

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**TITULO:**

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR  
HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN  
LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CUPCAKES”**

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

**AUTORES:**

- **Bach. LOPEZ CURI, JOSELINE ANTUANETH**
- **Bach. PALMA ROSAS, EMILY VICTORIA**

**ASESORA:**

- **DR. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO**

**NUEVO CHIMBOTE – PERU**

**2020**



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



**HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado: “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE GARBANZO (*cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CUPCAKES**”, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por la (as) bachiller **LÓPEZ CURI JOSELINE ANTUANETH** y **PALMA ROSAS EMILY VICTORIA**, teniendo como asesora a la Dra. Luz María Paucar Menacho, designada mediante la resolución decanal **N°077-2016-UNS-FI**, ha sido revisada y aprobada el día 03 de febrero del 2021 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución **N°413-2019-UNS-CFI**.

  
**Dr. Augusto Castillo Calderón**  
Presidente

  
**M. Sc. Saúl Eusebio Lara**  
Secretario

  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
Integrante



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



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 a.m., del veintiséis de febrero del dos mil veintiuno se habilitó la plataforma virtual Zoom, con el enlace <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/81066999754?pwd=RzJjR0k5Zk41eVY1ak5HS3pQRUJqZz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 413-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Secretario)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE GARBANZO (*cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CUPCAKES”**, elaborada por las bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

- **LÓPEZ CURI JOSELINE ANTUANETH**
- **PALMA ROSAS EMILY VICTORIA**

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

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

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
<b>PALMA ROSAS EMILY VICTORIA</b>	<b>19</b>	<b>SOBRESALIENTE</b>

Siendo las 11:30 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 26 de febrero del 2021.

\_\_\_\_\_  
**Dr. Augusto Castillo Calderón**  
 Presidente

\_\_\_\_\_  
**M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
 Secretario

\_\_\_\_\_  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
 Integrante



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



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 a.m., del veintiséis de febrero del dos mil veintiuno se habilitó la plataforma virtual Zoom, con el enlace <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/81066999754?pwd=RzJjR0k5Zk41eVY1ak5HS3pQRUJqZz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 413-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Secretario)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE GARBANZO (*cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE CUPCAKES”**, elaborada por las bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

- **LÓPEZ CURI JOSELINE ANTUANETH**
- **PALMA ROSAS EMILY VICTORIA**

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

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

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LÓPEZ CURI JOSELINE ANTUANETH	19	SOBRESALIENTE

Siendo las 11:30 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 26 de febrero del 2021.

\_\_\_\_\_  
**Dr. Augusto Castillo Calderón**  
 Presidente

\_\_\_\_\_  
**M.Sc, Saúl Marco Eusebio Lara**  
 Secretario

\_\_\_\_\_  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
 Integrante

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS**, por ser quien nos dio la fuerza necesaria para poder cumplir nuestros objetivos.

**A la Universidad Nacional del Santa**, por ser nuestra alma mater, por llenarnos de enseñanzas y convertirnos en los profesionales que somos hoy con valores y principios.

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

Al Ing. Lenin Palacios, Ing. Pedro Ayala, Ing Jhon Gonzales. Por su valioso apoyo. 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 esta casa de estudios.

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

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

**LOS AUTORES**

## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por estar  
conmigo en cada momento y por  
darme la fuerza para continuar.

A mis padres Manuel y María; a mi pequeño  
Farid por su infinito amor, apoyo y confianza;  
siendo siempre mi motor y motivo para seguir  
avanzando.

A mis hermanos, por sus grandes consejos, paciencia,  
confianza puesta en mí

A Rafael Alfonso, por su apoyo,  
cariño y confianza en todo este  
tiempo.

**Joseline A.L.C**

## DEDICATORIA

A Dios por que con el todo es posible.

A mis padres Domitila y Maximo, por la  
confianza que depositaron en mí. por que  
sin ellos no sería ni la mitad de la persona  
que soy hoy, por su sacrificio y entrega  
para lograra mis sueños.

A mis hermanos Edwin, Marvin y Pierina por  
siempre ser mi compañía y alentarme a  
seguir adelante, a mi tío Jaime Rodriguez que  
nunca dudo de mí, gracias por todos los  
consejos.

A mis Abuelos Dario y Rosario, por creer en mí y celebrar

Cada paso que doy, son mi fuerza y motivación.

