Agricultura del Perú



Fuente: Ministerio de Agricultura del Perú

Figura 7: Área verde de maracuyá 2009 (HA).

2.3.3. Harina de cascara de maracuyá



FUENTE: Calla & Cortez, (2011).

Figura 8: Flujo de operaciones para obtener harina de cascara de maracuyá.

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 \geq 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 amilógrafo 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.

Durante 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 9: Amilógrafo 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 10: Farinógrafo 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.

Para la interpretación de la curva farinográfica tiene absorción de agua (ABS), el tiempo de llegada (CT), el tiempo de desarrollo de masa (TD), el tiempo (FT), la estabilidad de la masa (EST), el índice de tolerancia al mezclado (ITM).

El porcentaje de absorción de agua (ABS) es la cantidad de agua necesaria para el centro de la curva farinográfica está en línea 500 Unidades farinographic (PSU). La cantidad de porcentaje de agua añadida es una función de la harina de tamaño de partícula, el contenido de gluten de almidón (intacto y dañado) y el contenido de dextrina o de celulosa (Naega, 2008). Esto refleja la gran cantidad de agua (en el sentido del ideal), necesario para el desarrollo de productos.

El tiempo de llegada (CT) es el tiempo en minutos grabadas cuando la banda llega a la parte superior de la línea de UF 500, desde el principio de la adición de agua, o la hora de llegada mide la velocidad de absorción de agua .

El tiempo de desarrollo de la masa (TD), o el tiempo de pico, en minutos, lo que indica el momento en que la masa alcance la consistencia máxima, y completamente desarrollado con la capacidad de retener el gas.

El tiempo de salida (TS), en minutos, indica el momento en que la parte superior de la banda abandona la línea de UF 500, es decir, indica el momento inicial de punto de ruptura de la masa (Naega, 2008).

El tiempo de estabilidad de la masa (EST), en minutos, es la diferencia entre la hora de llegada y las señales de salida de tiempo y el momento en que la masa mantiene la consistencia máxima, indicando así la fuerza de la masa (Naega, 2008).

El índice de tolerancia de mezcla (ITM) es la diferencia de consistencia de la masa (UF) entre la parte superior de la banda en el pico y la parte superior de la banda de 5 minutos después de un pico ha sido alcanzado (Montenegro,2008).

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 extensografos 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 C , 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 : Computo químico
- a.a : Aminoácidos
- N : Proteína de referencia

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

2.6. GENERALIDADES EN LA ELABORACION DE CUPCAKES

2.6.1. Cupcake

Es una pequeña porción de tarta para una persona. Se hornean en un molde igual que el de magdalenas y muffinss. En el molde se colocan unos papeles llamados cápsulas.

Este postre surge en el siglo XIX. Antes de que surgieran los moldes especiales para cupcakes, solían hacerse en tazones, cazuelas de barro o ramequines, siendo este el significado de su nombre en inglés (cup y cake).

La receta base de un cupcake es la mantequilla, azúcar, huevos, levadura y harina. Debido a su reducido tamaño se realizan más rápido que una tarta común. Es muy habitual en cumpleaños y celebraciones, dado a que es llamativo,

permite una infinidad de sabores distintos y suelen gustar a todos.

2.6.2. Características de calidad de los Cupcakes

Los cuatro ingredientes básicos (harina, grasa, azúcar y huevos) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas y minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser una buena fuente de energía.

En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son mucho más calóricos, contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más proteínas de alto valor biológico, debido a la adición de huevo o leche; más grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azúcares (Mijan, 2007).

La cantidad de vitaminas y minerales es muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en su elaboración.

2.6.3. Etapas en la elaboración de Cupcakes

Para elaborar los cupcakes, se debe precalentar el horno a 180°C. Luego se procede a batir las yemas con el azúcar y la mantequilla hasta que se forme una crema. Posteriormente se añade los huevos y se sigue batiendo hasta formar una mezcla homogénea. A esta mezcla se le añade la harina (previamente cernida), el polvo de hornear y la esencia del sabor deseado.

A) Mezclado

El mezclado o batido de una masa para queques es un riguroso proceso. El objetivo en el caso de cupcakes, es evitar que la proteína de la harina se transforme en gluten y por ello se trata de tener la harina lo más alejada posible de los ingredientes que contienen agua. Totalmente, la grasa y el azúcar se mezclan hasta conseguir una crema ligera y aireada a la que se le añade en una segunda etapa el huevo. Es de vital importancia que esta etapa se lleve a cabo correctamente o de lo contrario el batido final puede romperse y separarse el agua del huevo o de la margarina. Esta ruptura se conoce como cuajado y lleva implícito la pérdida de aireación, cierto endurecimiento de la proteína y un queque denso y con poco volumen.

La última adición de esta fase de mezclado es la harina. En este momento también es costumbre adicionar el polvo de hornear. La operación de mezclado lleva como objetivo principal conseguir la máxima homogeneidad de los ingredientes.

Después del mezclado, el producto se transfiere las bandejas de cocción lo antes posible al objeto de no permitir que el aire se vaya arriba y haga que la distribución de las burbujas de aire no sea uniforme.

B) Dosificado

Esta operación consiste en colocar en pequeños moldes la masa de los cupcakes para que adquieran su forma característica.

C) Horneado

El queque debería tener, desde el punto de vista del consumidor, un color uniforme y atractivo, una superficie lustrosa y miga húmeda y ligera.

Durante todo el tiempo de permanencia en el horno, la masa crece a medida que se expanden las burbujas de aire y se liberan gases producto de la acción del polvo de hornear o levadura química.

D) Empaquetado

El empaquetado y presentación comercial de estos productos es una actividad muy diversa ya que cubre desde la envoltura con película flexible individual de pasteles, hasta las cajas de expendio (Dendy, 2001).

2.7. EVALUACION 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).

Al 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 (Lamond, 1977).

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 diferenciar el sabor entre una muestra y otra. (Mackey 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. VIDA UTIL

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos (Hough et. al 2005).

Labuza (2000) indica que el tiempo de vida útil depende de 4 factores principales: formulación. Procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que permiten incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias e ingredientes formulados a condiciones que son desfavorables.

Dado que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable, se deben tomar precauciones para maximizar el mantenimiento de la calidad, que se traduce en costos y patrones de manipuleo.

La vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor y que este, como usuario final, someta a un periodo razonable de almacenamiento al producto (Dethmers, 1979; citado por Chao, 2003).

En general, el final de la vida en anaquel del producto alimenticio se define como el tiempo en el cual las muestras almacenadas son percibidas como diferentes en alguna medida (Chao, 2003).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materia Prima e insumos

3.1.1. Materia Prima

- Harina de Trigo para panificación (20 kg)
- Harina de tarwi (5kg)
- Harina de cascara de maracuyá (5kg)

3.1.2. Insumos

- Azúcar Rubia
- Margarina
- Huevos adquiridos
- Leche Fresca
- Antimoho
- Polvo de hornear

3.2. Equipos (elaboración de cupcakes)

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

3.3. Utensilios

- Batidor manual tipo globo
- Cernidores
- Espátula
- Moldes de aluminio
- Recipientes de aluminio

3.4. Materiales de empaque

- Pirotones de papel especial para hornear , numero 7
- Bolsas de polipropileno de densidad #2
- Bolsas de polietileno de densidad #2
- Bolsas negras de polietileno
- Pote termoformado PET

3.5. Equipos (Evaluación tecnológica de cupcakes)

- Agitador magnético. Marca: THERMOLYNE. Modelo: S-130815. Serie: 120110. País: E.E.U.U
- Amylograph-E, BRABANDER. Modelo: 800250. Serie: 192588. País: Alemania
- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G. Serie: 321LX. Modelo: LX320A. Desviación: 0.01 g. País: Suiza
- Balanza gramera. Marca: PRECISA. Modelo: XB4200C. Desviación: 0.01 g. País: Suiza.
- Cámara de bioseguridad, BIOHAZARD SAFETY CABINET. Marca: CHC. Modelo: CHC-777^a2-04. Tipo: Clase II. Serie: 777A2-04-BF19-026. País: Corea
- Cocina a gas, FADIC. País: Perú
- Cocina eléctrica. Marca: KESSEN. Modelo: HPY6870-26. Serie: 46804273. País: China
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA. Modelo: CR-400. País: E.E.U.U.

- Determinador de humedad. Marca: PRECISA. Modelo: XM-50. Desviación: 0.001 g. País: Suiza
- Equipo de actividad de agua. Marca: ROTRONIC. Modelo: HydroLab2. País: Perú
- Estufa. Marca: POL-EKO APARATURA. Modelo: SW-17TC. Serie: SW-1990. País: E.E.U.U.
- Extensograph –E. marca: BRABENDER. Modelo: 810161.001. Serie: 1925864. País: Alemania.
- Incubadora. Marca: MRC. Modelo: DP-600WT/RS232. Serie: 931014006C. País: Israel
- Vernier Calipers. Marca: SOMET. País: China
- Módulo de molienda y tamizado. Marca: TORRH. Modelo: MDMT-60XL. Serie: JP0011112. País: Perú.
- Mufla marca: THERMOLYNE. Serie: 347034984. País: Alemania
- pH metro digital. Marca: TERMOCIENTIFIC. Modelo: OrionStar A21. Serie: ORION 8302BNUND. País: E.E.U.U.
- Refrigeradora. Marca: Bosch. Modelo: ksv44. Serie: 0200148448. País: Suiza.
- Secador de bandejas. Marca: torr. Modelo: SBT-10X10. Serie: JP0010113. País: Perú
- Selladora. Marca: tew. Modelo: 207-MCSX. Serie: 20460047. Marca: china
- Texturómetro. Marca: BROOKFIELD. Modelo: CT34500. Serie: 8555940. País: E.E.U.U
- Viscosímetro de BROOKFIELD. Modelo: B15-01-LCC. País: UK

3.6. Otros materiales

- Cuchillos
- Cubetas

- Jarras plásticas
- Marcadores
- Ollas
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.
- Material para pruebas microbiológicas: placas petrifilm 3M, mechero, algodón, alcohol, fosforo y gasa.

3.7. Métodos:

3.7.1. Caracterización de la Harina de Trigo, harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo, harina de tarwi y harina de cascara de Maracuyá.

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.

C) Grasa: Se utilizó el equipo extractor de grasa marca FOSS tipo SOXTEC, usando hexano como solvente. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005.

D) Ceniza: se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; siguiendo la metodología por la NTP 205.038: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas.

E) Fibra: Se determinó después de una hidrólisis acida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología por la AOC (930-10)

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: para determinar el color de la harina de trigo, tarwi y cascara de maracuyá fue utilizado el colorímetro (marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de 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 Minolta (1993).

3.8. Producción de Cupcakes

3.8.1. Formulación

Para la formulación control de la elaboración de los cupcakes, es aquella que uso (Bhat, et. al. 2003), modificado en la cantidad de leche, la cual es presentada a continuación en la tabla 13.

Tabla 13: Formulación para la elaboración de cupcakes

INGREDIENTES	CANTIDAD (%)
Harina	34.2
Azúcar	20.5
Huevos	13.7
Margarina	17.1
Leche	13.7
Polvo Hornear	0.7
Emulsionante	0.5
Antimoho	0.09

Fuente: Bhatl (2003)

Con esta formulación base, se elaboró el cupcake control, el cual fue analizado para contrastar datos obtenidos de los análisis que se realizaran al cupcake control.

3.8.2. Elaboración de cupcakes

Los cupcakes se elaboraron considerando las cantidades para la mezcla de harina de trigo, harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá, anteriormente determinadas, y manteniendo el resto de los insumos igual que en la formulación control.

3.8.2.1. Evaluación de los cupcakes

Una vez obtenidos los cupcakes de las mezclas, se procedió a su evaluación en función a las siguientes variables de respuesta: sabor, textura, color y aroma (color todas las variables respuesta) análisis que son detallados más adelante.

3.8.2.2. Evaluación del cupcake con mayor preferencia

Con el fin de comprobar si el cupcake con mayor preferencia cumple con las normas estipuladas en las Normas Técnicas Peruanas para este tipo de producto, se procederá a evaluar el % Humedad, % % Cenizas, los cuales fueron comparados con las mismas evaluaciones que se realizaran al cupcake control (100% Harina de trigo).

3.8.2.3. Procedimiento para la elaboración de los cupcakes

1. Recepción de Materia Prima

- Harina de Trigo

Se empleó Harina de Trigo marca Nicollini Premiun de uso Industrial, que cumple con la Norma Técnica

Peruana 205.027:1986. El porcentaje utilizado, según mezclas.

- Harina de Tarwi
- Se empleó Harina de Cascara de Maracuyá

2. Recepción de Insumos

Se recepcionó los siguientes Insumos

- Azúcar Blanca
- Margarina
- Leche
- Huevos
- Polvo de Hornear
- Emulsionante de Pasta
- Antimoho

3. Pesado

En esta operación se pesaron las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Operación que se realizó en una balanza CAMRY. Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa; además podemos determinar el rendimiento final y cuanto se va perdiendo en cada proceso.



Figura 12: Pesado

4. Cremado

Se añadió la margarina junto con el azúcar y batir durante 15 minutos, hasta formar una pasta homogénea.



Figura 13: Cremado

5. Mezclado 1

Esta operación consistió en agregar los huevos por un espacio de 1 minuto aproximadamente entre cada uno, batiendo durante 5 minutos. A continuación se añadirá el emulsionante y se batirá por 10 minutos más.



Figura 14: Mezclado 1

6. Mezclado 2

El segundo mezclado consistió en agregar la leche, batiéndose por 2 minutos para lograr su completa integración a la masa.



Figura 15: Mezclado 2

7. Mezclado 3

En esta operación se procedió a agregar la mezcla de harinas según corresponda a la formulación, previamente cernida, asimismo se agregará el polvo de hornear y el antimoho. Se mezcla hasta que se obtenga una masa homogénea.



Figura 16: Mezclado 3

8. Moldeado

El dosificado se realizó en pirotines # 7, colocados previamente en moldes de acero inoxidable, y en cada uno se agregará 55 gramos de masa. Esta operación se realizó de manera manual.



Figura 17: Moldeado

9. Horneado

Se llevó a cabo en el horno rotatorio por convección, a una temperatura de 120 °C durante 15 minutos y 140 °C por 10 minutos.



Figura 18: Horneado

10. Enfriado

Se realizó a temperatura ambiente por aproximadamente 45 minutos.



Figura 19: Enfriado

11. Envasado

Los cupcakes fueron empacados en bolsas de polipropileno de alta densidad, polietileno de alta densidad y PET luego las bolsas fueron selladas herméticamente.

12. Almacenamiento

Finalmente se llevó a almacenamiento a temperatura ambiente (26 - 27 °C), en un lugar fresco, sin exposiciones excesivas a la luz.



Figura 20: Almacenamiento

3.8.3. Evaluación de la calidad de los Cupcakes

3.8.3.1. Análisis sensorial.

Será realizado el análisis sensorial de todas formulaciones de cupcakes incluyendo el cupcake patrón. Los cupcakes fueron evaluados por 40 panelistas semi entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad. Las características evaluadas serán: color, aroma, textura, sabor e intención de compra.

Las muestras fueron codificadas con números de dos cifras. Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta, 5= me gusta mucho.

3.8.3.2. Análisis estadístico.

El programa estadística Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa,OK, USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes en la variables respuestas, para calcular los coeficientes de regresión, el análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5% o 10% según sea el caso.

3.8.3.3. Evaluación de la mejor formulación de cupcake

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 fuese elevado y que en el análisis sensorial la formulación haya gozado de la mayor aceptación. A la formulación seleccionada como la mejor

conjunto con el patrón se le determino los siguientes análisis.