**Emily V.P.R.**

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN’ .....	16
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ....	17
2.1. ANTECEDENTES. ....	17
2.2. CUPCAKE.....	18
2.2.1. DEFINICIÓN .....	18
2.3. TRIGO:.....	19
2.3.1. Taxonomía y morfología.....	19
2.3.2. Endospermo harinoso.....	20
2.3.3. Salvado .....	20
2.3.4. Germen .....	21
2.3.5. Clasificación del trigo según su utilización.....	23
2.4. GARBANZO.....	23
2.4.1. Taxonomía y morfología.....	24
2.5. CÁSCARA DE HUEVO .....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	28
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	28
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	28
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	29
3.4. METODOS.....	31
3.4.1. Análisis químico proximal de la harina.....	31
3.4.2. Análisis Reológicos de la harina de trigo.....	32
3.4.3. Evaluación de los cupcakes.....	33

3.4.4.	Caracterización químico-proximal.....	33
3.5.	DISEÑO ESTADÍSTICO.....	34
3.5.1.	Tipo de investigación .....	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
4.1.	Obtención de las harinas.....	36
4.1.1.	Obtención de Harina de garbanzo.....	36
4.1.2.	Obtención de Harina de cáscara de huevo.....	36
4.2.	Análisis de las harinas .....	36
4.2.1.	Composición químico proximal.....	36
4.2.2.	Componentes de calidad de la harina de trigo.....	37
4.2.3.	Componentes de calidad de la harina de garbanzo.....	38
4.2.4.	Componentes de calidad de la harina de cáscara de huevo.....	39
4.2.5.	Análisis Físicoquímico.....	39
4.2.6.	Propiedades reológicas de la harina de trigo.....	45
4.3.	Análisis de la calidad de los cupcakes.....	49
4.3.1.	Volumen específico.....	49
4.3.2.	Color de la miga de los cupcakes.....	55
4.3.3.	Color de la corteza de los cupcakes .....	69
4.3.4.	Evaluación físico-química.....	84
4.4.	ANÁLISIS SENSORIAL (Tukey y Duncan).....	87
4.4.1.	Color sensorial.....	88
4.4.2.	Olor sensorial.....	90
4.4.3.	Sabor sensorial.....	92
4.4.4.	Textura sensorial.....	98
V.	CONCLUSIONES .....	104

VI. RECOMENDACIONES .....	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
ANEXO B: Preparación de los cupcakes .....	112
<i>Tabla 88. Tabla de ingredientes y cantidades</i> .....	112
ANEXO C: Análisis fisicoquímico .....	114
ANEXO E: Sistemas de colores CIE Lab .....	125
ANEXO F: Análisis fisicoquímicos a la mejor formulación y a el control.....	126

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Valor nutricional del cupcake por porción.....	18
<b>Tabla 2.</b> Criterios fisicoquímicos del cupcake. ....	19
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía del trigo .....	19
<b>Tabla 4.</b> Composición química del trigo y sus derivados en 100gr de alimentos.....	22
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de los trigos mexicanos con base en la funcionalidad del gluten.....	23
Tabla 6. <i>Taxonomía del garbanzo</i> .....	24
<b>Tabla 7.</b> Producción Agropecuaria, según principales productos, 2007-2013 (Miles de Toneladas métricas) .....	25
<b>Tabla 8.</b> Características del grano de garbanzo blanco .....	25
<b>Tabla 9.</b> Características del grano de garbanzo criollo (Perú) .....	26
<b>Tabla 10.</b> Composición química del garbanzo cocido y garbanzo crudo en 100gr de alimentos .....	26
<b>Tabla 11.</b> Composición química del garbanzo cocido y garbanzo crudo en 100gr de alimentos .....	27
<b>Tabla 12.</b> Equipos para la elaboración de harinas. ....	29
<b>Tabla 13.</b> Equipos para la elaboración de cupcakes.....	29
<b>Tabla 14.</b> Equipos para la evaluación tecnológica .....	30
<b>Tabla 15.</b> Tabla de análisis químico proporcional de la harina de trigo. ....	31
<b>Tabla 16.</b> Análisis reológicos para la harina de trigo.....	33