- **Humedad:** Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.
- **Proteína:** se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 parte 2 Dic. 2006.
- **Grasa:** se realizó según el método UNE 64021 1970.
- **Ceniza:** se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.
- **Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P).

Siguiendo la metodología para carbohidratos, por la diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al; (1993).

Usando la fórmula:

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

- **Fibra:** La determinación de fibra fue realizada según el método NMX-F-090(1978).
- **Textura:** para este análisis se utilizó el Texturómetro de marca BROOKFIELD.
- **Actividad de Agua:** Se utilizó el equipo de actividad de agua, ROTRONIC.
- **Color de la corteza y la miga:** para la determinación de Color de la corteza y la miga de los cupcakes se utilizó el colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de L* Luminosidad (negro 0/ blanco 100), a*

(verde-/rojo+) y b^* (azul-/amarillo+). La cromacidad C^* y el ángulo de tonalidad h^* , fue según Minolta, 1993.

El color de la miga fue tomado del centro de una sección interna central del cupcake, por triplicado y de color de la corteza en la parte superior del cupcake, en el punto medio.

La cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

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

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{ANGULO DE TONALIDAD} = \arctg(b^*/a^*)$$

3.8.3.4. Vida útil del cupcake

Para la determinación de la vida útil del cupcake con mejor sustitución, debido a las características sensoriales para determinar el tiempo de vida del producto se hizo mediante métodos matemáticos, usando la ecuación de la recta, pendiente e intercepto de la misma.

3.9. Diseño experimental

Para determinar la mejor sustitución parcial, se procedió a realizar el diseño experimental el cual se detalla a continuación:

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

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Harina de Tarwi (%)	0	1.5	5	8.5	10
Harina de cascara de maracuyá (%)	2	3.5	7	10.5	12

$$\alpha = 1.4$$

Tabla 15: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 22.

Experimento	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	X ₁	X ₂	Harina de Tarwi	Harina de cascara de maracuyá
1	-1	-1	1.5	3.5
2	1	-1	8.5	3.5
3	-1	1	1.5	10.5
4	1	1	8.5	10.5
5	- α	0	0	7
6	α	0	10	7
7	0	- α	5	2
8	0	α	5	12
9	0	0	5	7
10	0	0	5	7
11	0	0	5	7

Se elaboraron cupcakes considerando las cantidades para las mezclas de las harinas, y manteniendo el resto de insumos igual que para la formulación control. Los cupcakes fueron elaborados en la Planta Piloto Agroindustrial.

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 16: 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 $11.8\% \pm 0.6$ 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 $0.61\% \pm 0.07$, 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 $1.68 \pm 0.02\%$ 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 porcentual de la harina de tarwi

Los valores de la composición porcentual de la harina de tarwi están representados en la Tabla 17.

Tabla 17: Composición porcentual (%) de la harina de tarwi.

Componentes (%)	Harina de tarwi
Humedad	6.22±0.15
Proteína	44.04
Cenizas	2.81±0.02
Grasa	26.32±0.24
Carbohidratos	17.63
Fibra	2.98±0.05

La humedad de la harina de tarwi es de 6.22±0.15%, este valor cumple con la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2011), que especifica que para harinas sucedáneas procedentes de leguminosas la humedad no debe exceder de 15%.

Tapia et al. (2000), reporta un valor de 49.6% de proteínas para la harina de tarwi, en la investigación se halló un valor de 44.04% de proteína, valores cercanos a los reportados por Tapia, lo cual se complementa adecuadamente con las harinas para la elaboración de cupcakes.

La harina de tarwi obtenida experimentalmente contiene 2.81±0.02% de cenizas, este valor cumple con lo establecido en la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2011), que especifica que para harinas sucedáneas procedentes de leguminosas las cenizas no deben exceder de 5%.

En cuanto al contenido de grasa, la harina de tarwi usada en esta investigación reporta 26.32±0.24% de grasa. Este contenido es similar a lo reportado por Tapia et al. (2000). Hay que considerar que en el aceite de tarwi, el principal ácido graso es el oleico, seguido por el linoleico; con bajo contenido de ácido linolénico, causante de la inestabilidad del aceite por el peligro de rancidez, dando mayor estabilidad al aceite. (Tapia et al. 2000). Por lo tanto hay

menos peligro de rancidez en los cupcakes elaborados a partir de harina de trigo con harina de tarwi y cascara de maracuyá.

También Tapia et al. (2000), han encontrado un valor de 12% de carbohidratos, que es un valor algo cercano al encontrado en la investigación, donde se reporta 17.63% de carbohidratos. Durante el proceso de desamargado, el grano de tarwi pierde parte de sus carbohidratos solubles, es por eso que el valor reportado tiene relación con el mencionado en la bibliografía.

La harina de tarwi obtenida experimentalmente contiene $2.98 \pm 0.05\%$ de fibra y el valor reportado por Tapia et al. (2000), es de 3% de fibra, lo cual demuestra que nuestros datos reportados son similares a los reportados por la bibliografía.

4.1.1.3. 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 18: 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.

4.1.2. Análisis Fisicoquímico

4.1.2.1. Colorimetría de la harina de trigo, tarwi y cascara de maracuyá.

Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo, tarwi y cascara de maracuyá se muestran en la tabla 19

Tabla 19: Colorimetría de las harinas de trigo, tarwi y cascara de maracuyá

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 Tarwi	88.92±0.42	1.84±0.22	12.72±0.14	13.75±0.13	93.01±0.10

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 tarwi el valor presentado de b^* (12.72), muestra una tendencia al color amarillo, con respecto al valor de a^* (1.84) una ligera tendencia al color verde y con respecto al ángulo de tonalidad presentó un valor de 93.01 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo). La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 13.75.

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.

4.1.3. Propiedades reológicas de la harina de trigo.

4.1.3.1. Farinografía.

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

Tabla 20: Características farinográficas de la harina trigo pastelera

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

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

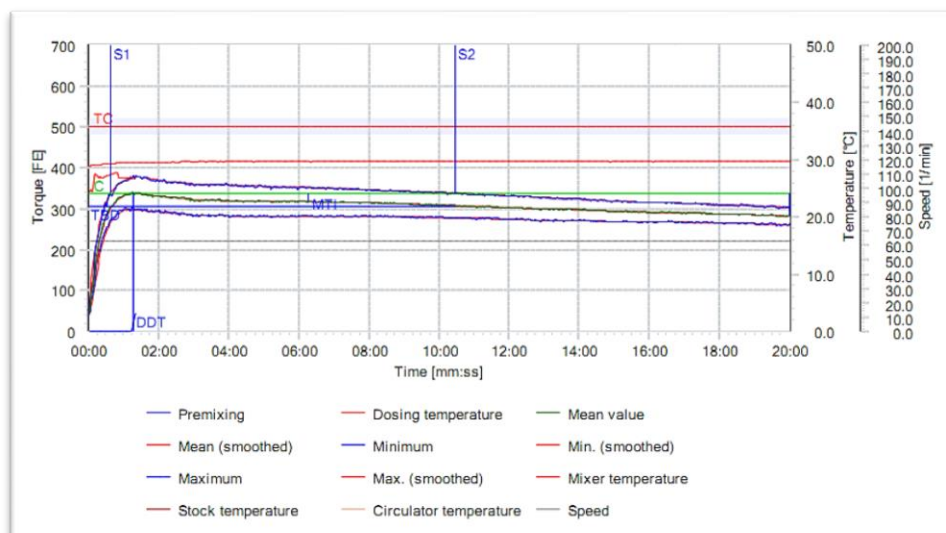


Figura 21: Farinograma de la Harina de trigo pastelera

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).

4.1.3.2. Extensografía.

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

Tabla 21: Características extensográficas de la harina trigo pastelera

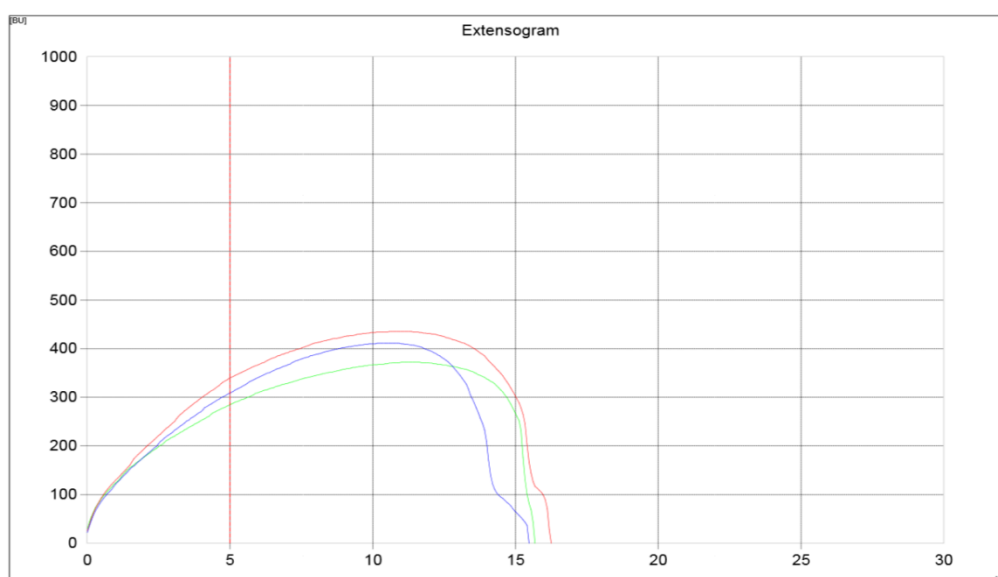
Parámetros	Harina de trigo		
	30 min **	60 min **	90min **
Energía [cm ²]	80	94	79
Resistencia a la extensión [UB]	286	341	310
Resistencia Máxima [UB]	372	435	411
Extensibilidad [mm]	157	163	155
Número proporcional	1.8	2.1	2.0
Número proporcional máximo	2.4	2.7	2.7

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

Figura 22: Extensograma de la Harina Pastelera

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.

4.1.3.3. Amilografía.

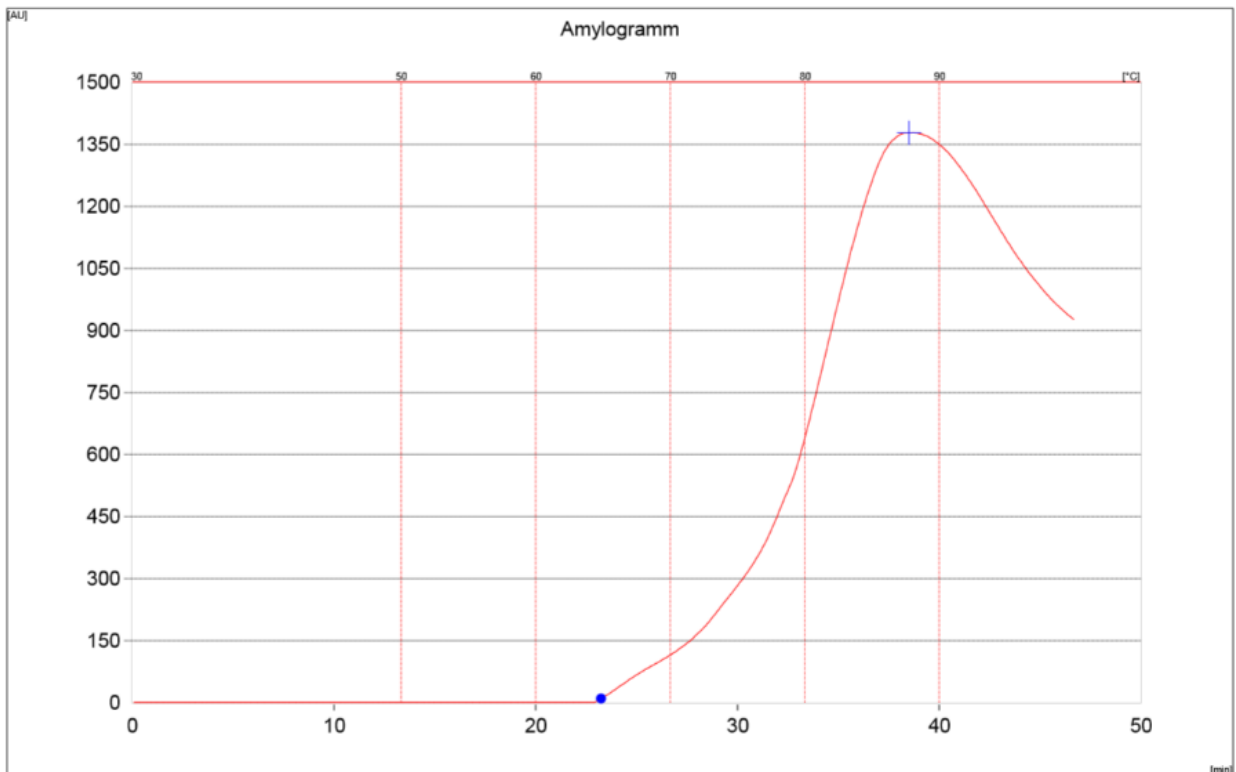
La tabla 22 presenta las características amilográficas de la harina de trigo.

Tabla 22: 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.



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

Figura 23: Amilograma de la harina de trigo pastelera

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)

4.2. Cálculo del Cómputo Químico de las formulaciones.

Se calculó el cómputo químico de las diferentes formulaciones de harinas de trigo, tarwi 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, tarwi 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. La recomendación del comité de FAO/OMS, es que el cómputo químico no debe ser menor del 70 % del patrón.

La tabla 23 muestra el cómputo o score químico de aminoácidos esenciales (%) de las 11 formulaciones del Diseño Compuesto Central Rotacional aplicado en esta investigación. Cabe mencionar que la realización del cómputo químico se realizó antes de aplicar el diseño experimental para las variables dependientes que se mostraran posteriormente. Siendo por lo tanto importante la pre-evaluación nutricional para cada formulación de cupcake.

De acuerdo a la tabla 29; se identifica a la lisina como aminoácido limitante, sin embargo la mezcla de estas harinas (harina de trigo y, harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá) sobrepasa el límite mínimo de 70% recomendado por la FAO/OMS.

En este trabajo de investigación no se mostró deficiencia de los demás aminoácidos esenciales en su totalidad, demostrado en los valores que exceden el 100%.

Tabla 23: Cómputo 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	88	88	81	93	83	93	83	88	88	88
	HARINA DE TARWI (Lupinus Mutabilus)	2	9	2	9	0	10	5	5	5	5	5
	HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (Passiflora edulis)	4	4	11	11	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

4.3. Evaluación de la calidad de los cupcakes

4.3.1. Volumen específico.

Tabla 24: Volumen específico de los cupcakes.

Ensayos	Harina de tarwi	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de tarwi (%)	Harina de cáscara de maracuyá (%)	Volumen Específico (ml/g)
1	-1	-1	1.5	3.5	2.7907
2	+1	-1	8.5	3.5	3.4106
3	-1	+1	1.5	10.5	3.3946
4	+1	+1	8.5	10.5	2.8778
5	-1,41	0	0	7	3.3435
6	+1,41	0	10	7	3.3060
7	0	-1,41	5	2	3.2469
8	0	+1,41	5	12	3,0108
9	0	0	5	7	2,9715
10	0	0	5	7	2,8836
11	0	0	5	7	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 25: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes.

	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 tarwi, 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 (ver tabla 26 y figura 24) en el estudio de la variable Volumen Específico; fueron el término cuadrático de la harina de tarwi y la iteración de las harinas de tarwi y de cascara de maracuyá.

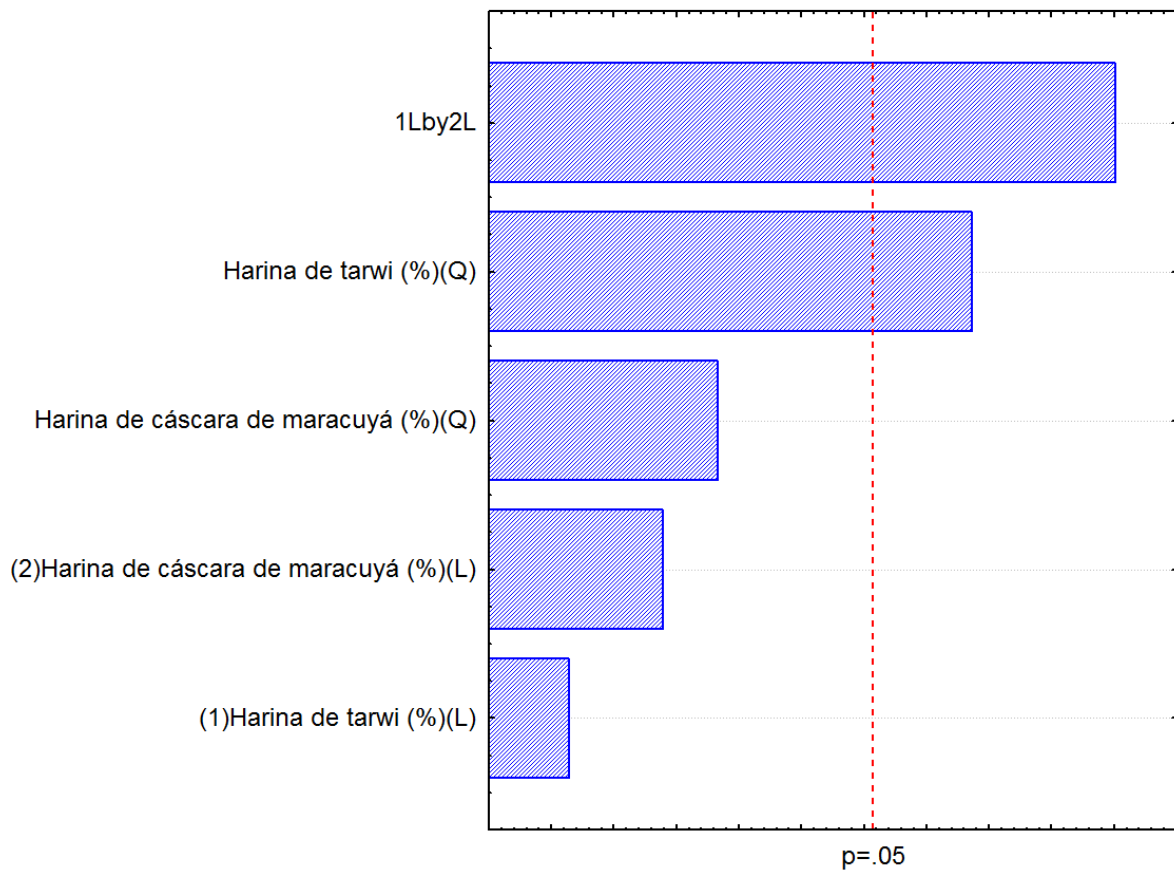


Figura 24: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.

Tabla 26: Análisis de varianza para la respuesta Volumen específico de los cupcakes

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 tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

$x_1 \cdot x_2$ = Interacción de harina de tarwi 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.

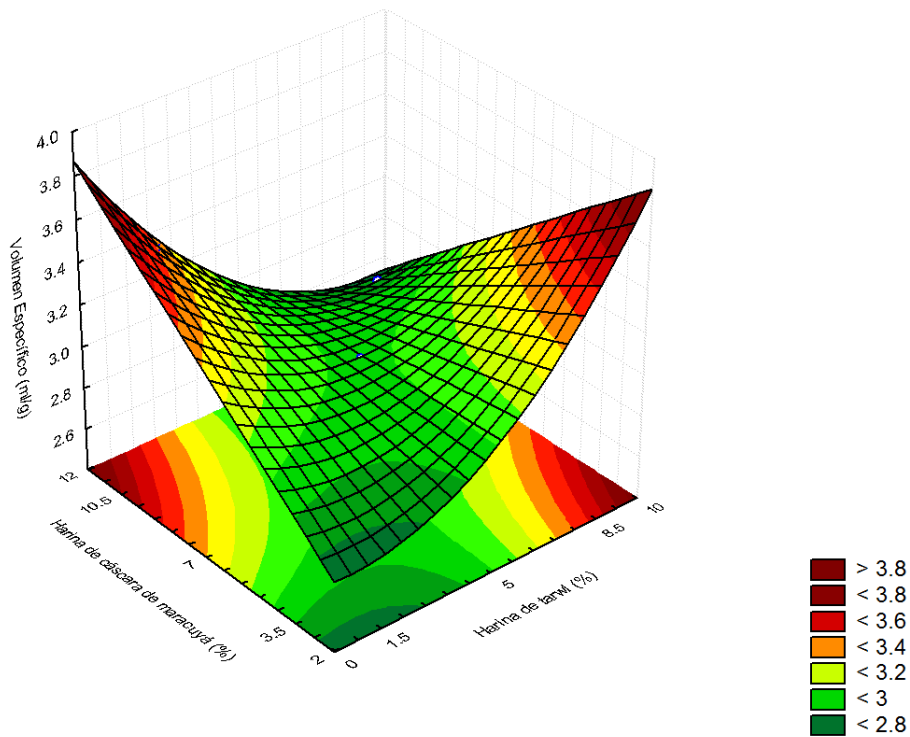


Figura 25: Superficie de respuesta para el volumen específico de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

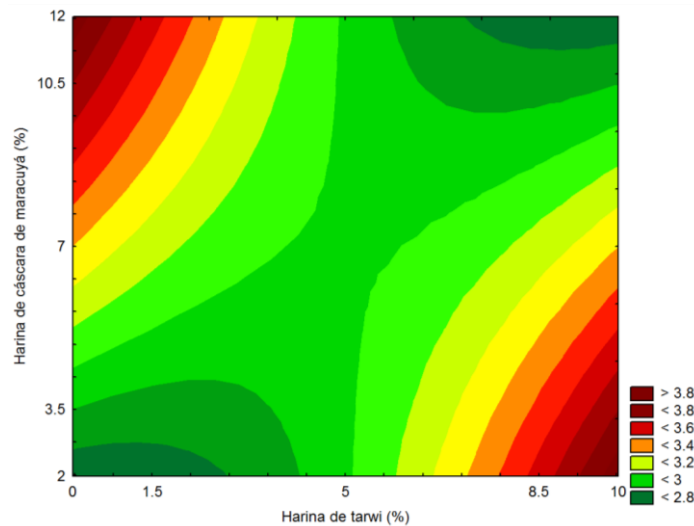


Figura 26: Gráfico de contorno para el volumen específico de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

4.3.2. Color de la miga de los cupcakes

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

Tabla 27: Color de la miga de los cupcakes de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Harina de Tarwi	Harina de cáscara de maracuyá	Luminosidad (L)	Cromacidad (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

4.3.2.1. Luminosidad de la miga del cupcake

Conforme a la Tabla 27, el parámetro de luminosidad de la miga de los cupcakes sustituidos parcialmente con harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá varía de 50.84 a 65.55. Además el patrón presentó un valor de luminosidad de 60.90, indicando reflectancia a la luz dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental, traducándose en un cupcake de coloración clara, teniendo en cuenta la escala de 0(negro) y 100(blanco).

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la esta variable, presentados en la tabla 27. Analizando estos efectos se observó que no hubo término significativo para ninguna variable (ver figura 27). Por tanto, el modelo matemático y las superficies de respuesta no fueron considerados debido que el coeficiente de determinación ($r^2=51.33\%$) presento un valor bajo.

Este comportamiento se debe a que el promedio de los datos obtenidos para cada formulación, en cuanto a la variable luminosidad de la miga, presento valores muy próximos entre sí; independientemente de la adición de harina de tarwi y cascara de maracuyá.

Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para la luminosidad de la miga, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de tarwi y cascara de maracuyá, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

En tanto, el modelo completo de segundo orden para la variable luminosidad de los cupcakes sustituidos parcialmente con harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá, se encuentra en la ecuación 2.

$$\text{Luminosidad de la miga} = 57.37 - 0.98x_1 + 0.17x_1^2 - 2.33x_2 + 1.72x_2^2 - 1.94x_1x_2 \dots (2)$$

Dónde:

x_1 =Harina de tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

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

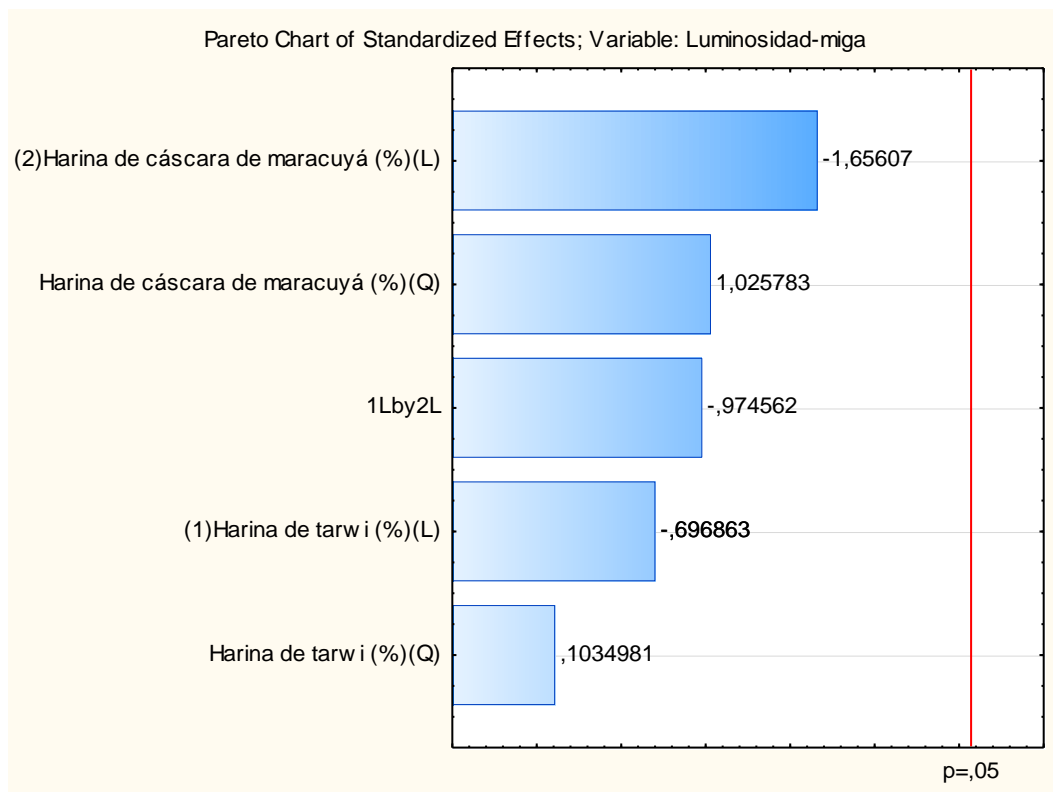


Figura 27: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga.

4.3.2.2. Cromacidad de la miga del cupcake.

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 28: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de la miga

	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 x x₂	2,76	2,48	2,23	0,08

x₁=Harina de tarwi, 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 $r^2 = 61.80\%$

En tanto, el modelo completo de segundo orden para la variable luminosidad de los cupcakes sustituidos

parcialmente con harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá, se encuentra en la ecuación 3

$$\text{Cromacidad de la miga} = 31.43 + 0.73x_1 - 0.96x_1^2 - 0.55x_2 - 1.37x_2^2 + 2.76x_1x_2 \dots(3)$$

Dónde:

x_1 =Harina de tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

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

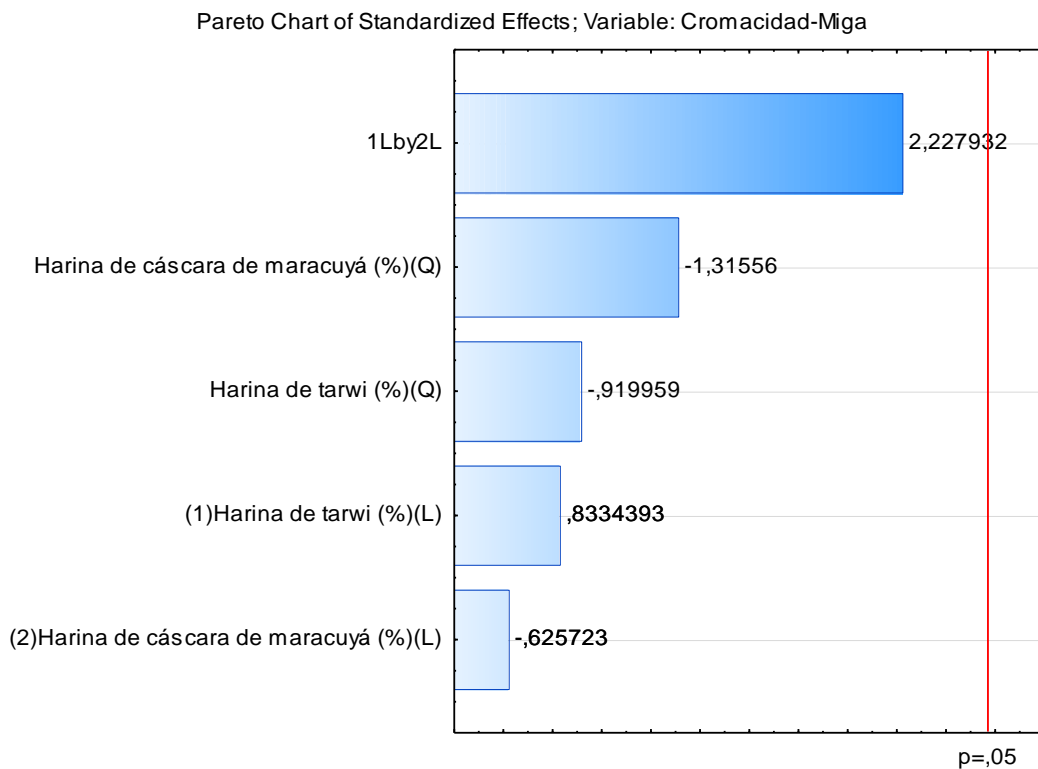


Figura 28: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga.

4.3.2.3. Ángulo de tonalidad de la miga del cupcake.

Los valores de ángulo de tonalidad según la tabla 27 variaron entre 82,58 y 92.80; 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 29: Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de Tonalidad

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	85,89	0,93	92,12	<0,0000
x₁ (L)	-0,25	1,14	-0,44	0,68
x₁ (Q)	0,89	1,36	1,31	0,25
x₂ (L)	-2,33	1,14	-4,08	0,01
x₂ (Q)	2,38	1,36	3,50	0,02
x₁ x x₂	-1,84	1,61	-2,28	0,07

x₁=Harina de tarwi, 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 29 podemos observar que existe significancia para la harina de cascara de maracuyá tanto para el termino lineal como cuadrático, puesto que son valores menores que 0.05. Lo podemos observar también en el diagrama de Pareto, (ver figura 29).

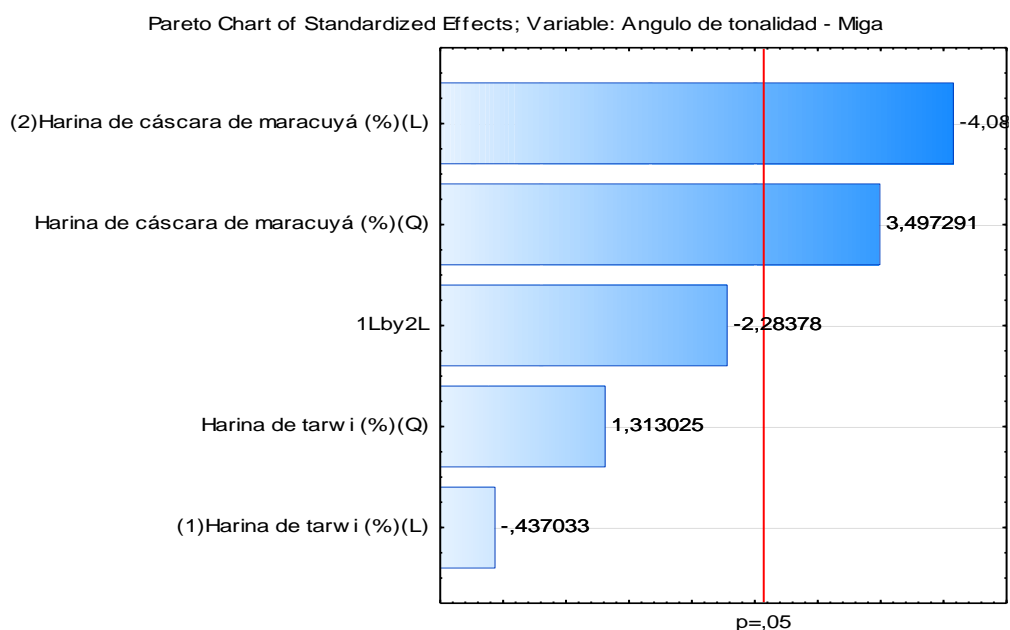


Figura 29: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad.

Tabla 30: 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 tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

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

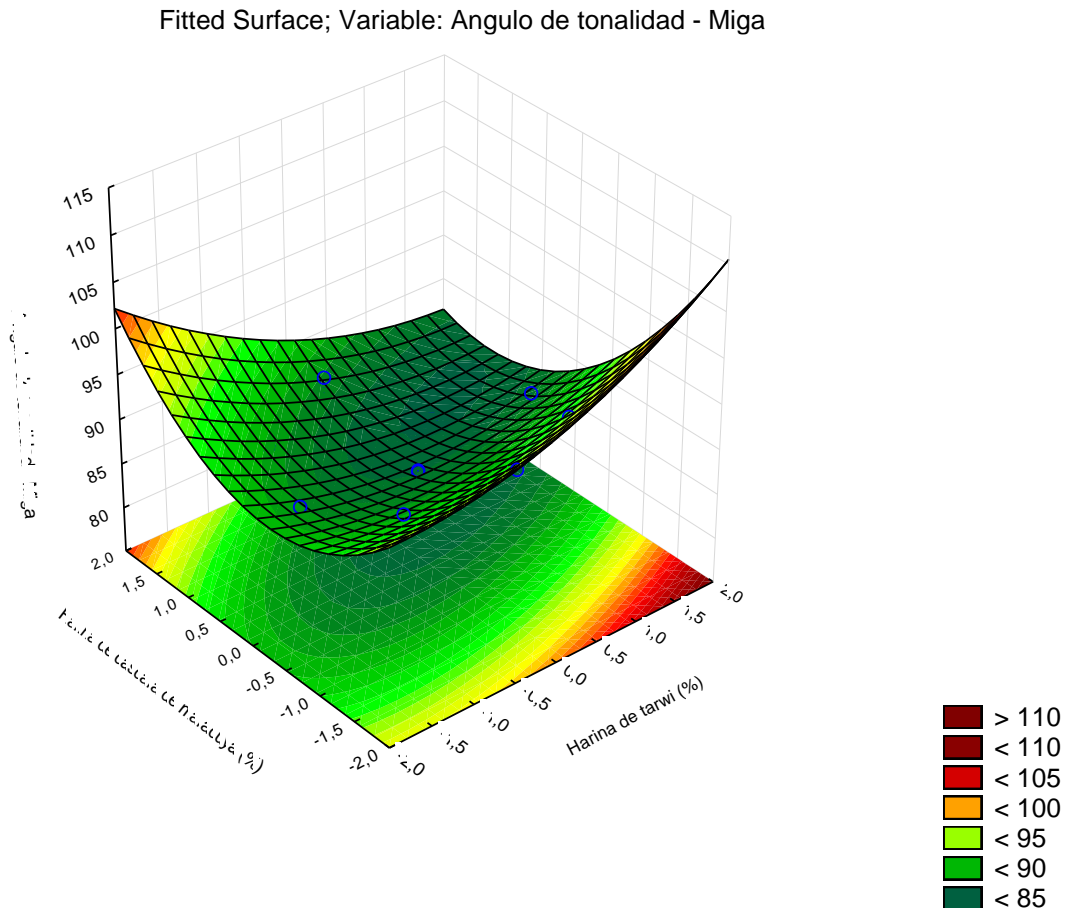


Figura 30: Superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

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 (2-4.6% de harina de tarwi) y (20-60 ppm de cascara de maracuyá).

4.3.2.4. Color de la corteza de los cupcakes

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 31: Color de la corteza de los cupcakes de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Harina de Tarwi	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

4.3.2.5. Luminosidad de la corteza de los cupcakes

El parámetro de luminosidad de la corteza de los cupcakes con sustitución parcial de harina de tarwi 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 cupcake de coloración oscura, teniendo en cuenta la escala de 0(negro) y 100(blanco).

Tabla 32: Coeficientes de regresión para la respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes

	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 tarwi, 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.

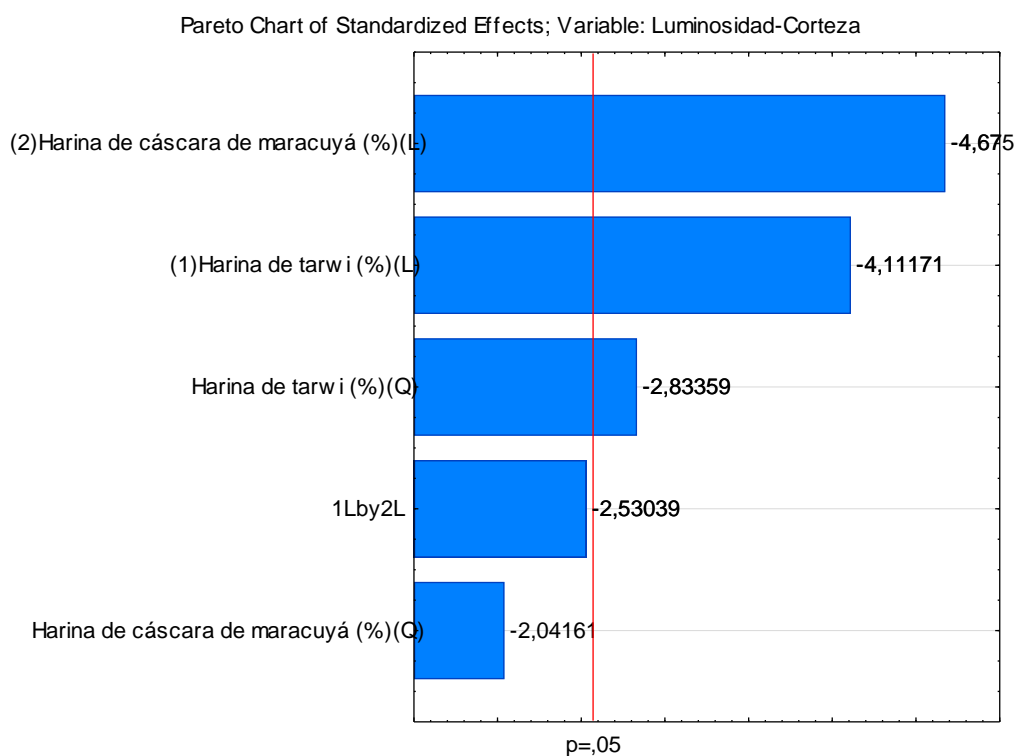


Figura 31: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Luminosidad de la corteza de los cupcakes.

Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes

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 tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

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

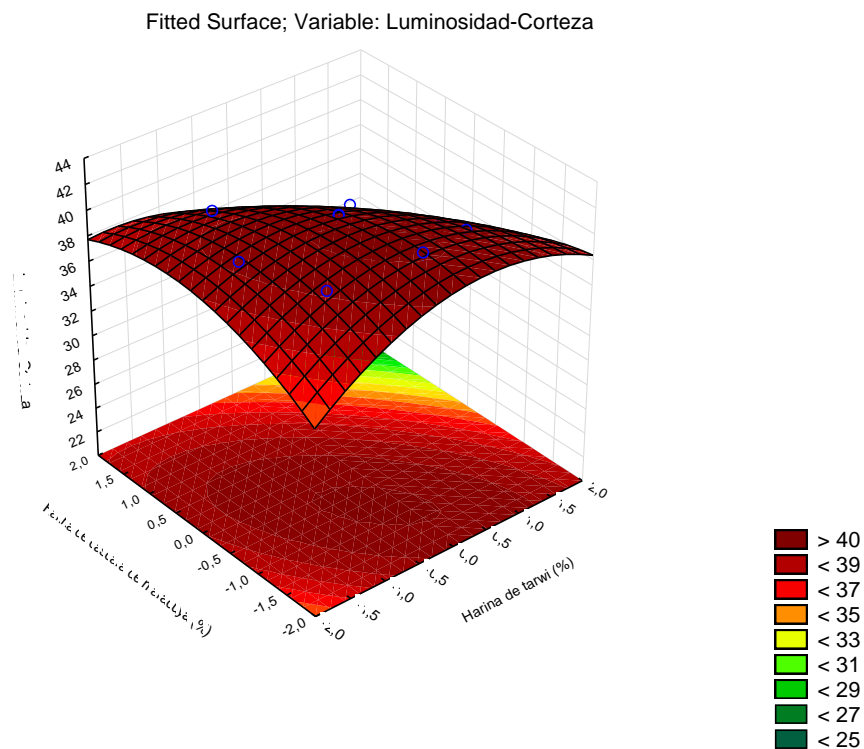


Figura 32: Superficies de respuesta para la variable luminosidad de la corteza de los cupcakes en función de Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

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).

4.3.2.6. Cromacidad de la corteza del cupcake.

Para la cromacidad de la corteza de los cupcakes 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 34: Coeficientes de regresión para la respuesta Cromacidad de la corteza de los cupcakes.

	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 tarwi, 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.

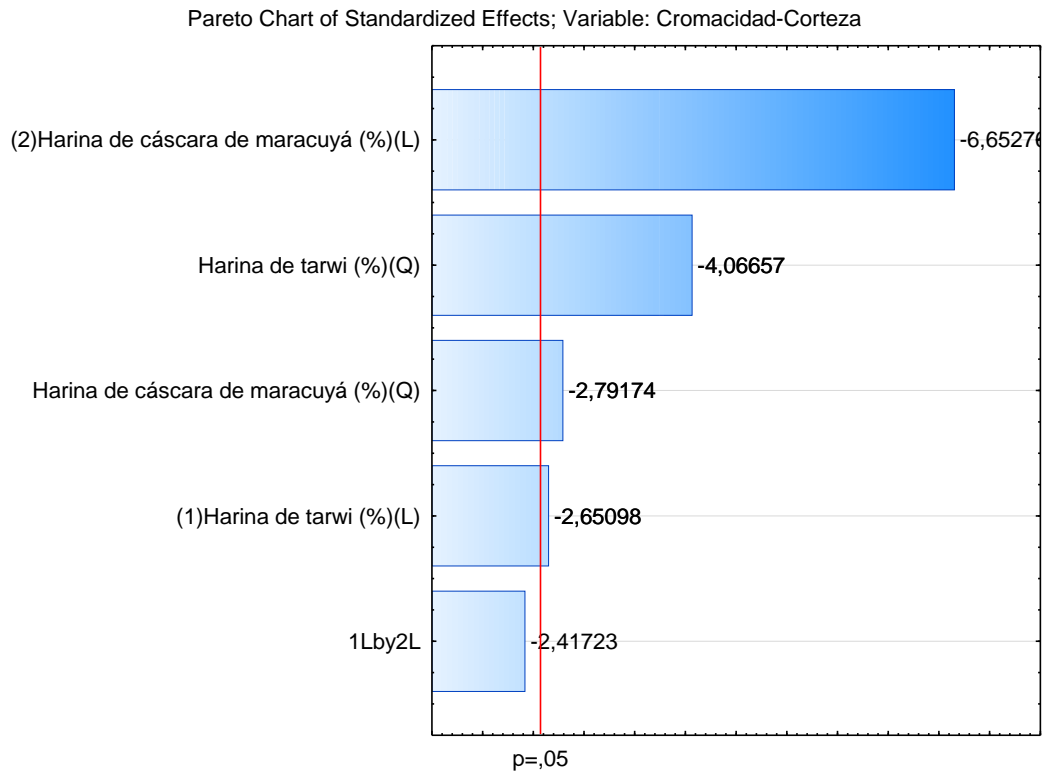


Figura 33: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza de los cupcakes

Tabla 35: Análisis de varianza para la respuesta Cromacidad de la corteza de los cupcakes

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:

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

Dónde:

x_1 =Harina de tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

Fitted Surface; Variable: Cromacidad-Corteza

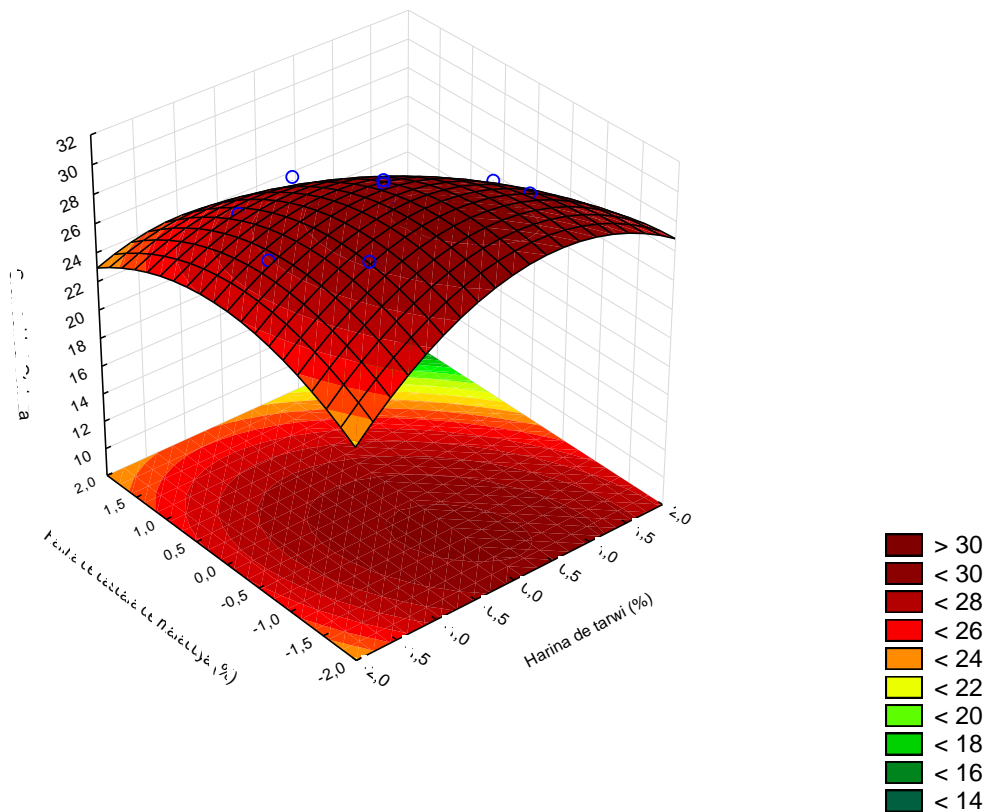


Figura 34: Superficies de respuesta para la cromacidad de la corteza de los cupcakes en función de Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

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 tarwi y 37.52 cascara de maracuyá (dato obtenido de derivar la ecuación antes mencionada).

4.3.2.7. Ángulo de tonalidad de la corteza del cupcake.

Para el Ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes 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 36: Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake.

	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 tarwi, 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 tarwi tanto para el término lineal como cuadrático, así también para la harina de cascara de maracuyá para el término 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

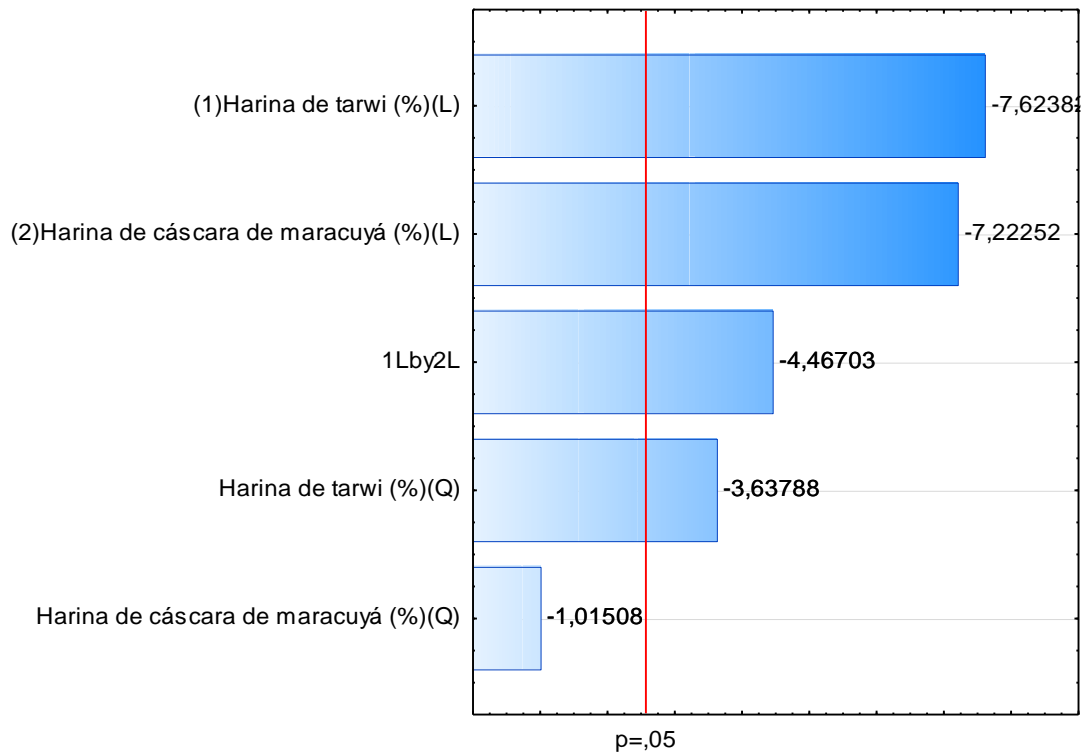


Figura 35: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake.

Tabla 37: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de Tonalidad de la corteza del cupcake.

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:

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

Dónde:

x_1 =Harina de tarwi

x_2 = Harina de cascara de maracuyá

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

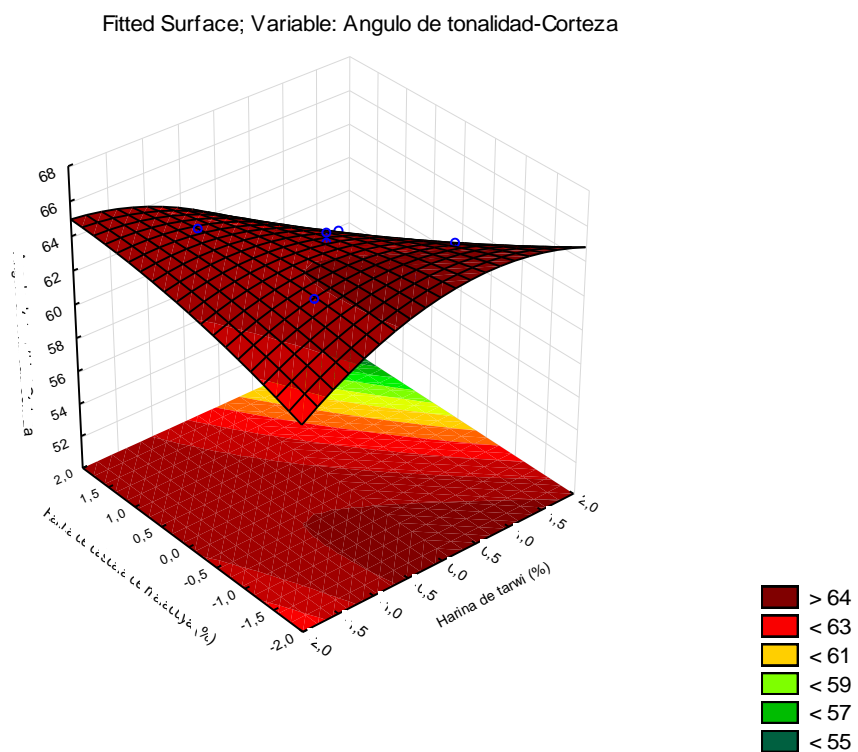


Figura 36: Superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y Contenido de harina de cascara de maracuyá (%)

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 quinua) y (20-60 de cascara de maracuyá).

4.4. Análisis sensorial.

4.4.1. 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 38: Coeficientes de regresión para la respuesta Color de la miga y corteza de los cupcakes

	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 $r^2 = 58.66\%$.

4.4.2. 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 39: Coeficientes de regresión para la respuesta al Sabor de la miga y corteza de los cupcakes.

	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 Tarwi 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 40: Análisis de varianza para la respuesta Al sabor de los cupcakes

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 tarwi (%).

x_2 = Harina de cascara de maracuyá (%).

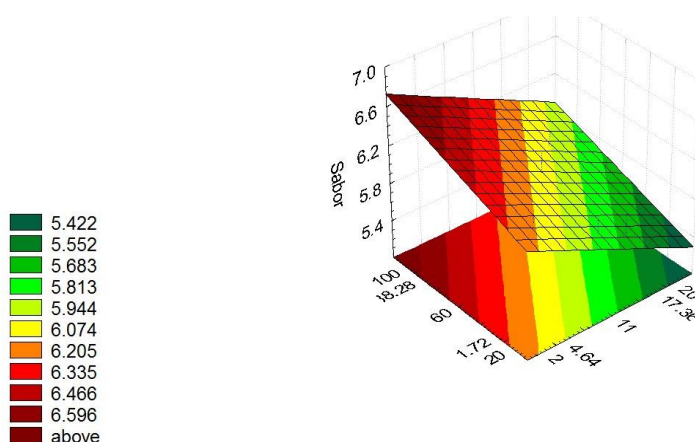


Figura 37: Superficies de respuesta para el sabor del cupcake en función de: Contenido de harina de tarwi (%) y harina de cascara de maracuyá(%)

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

4.4.3. Análisis de Textura.

El parámetro de textura de los cupcakes con sustitución parcial de harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá varía de 6.7 a 7.7.

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

Tabla 41: Coeficientes de regresión para la respuesta a la Textura de la miga y corteza de los cupcakes.

	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 tarwi en su término lineal (L) y la harina de cascara de maracuyá en su término cuadrático (Q).

Tabla 42: Análisis de varianza para la respuesta Textura de los cupcakes

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 tarwi (%).

x_2 = Harina de cascara de maracuyá (%).

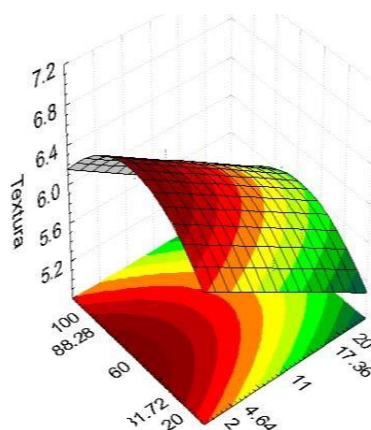
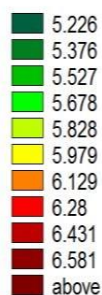


Figura 38: Superficies de respuesta para la Textura del cupcake en función del Contenido de harina de tarwi (%) y harina de cascara de maracuyá (%).

4.5. 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 (5% de Harina de tarwi, 12% de harina de cascara de maracuyá y 83% 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 el cupcake control como para el cupcake con mejor formulación, evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 43: Porcentaje de humedad del cupcake control y el cupcake 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 los cupcakes presentaron una humedad de, $19.8469 \pm 0.18\%$, y $21.8407 \pm 0.14\%$ para el cupcake control y el cupcake 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 $17.5107 \pm 0.41\%$ y $18.5718 \pm 0.25\%$, para el cupcake control y el cupcake 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).

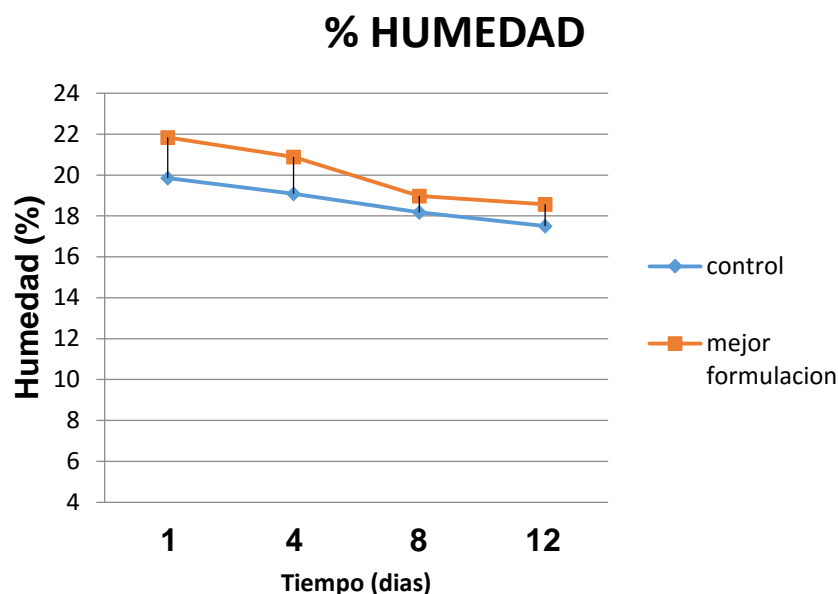


Figura 38: Variación del % de humedad del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

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 cupcake control.

La diferencia en el contenido de humedad entre el cupcake control y el cupcake 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 el cupcake control como para el cupcake con mejor formulación, evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 44: Porcentaje de ceniza del cupcake control y el cupcake 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

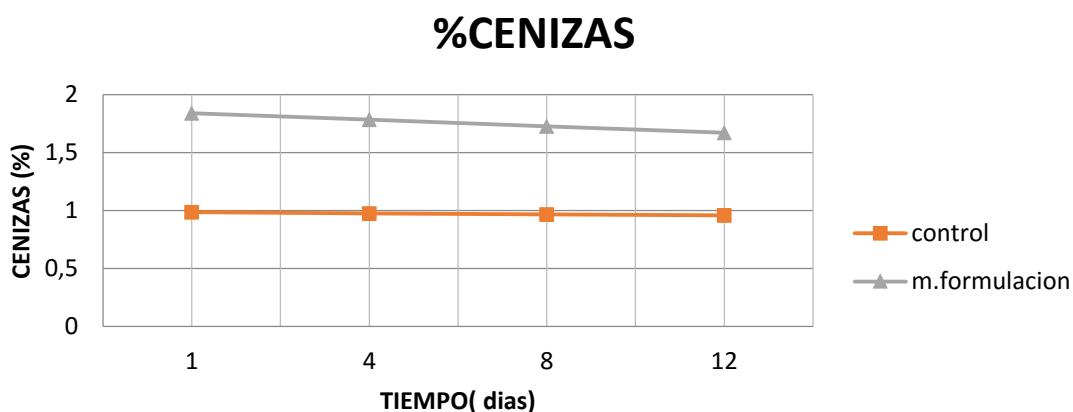


Figura 39: Variación del % de cenizas del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la tabla 44 y la figura 39, se muestran los resultados de los análisis realizados al cupcake control y al cupcake con mejor formulación sustituido parcialmente con harina de tarwi y cascara de maracuyá; como se observa el contenido de ceniza es mayor

para el cupcake 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 tarwi 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 el cupcake control y el cupcake 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 el cupcake 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 del cupcake control y el cupcake 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

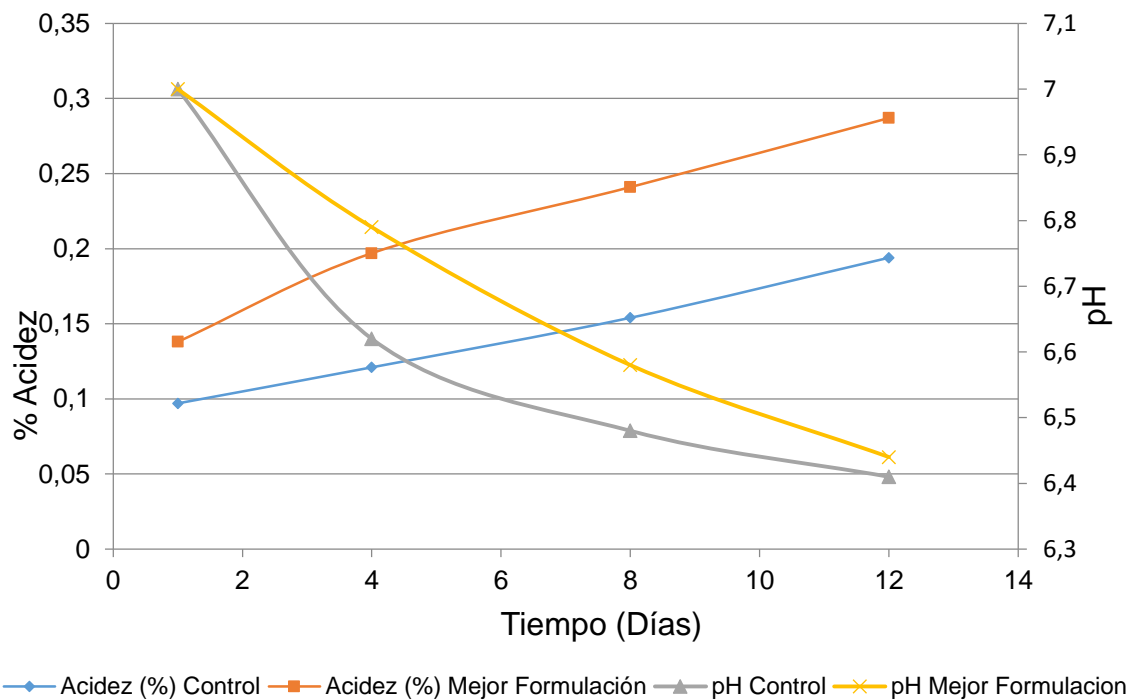


Figura 40: Variación del % de acidez y pH del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 45 y en la figura 40, al inicio del almacenamiento el cupcake control presento una acidez de $0.097 \pm 0.014\%$, y el cupcake 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 el cupcake 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 los cupcakes 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 el cupcake control como para el cupcake con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente..

Tabla 46: Variación de la actividad de agua del cupcake control y el cupcake 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

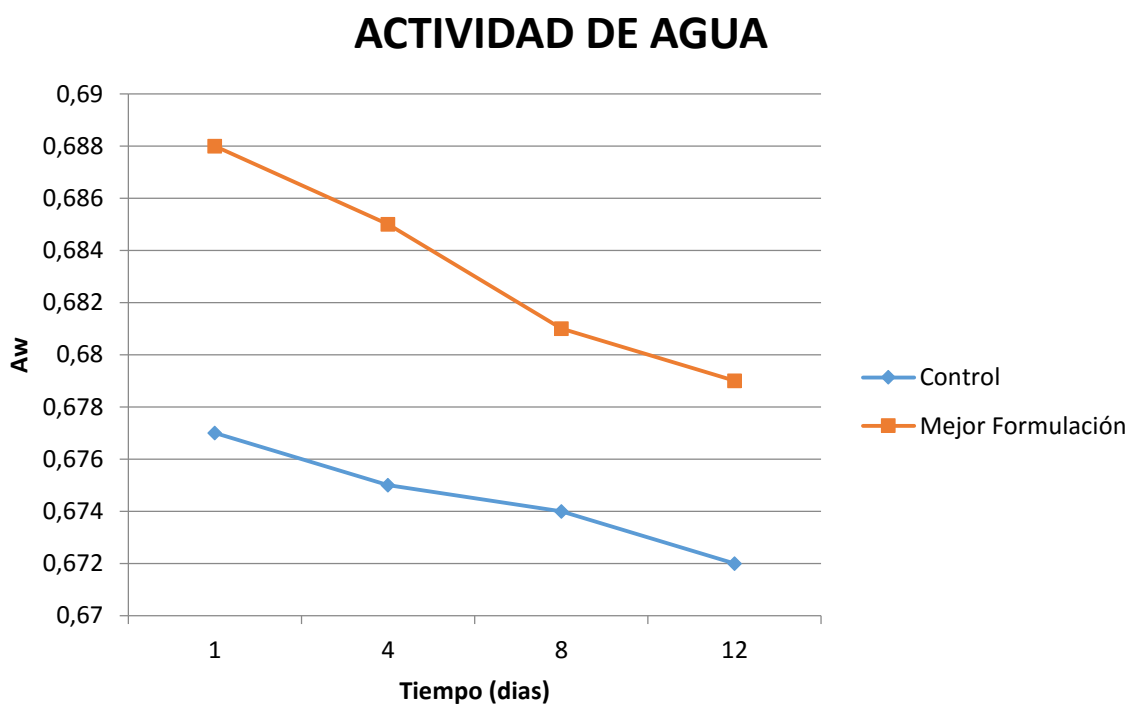


Figura 41: Variación de la actividad de agua del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 46 y en la figura 41 al inicio del almacenamiento el cupcake 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 esta 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 el cupcake control como para el cupcake con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 47: Variación de la textura del cupcake control y el cupcake 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

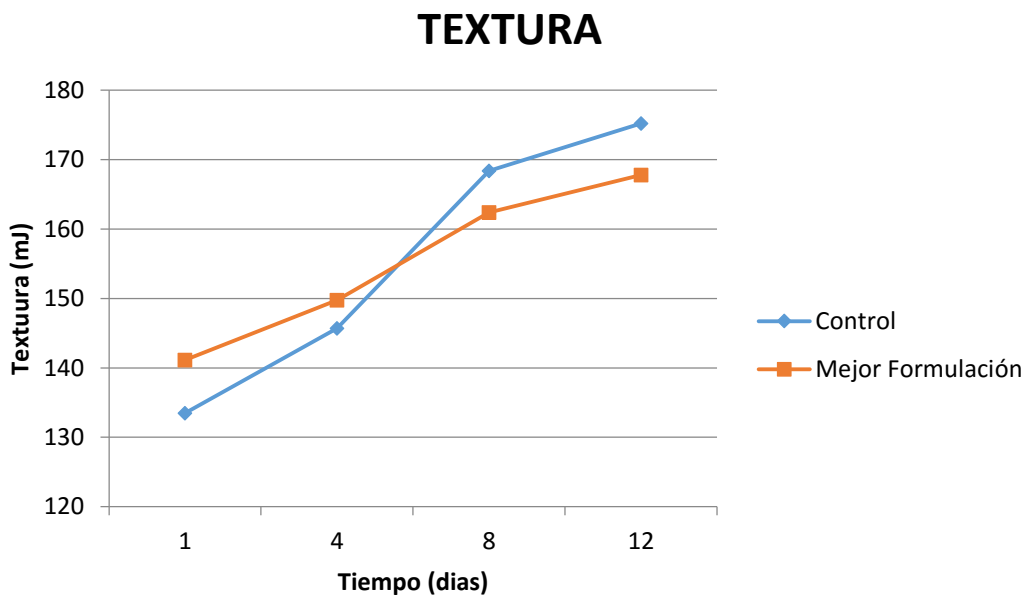


Figura 42: Variación de la textura del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 72, al comparar los valores de textura obtenidos en los cupcakes se observó que la fuerza necesaria inicial para fracturar los cupcakes fueron de 133.47± 3.4 mJ para el cupcake control, y 141.14± 3.6 mJ para el cupcake de mejor formulación. Como se puede notar en ambas muestras, el cupcake 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 tarwi y harina de cascara de maracuyá.

A medida que transcurren los días de almacenamiento existe un aumento de dureza del cupcake, 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 el cupcake con mejor formulación evaluados durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 48: Colorimetría de la corteza del cupcake 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

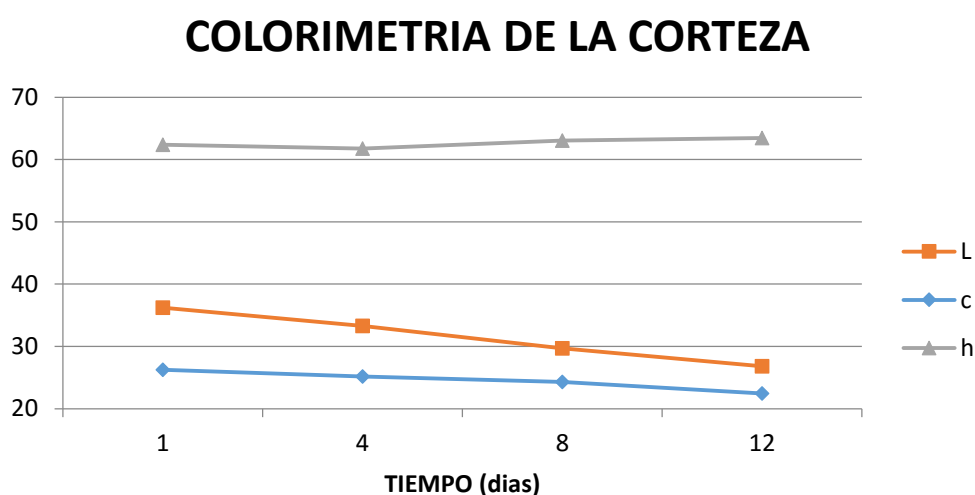


Figura 43: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la corteza del cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

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± 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±

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).

Tabla49: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la miga del cupcake 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± 0.02	30,51± 0.04	61,43± 0.01	30,51	89,40
4	0,28± 0.01	28,72± 0.07	60,38± 0.03	28,72	89,44
8	0,1± 0.05	27,64± 0.03	58,91± 0.02	27,64	89,79
12	-1,07± 0.03	25,48± 0.02	56,72± 0.07	25,50	92,40

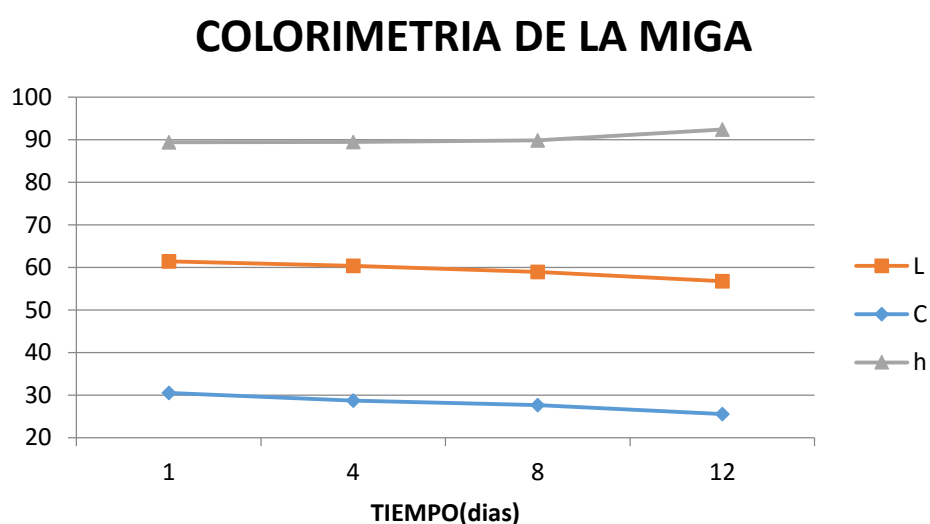


Figura 44: Variación de la Luminosidad, Cromaticidad y Angulo de tonalidad de la miga del cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

En la tabla 49 podemos observar al transcurrir los día, 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± 0.04, el cual nos indica una ligera tendencia al amarillo, y en el día 12, el ultimo día de almacenamiento este valor disminuyó a 25,48±

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 el cupcake control como para el cupcake 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 tarwi 2.98.

Tabla 50: Variación de la fibra del cupcake control y el cupcake 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

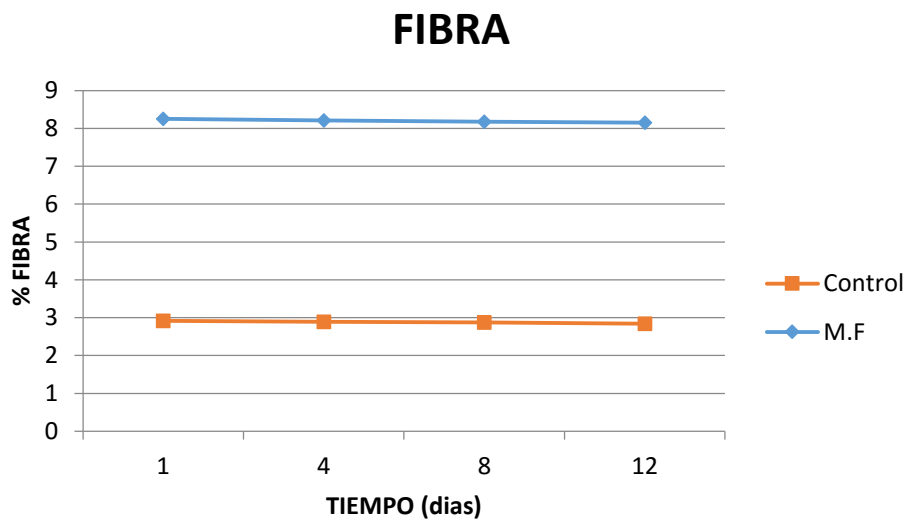


Figura 45: Variación del % de fibra del cupcake control y el cupcake con mejor formulación durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Como se observa en la tabla 50 El cupcake 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 es 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 cupcake durante los días 1, 6 y 12 de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 52: Análisis microbiológico de la mejor formulación del cupcake, 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.

4.6 Evaluación del tipo de envase

4.6.1 Evaluación de la pérdida de peso

En la tabla 53 y la figura 46, se muestran los resultados del análisis de pérdida de para el cupcake 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 53: Variación de peso del cupcake 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

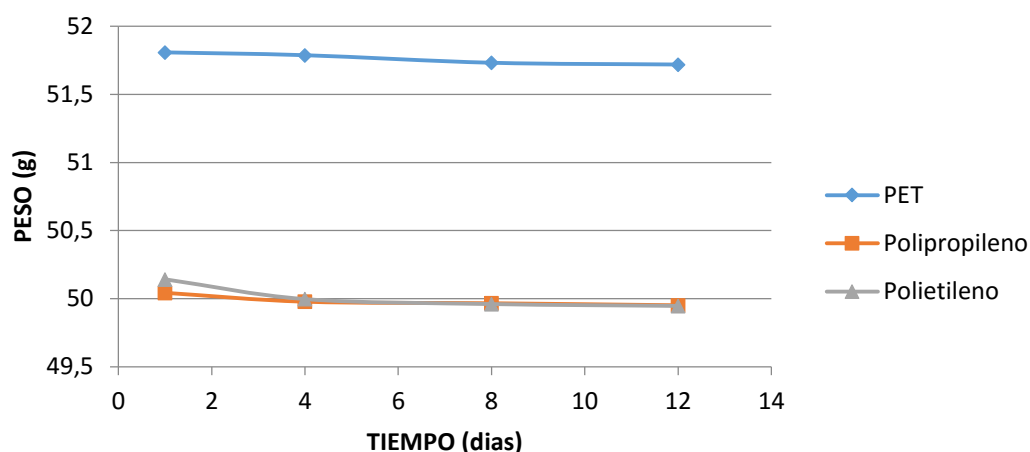


Figura 46: Variación de peso del cupcake con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

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

Tabla 54: Variación del % de pérdida de peso del cupcake 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

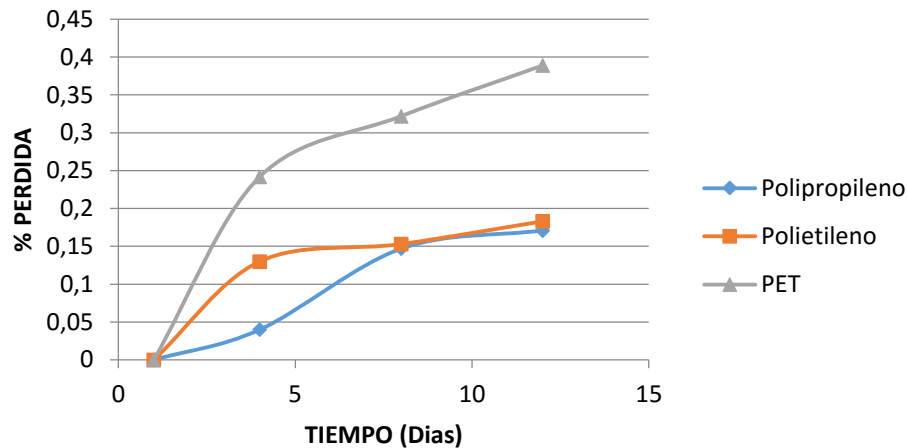


Figura 47: Variación del % de pérdida de peso del cupcake con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

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 los cupcakes 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 la variable peso; donde se estableció que sí existen diferencias significativas entre los envases mas no entre los días, en los cupcakes 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.

4.6.2 Evaluación de la textura

En la tabla 56 y la figura 48, se muestran los resultados del análisis de textura para el cupcake 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 del cupcake 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

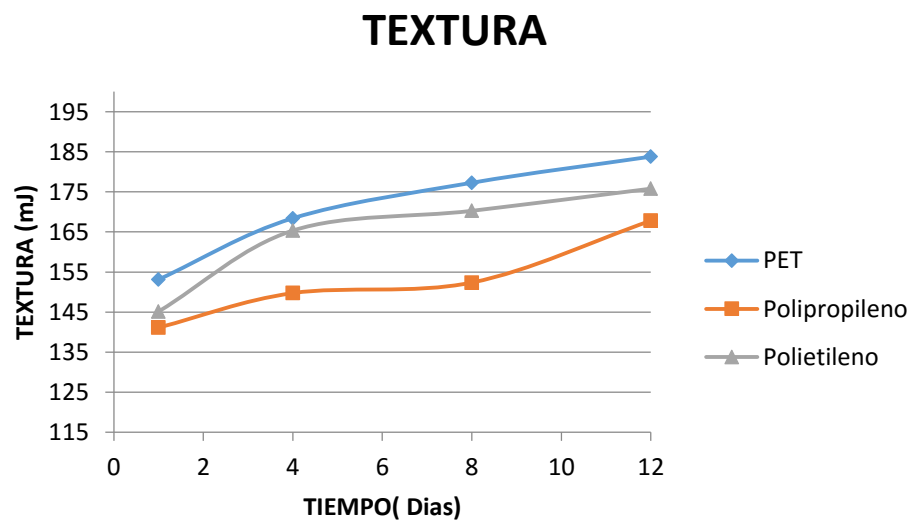


Figura 48: Análisis de textura del cupcake con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

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

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

4.6.3 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 57: Análisis de la variación de % de humedad del cupcake 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

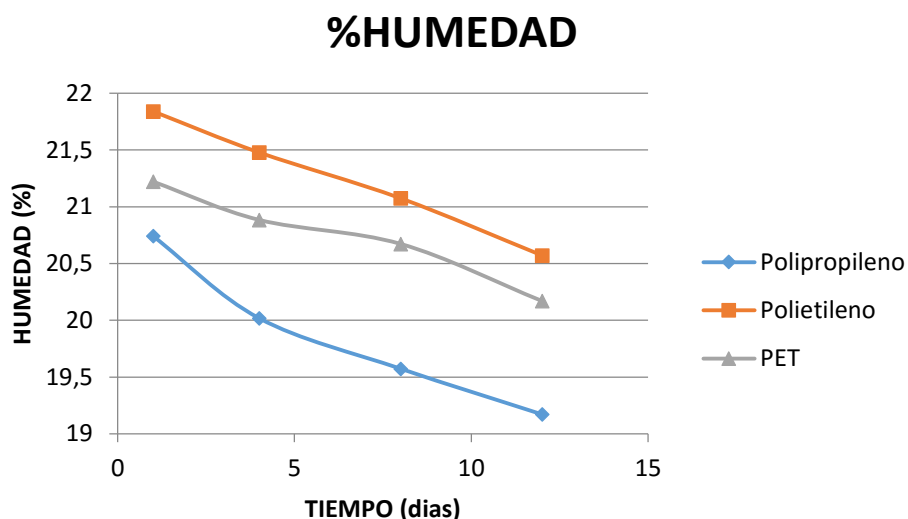


Figura 50: Análisis de la variación de % de humedad del cupcake con mejor formulación almacenada en envases en polipropileno, polietileno y PET, durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente

4.7 Vida útil del cupcake

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 cupcake 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 cupcakes 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 pastelera.
- Se determinó que la mejor sustitución parcial de harina de trigo, harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá es: 83 %, 5 % y 12%, 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 del cupcake elaborado con harina de trigo, harina de tarwi y harina de cascara de maracuyá es de 12 días, haciendo uso de métodos matemáticos
- Desde el punto de vista nutricional los cupcakes 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 Tarwi. 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 cupcake 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 del cupcake con la mejor mezcla de sustitución parcial.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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, d., (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 (*Phaseoleus 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/lvanHinojosa1/09-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

4.1. 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.

A. 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

B. 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)

a 50 ppm, mediante el método de inmersión por un tiempo de 10 minutos.

C. 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.

D. 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.

E. 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

F. 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

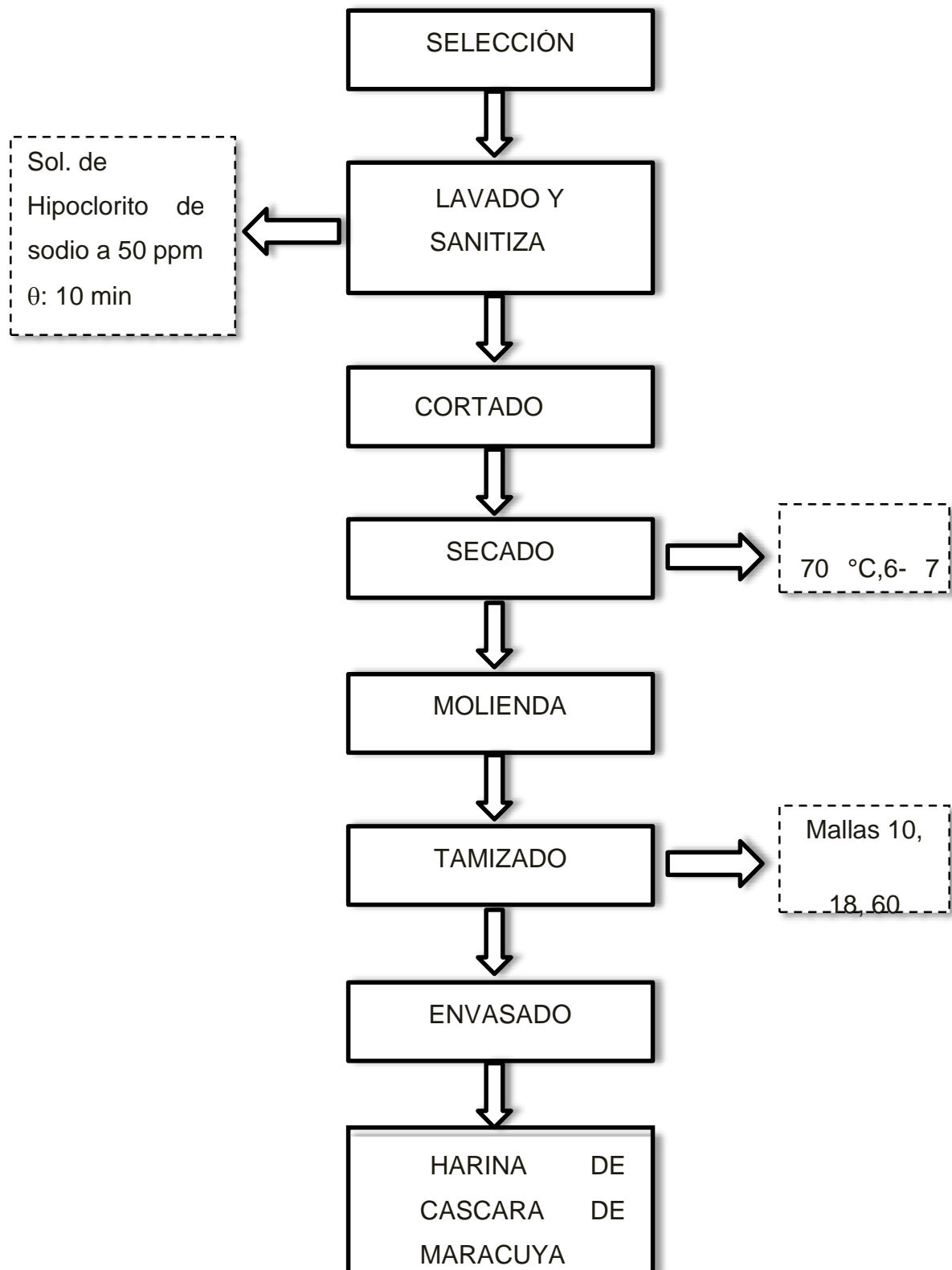


Figura 7: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de cascara de Maracuyá

ANEXO 2

ANALISIS FISICOQUIMICOS

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 quinua en la cocina eléctrica y mufla

ANALISIS DE FIBRA PARA LA HARINA DE TRIGO



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO Nº 2845A-16

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR

ARTEAGA SAENZ PAMELA,

SILVA RUFINO ANA

La Victoria Y - 26 Chimbote

HARINA DE TRIGO

01 muestra

En bolsa de polietileno transparente

2015-10-01

2015-10-01

2015-10-02

En buen estado.

Laboratorio Físico Químico

SS 001353-15

RESULTADOS

ENSAYOS

Fibra (%)

1.39

M - 1

METODOLOGÍA EMPLEADA

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

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

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Octubre 02 del 2015;

DVY/mms

Denis M. Vargas Yepetz

JEFE DE LABORATORIO

Físico Químico

COLECBI S.A.C.

L.C.M.P.H.R.E

Rev. 03

Fecha 2012-07-27

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

Urb. Buenos Aires, Mz. A - Lt. 7 - 11 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839-2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

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

Web: www.colecbi.com

ANALISIS DE FIBRA PARA LA HARINA DE TARWI



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 2845A-17

SOLICITADO POR

ARTEAGA SAENZ PAMELA

DIRECCIÓN

SILVA RUFINO ANA

La Victoria Y 26 Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO

HARINA DE TARWI

CANTIDAD DE MUESTRA

01 muestra.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno transparente.

FECHA DE RECEPCIÓN

2015-10-01

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2015-10-01

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO

2015-10-02

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI

SS 001353-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
Fibra (%)	M - 1 2,98

METODOLOGIA EMPLEADA

Fibra: NMX-F-090-1978

NOTA:

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Octubre 02 del 2015.

DVY/ms

Denis M. Vargas Yepéz

Jefe de Laboratorio

Físico Químico

COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE

Rev. 03

Fecha 2012-07-27

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


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

Nextel 839 2893 RPM # 902995 Apartado 127

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

Web: www.colecbi.com

ANALISIS DE FIBRA PARA LA HARINA DE CASCARA DE MARACUYA



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL POR SU PRODUCTO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 2845A-15

SOLICITADO POR: ARTEAGA SAENZ PAMELA
SILVA RUFINO ANA

DIRECCIÓN: La Victoria Y – 26 Chimbote

PRODUCTO DECLARADO: HARINA DE CASCARA DE MARACUYA

CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: En bolsa de polietileno transparente

FECHA DE RECEPCIÓN: 2015-10-01

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2015-10-01

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 2015-10-02

CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado

ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio Físico Químico

CODIGO COLECBI: 85 901303-15

RESULTADOS


ENSAYOS	MUESTRA
Fibra (%)	M - 1 28.59

METODOLOGÍA EMPLEADA: Fibra: NMX-F-000-1976

NOTA:

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Octubre 02 del 2015


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

LC-MPH-RE
Rev. 03
Fecha 2012-03-09

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telfax: 043-310752
Nxeta: 83072803 - PPM # 902995 - Apartado 427
e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medico@colecbi.com | colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

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 secado 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:

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

Donde:

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

A₁: Peso de balón vacío (g).

MÉTODO DE COLORIMETRÍA INSTRUMENTAL

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar la luminosidad descrita por L^* . El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. los parámetros de a^* y b^* se utilizan para evaluar la cromacidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones.

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

$$\text{Angulo de tonalidad} = \arctg b^* / a^*$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Realizar 3 lecturas de la muestra.
- Limpiar el objetivo del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.
- Anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^* .



Figura A-III: Determinación de colorimetría para los cupcakes

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE VOLUMEN ESPECÍFICO

Procedimiento:

- El procedimiento se realizó una hora después del horneado del pan.
- El pan de molde es pesado.
- Se coloca el pan de molde en un recipiente geométrico contiendo semillas de alpiste.
- Luego se proceder a desplazar todas aquellas semillas que fueron desplazadas por el pan de molde.
- Mediante un vaso de precipitado o cualquier otro material medimos la cantidad de volumen que ocupó el pan de molde.
- Este procedimiento se realiza por triplicado.

Cálculos:

$$\text{Volumen Específico} = \frac{\text{Volumen del cupcake (ml)}}{\text{Masa (gr)}}$$



Figura A-IV: Recipiente con semillas del alpiste.

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

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. Posiblemente lo compraría
3. Tal vez compraría / tal vez no compraría
2. Posiblemente no lo compraría
1. Con certeza no lo compraría

Muestra	INTENCIÓN DE COMPRA

ANEXO 4

SISTEMAS DE COLORES CIE Lab

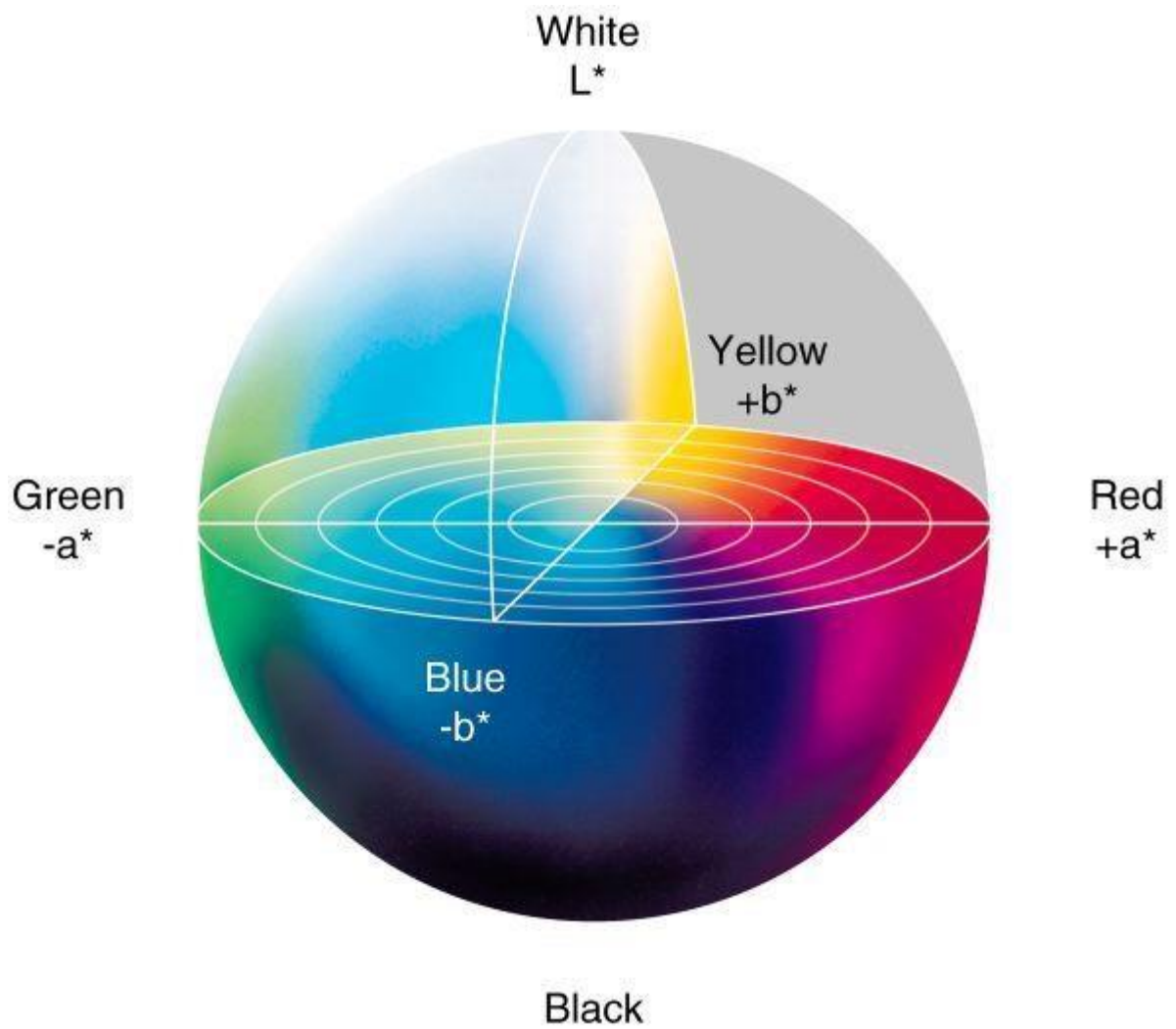


Figura A- V: Sistema de colores CIE Lab.

Mencionado por (Batista, 2007)

ANEXO 5

ANALISIS DE FIBRA A LA MEJOR FORMULACION Y AL CONTROL



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C

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

INFORME DE ENSAYO N° 2845-15

SOLICITADO POR

ARTEAGA SAENZ PAMELA.

DIRECCIÓN

La Victoria Y – 26 Chimbote

PRODUCTO DECLARADO

CUPCAKES.

CANTIDAD DE MUESTRA

02 muestras.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno transparente.

FECHA DE RECEPCIÓN

2015-10-01

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2015-10-01

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO

2015-10-02

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI

SS 001353-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	F8	Control
Fibra (%)	8,25	2,92

METODOLOGIA EMPLEADA

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Octubre 02 del 2015.

DVY/jms

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

LC-MP-HRIE
 Rev. 03
 Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

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



INFORME DE ENSAYO N° 2845-17

SOLICITADO POR : ARTEAGA SAEZ PAMELA.
DIRECCIÓN : SILVA RUFINO ANA.
PRODUCTO DECLARADO : La Victoria Y – 26 Chimbote
CANTIDAD DE MUESTRA : CUPCAKES.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : 02 muestras.
FECHA DE RECEPCIÓN : En bolsa de polietileno transparente.
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-10-05
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2015-10-06
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : SS 001353-17

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	F8	Control
Fibra (%)	8.21	2.95

METODOLOGIA EMPLEADA

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Octubre 6 del 2015.

DVY/ms

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

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



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES "COLECBI" S.A.C

REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 2845-18

SOLICITADO POR

ARTEAGA SAENZ PAMELA

DIRECCIÓN

SILVA RUFINO ANA

PRODUCTO DECLARADO

La Victoria Y - 26 Chimbolte

CANTIDAD DE MUESTRA

CUPCAKES

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

02 muestras

FECHA DE RECEPCIÓN

En bolsa de polietileno transparente

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2015-10-09

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO

2015-10-10

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico

CODIGO COLECBI

SS 001353-18

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS
Fibra (%)	Control
	F8
	2.87

METODOLOGIA EMPLEADA

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbolte, Octubre 10 del 2015.

DVY/jms

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

LC-MP-HRE
 Rev. 03
 Fecha 2012-07-27

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbolte - Telerafax: 043-310752
 Nextel: 839-2893 - RPN # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / mediambiente@colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C

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

INFORME DE ENSAYO N° 2845-19

SOLICITADO POR

ARTEAGA SAENZ PAMELA.

DIRECCIÓN

SILVA RUFINO ANA.

PRODUCTO DECLARADO

La Victoria Y – 26 Chimbote

CANTIDAD DE MUESTRA

02 muestras.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno transparente.

FECHA DE RECEPCIÓN

2015-10-13

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2015-10-13

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO

2015-10-14

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI

SS 001353-19

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	F8	Control
Fibra (%)	8.15	2.84

METODOLOGIA EMPLEADA

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Octubre 14 del 2015.

DVY/jms

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

LC-MP-HRIE

Rev. 03

Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

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

Nextel 839-2893 RPM # 902995 - Apartado 127

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

Web: www.colecbi.com

METODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA EN LA MEJOR FORMULACION DE CUPCAKE Y EN EL CUPCAKE CONTROL

Procedimiento:

- Agregar aproximadamente 2-3 g de las muestras (molidas) sobre la cubeta del equipo.
- Colocar la cubeta dentro del equipo analizador de actividad de agua.
- Esperar unos minutos hasta que se han alcanzado las condiciones de estabilidad térmica requerida. El tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable, dependiendo del alimento a medir, el tiempo puede oscilar entre pocos minutos hasta más de 1 hora.
- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



FIGURA A - VI Determinación de la actividad de agua de la mejor cupcake y del cupcake control

DETERMINACION DE LA TEXTURA

Procedimiento del Análisis de Textura

- Se colocó cada uno de las galletas sobre el Texturometro Texture Analyzer del laboratorio de Análisis y Composición de alimentos
- Para ello se utilizó una probeta #5 TA 15/1000 Cone 30 mm D, 45°
- Se procedió a tomar datos en tres replicas (2 cupcakes por cada mezcla).
- La evaluación se realizó a través de varios días para observar la variación de textura.

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

COLOR

Jueces	Formulaciones											
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	FF9	F10	F11
1	8	9	9	8	7	8	8	8	9	7	7	7
2	8	7	8	6	6	8	5	7	8	8	9	9
3	7	9	7	8	6	7	8	8	7	7	8	8
4	7	8	7	9	6	8	8	8	7	8	8	8
5	8	8	8	7	6	7	7	8	7	8	8	8
6	8	7	8	8	6	7	8	8	9	7	7	7
7	7	8	8	6	7	8	8	7	8	8	8	8
8	8	8	8	7	6	8	7	8	8	7	7	7
9	8	9	7	6	7	8	7	8	9	7	7	7
10	7	9	9	7	8	7	7	7	8	6	6	7
11	8	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	8
12	8	7	7	8	6	8	8	7	8	7	7	7
13	6	8	8	8	6	7	7	8	8	8	8	8
14	7	7	7	7	7	8	7	8	9	7	8	8
15	7	8	7	8	7	7	8	8	9	6	7	7
16	9	7	7	7	6	7	7	8	8	8	8	8
17	8	6	9	6	7	8	7	8	9	7	7	7
18	7	7	9	7	6	7	7	8	8	6	6	6
19	8	8	8	7	6	8	8	8	8	7	7	7
20	8	7	7	7	7	8	8	8	9	8	8	8
Suma	152	155	156	144	130	152	148	155	163	145	149	150
Promedio	7.6	7.75	7.8	7.2	6.5	7.6	7.4	7.75	8.15	7.25	7.45	7.5

ANALISIS SENSORIAL CUPCAKES

TEXTURA

Jueces	Formulaciones											
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	FF9	F10	F11
1	7	9	8	7	7	7	7	9	8	7	7	7
2	7	8	7	5	6	8	6	6	7	8	8	8
3	8	9	7	5	6	7	8	8	6	7	7	7
4	6	8	7	9	8	9	9	8	8	8	8	8
5	6	7	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8
6	7	8	8	6	7	7	6	9	8	7	7	8
7	7	7	8	8	6	8	7	7	8	7	8	7
8	6	7	7	7	7	7	8	8	8	7	8	8
9	7	8	8	5	6	7	7	9	9	8	7	7
10	7	9	7	7	7	8	8	7	8	7	8	8
11	6	7	8	6	8	8	7	8	8	8	7	7
12	7	8	8	8	7	7	6	7	8	7	8	6
13	8	7	7	7	7	6	7	8	7	8	7	8
14	8	9	6	7	6	6	8	7	8	7	8	7
15	7	8	7	8	7	7	7	8	8	6	8	7
16	7	9	8	7	6	6	7	7	8	7	7	8
17	7	9	7	8	7	7	8	6	7	8	7	6
18	8	7	8	5	7	8	8	7	7	7	8	7
19	6	9	7	6	6	7	7	8	8	8	7	8
20	7	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	7
21	7	9	7	7	7	8	8	7	8	7	8	8
22	6	7	8	6	8	8	7	8	8	8	7	7

23	7	8	8	8	7	7	6	7	8	7	8	6
24	8	7	7	7	7	6	7	8	7	8	7	8
25	8	9	6	7	6	6	8	7	8	7	8	7
26	7	8	7	8	7	7	7	8	8	6	8	7
27	7	9	8	7	6	6	7	7	8	7	7	8
28	7	9	7	8	7	7	8	6	7	8	7	6
29	8	7	8	5	7	8	8	7	7	7	8	7
30	6	9	7	6	6	7	7	8	8	8	7	8
31	7	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	7
Suma	139	161	149	136	135	145	146	151	154	148	151	147
Promedio	6.95	8.05	7.45	6.8	6.75	7.25	7.3	7.55	7.7	7.4	7.55	7.35

SABOR

Jueces	Formulaciones											
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	FF9	F10	F11
	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15
1	8	8	9	8	8	8	8	8	9	7	7	7
2	7	7	8	6	7	8	4	6	8	8	8	8
3	8	9	9	8	8	7	8	8	8	9	7	7
4	8	8	7	8	5	8	8	9	8	9	8	9
5	7	8	7	7	6	7	7	6	8	7	7	7
6	7	8	9	7	8	8	8	6	9	8	7	7
7	8	7	8	6	6	8	7	7	9	7	7	7
8	7	7	8	7	8	7	6	7	8	7	8	8
9	8	7	8	8	7	6	7	8	8	8	7	7
10	7	6	9	7	7	7	7	7	8	7	8	8
11	7	8	8	6	8	8	7	8	9	8	7	7
12	7	7	7	7	6	7	8	7	9	7	8	8
13	8	7	8	7	7	8	7	7	9	8	7	7
14	8	7	7	8	7	7	6	8	8	7	6	8
15	8	8	8	7	7	8	8	7	8	7	7	7
16	7	7	8	6	6	7	7	7	8	8	8	8
17	7	8	7	8	7	7	8	8	7	7	7	7
18	7	7	8	7	7	8	7	7	8	8	8	8
19	8	8	9	6	7	8	8	7	8	7	7	7
20	8	7	8	7	6	7	7	7	8	8	7	7
Suma	150	149	160	141	138	149	143	145	165	152	146	149
Promedio	7.5	7.45	8	7.05	6.9	7.45	7.15	7.25	8.25	7.6	7.3	7.45

INTENCION DE COMPRA

Jueces	Formulaciones											
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	FF9	F10	F11
	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15	100/00/00	80/15/05	80/10/10	80/05/15
1	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5
2	4	2	4	2	3	4	3	3	4	5	5	5
3	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5
4	4	5	4	5	3	5	5	5	4	4	4	4
5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5
6	4	4	5	5	3	4	3	4	5	5	4	4
7	4	3	5	4	3	4	4	4	5	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
9	4	3	4	3	3	4	3	3	5	4	4	5
10	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4
11	3	4	4	5	3	5	4	3	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4
13	4	4	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4
14	4	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5
15	5	5	5	5	2	4	4	4	5	4	5	4
16	4	5	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4
17	4	4	4	3	2	4	3	4	4	5	4	4
18	3	4	4	4	3	5	4	4	5	4	4	4
19	4	3	4	5	2	4	3	4	4	5	5	4
20	4	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	4
Suma	78	79	89	85	63	82	75	77	90	89	86	86
Promedio	3.9	3.95	4.45	4.25	3.15	4.1	3.75	3.85	4.5	4.45	4.3	4.3

ANEXO 6

ANALISIS DE VIDA UTIL DE LOS CUPCAKES A DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

5.4. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DEL MEJOR CUPCAKE

5.4.1. Ficha del análisis sensorial – Aceptabilidad

Se les hizo a cada panelista la siguiente interrogante:

Usted normalmente consumiría este producto?

TABLA A9: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL-
ACEPTABILIDAD DE LAS MUESTRAS A DISTINTOS DIA DE
ALMACENAMIENTO- VIDA UTIL

PANELISTA	DIA 1	DIA 5	DIA 10	DIA 12
1	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	SI
16	SI	SI	SI	SI
17	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI
19	SI	SI	SI	SI
20	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	NO
22	SI	SI	SI	NO
23	SI	SI	SI	NO
24	SI	SI	SI	NO
25	SI	SI	SI	NO
26	SI	SI	SI	NO
27	SI	SI	SI	NO
28	SI	SI	NO	NO
29	SI	SI	NO	NO
30	SI	SI	NO	NO
31	SI	SI	NO	NO
32	SI	SI	NO	NO
33	SI	SI	NO	NO
34	SI	SI	NO	NO
35	SI	SI	SI	NO
36	SI	SI	SI	NO
37	SI	SI	SI	NO

38	SI	SI	SI	NO
39	SI	SI	SI	NO
40	SI	SI	SI	NO
ACEPTABILIDAD(%)	100	100	83.333	53.333
RECHAZOS (%)	0	0	16.667	46.667

TABLA A-10: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL SABOR. PARA LAS MUESTRAS A DISTINTOS DIAS DE ALMACENAMIENTO- VIDA UTIL

PANELISTA	DIA 1	DIA 5	DIA 10	DIA 12
1	9	7	6	5
2	9	8	6	6
3	8	7	6	5
4	9	8	6	6
5	8	7	7	6
6	7	8	6	5
7	8	7	8	6
8	7	7	7	5
9	8	7	6	6
10	9	8	7	6
11	7	7	7	5
12	9	8	7	6
13	8	8	7	6
14	9	8	7	5
15	8	8	7	4
16	8	8	7	6
17	8	8	6	5
18	9	7	7	5
19	9	8	7	6
20	9	7	8	5
21	8	8	7	4

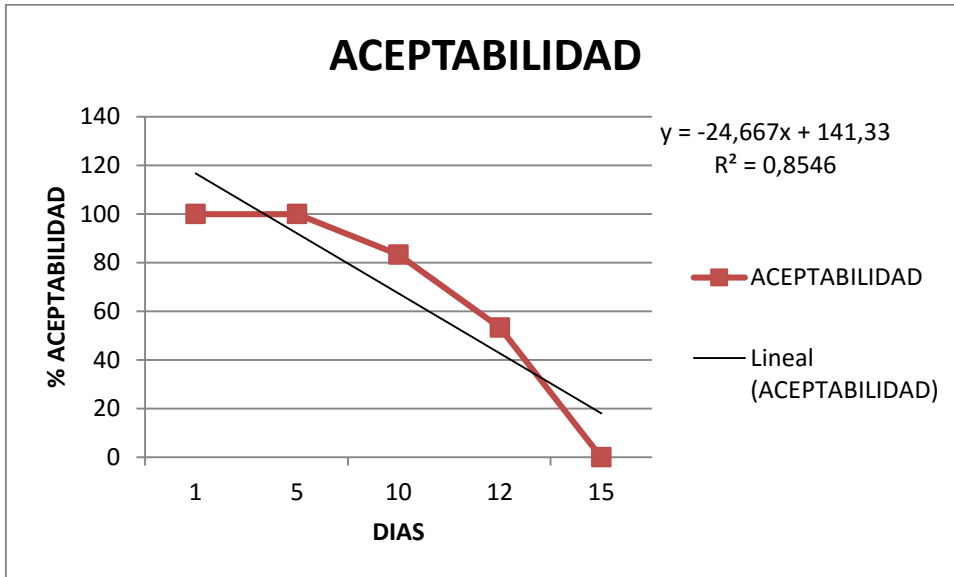
22	9	8	8	3
23	9	8	7	5
24	9	8	7	4
25	8	7	8	5
26	8	8	7	4
27	8	7	6	6
28	9	7	8	6
29	9	7	7	4
30	9	8	7	4
31	8	8	7	4
32	8	8	7	4
33	9	8	7	5
34	8	8	7	5
35	8	7	6	5
36	9	7	8	4
37	9	7	8	3
38	9	8	8	3
39	9	8	7	5
40	9	8	7	4
PROMEDIO	8.45	8	6.975	4.9

TABLA A-11: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL- TEXTURA PARA LAS MUESTRAS A DISTINTOS DIAS DE ALMACENAMIENTO- VIDA UTIL

PANELISTA	DIA 1	DIA 5	DIA 10	DIA 12
1	8	6	6	5
2	8	8	6	6
3	8	7	6	5
4	8	8	5	6
5	8	7	6	3
6	8	8	6	4

7	8	7	7	5
8	7	7	7	4
9	8	7	6	4
10	9	8	7	4
11	7	7	7	5
12	9	7	5	5
13	9	8	7	6
14	9	8	7	5
15	8	7	7	4
16	8	7	6	6
17	8	8	7	6
18	8	7	7	5
19	8	8	7	3
20	8	7	8	5
21	8	7	7	4
22	7	8	8	4
23	8	8	7	5
24	9	7	7	5
25	8	7	8	5
26	8	6	6	3
27	8	7	6	5
28	8	7	8	5
29	8	6	8	4
30	8	6	7	4
31	8	7	7	5
32	7	6	7	5
33	7	6	7	3
34	7	8	8	3
35	7	8	6	4
36	7	8	6	5
37	8	7	6	3
38	8	7	8	4
39	8	6	8	4
40	7	7	7	4
PROMEDIO	7	7	6.8	4.48717949

GRAFICA: ACEPTABILIDAD DEL CUPCAKE ALMACENADO



GRAFICA: EVALUACION DEL SABOR DEL CUPCAKE ALMACENADO