<b>Tabla 17.</b> Análisis para la evaluación de los cupcakes. ....	33
<b>Tabla 18.</b> Análisis para la caracterización químico proximal .....	33
<b>Tabla 19.</b> Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) <sup>2</sup> , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central. ....	35
<b>Tabla 20.</b> Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional <sup>2</sup> . .....	35
<b>Tabla 21.</b> Datos generales de la determinación porcentual (% , Kcal/100) de grasa, proteínas y energía analizadas en la harina patrón (H. Trigo) y la mezcla sustituta (H. Garbanzo y H. Cáscara de Huevo).....	36
<b>Tabla 22.</b> Composición porcentual (%) de la harina de trigo.....	37
<b>Tabla 23.</b> Composición porcentual (%) de la harina de garbanzo. ....	38
<b>Tabla 24.</b> Composición porcentual (%) de la harina de cáscara de huevo.....	39
<b>Tabla 25.</b> % acidez de las harinas. ....	40
<b>Tabla 26.</b> Granulometría de la Harina de Cáscara de Huevo. ....	42
<b>Tabla 27.</b> Resultados de análisis de color de las harinas de trigo, garbanzo y cáscara de huevo.....	44
<b>Tabla 28.</b> Farinográficas de la harina de trigo pastelera .....	45
<b>Tabla 29.</b> Características extensográficas de la harina de trigo pastelera. ....	47
<b>Tabla 30.</b> Evaluación del volumen específico de las formulaciones.....	49
<b>Tabla 31.</b> <i>Resultados de volumen específico de las formulaciones</i> .....	49
<b>Tabla 32.</b> Análisis de Varianza de Volumen específico en las formulaciones .....	51
<b>Tabla 33.</b> Coeficiente de regresión para Volumen específico.....	53
<b>Tabla 34.</b> Optimizar respuesta de Volumen específico.....	53
<b>Tabla 35.</b> Colorimetría de las formulaciones de los cupcakes. ....	55
<b>Tabla 36.</b> Luminosidad de las formulaciones de los cupcakes. ....	56
<b>Tabla 37.</b> Análisis de Varianza de Luminosidad de la miga. ....	57
<b>Tabla 38.</b> Coeficiente de regresión para Luminosidad de la miga. ....	59
<b>Tabla 39.</b> Optimizar respuesta de Luminosidad de la miga. ....	59
<b>Tabla 40.</b> Cromacidad de la miga del cupcake de las diferentes formulaciones.....	61
<b>Tabla 41.</b> Análisis de Varianza de Cromacidad de la miga .....	61
<b>Tabla 42.</b> Coeficiente de regresión para Cromacidad de la miga.....	63

<b>Tabla 43.</b> Optimizar respuesta Cromacidad de la miga. ....	64
<b>Tabla 44.</b> Ángulo de tonalidad de la miga de las diferentes formulaciones de los cupcakes..	65
<b>Tabla 45.</b> Análisis de Varianza de Ángulo de tonalidad de la miga. ....	66
<b>Tabla 46.</b> Coeficiente de regresión para Ángulo de tonalidad de la miga.....	68
<b>Tabla 47.</b> Optimizar respuesta Ángulo de tonalidad de la miga. ....	68
<b>Tabla 48.</b> Colorimetría de las formulaciones de los cupcakes. ....	69
<b>Tabla 49.</b> Luminosidad de la corteza de los cupcakes. ....	70
<b>Tabla 50.</b> Análisis de Varianza de luminosidad de la corteza. ....	71
<b>Tabla 51.</b> Coeficiente de regresión para Luminosidad de la corteza. ....	72
<b>Tabla 52.</b> Optimizar respuesta Luminosidad de la corteza,.....	73
<b>Tabla 53.</b> Cromacidad de la corteza de los Cupcakes. ....	74
<b>Tabla 54.</b> Análisis de Varianza de Cromacidad de la corteza.....	75
<b>Tabla 55.</b> Coeficiente de regresión para cromacidad de la corteza. ....	76
<b>Tabla 56.</b> Optimizar respuesta Cromacidad de la corteza.....	77
<b>Tabla 57.</b> Ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes. ....	78
<b>Tabla 58.</b> Análisis de Varianza de Ángulo de tonalidad de la corteza.....	79
<b>Tabla 59.</b> Coeficiente de regresión para el Ángulo de tonalidad de la corteza. ....	80
<b>Tabla 60.</b> Optimizar respuesta Ángulo de tonalidad de la corteza.....	81
<b>Tabla 61.</b> Optimizar Deseabilidad (Valor óptimo = 0.54413) .....	82
<b>Tabla 62.</b> Valores óptimos para una optimización máxima .....	82
<b>Tabla 63.</b> Deseabilidad prevista según cada formulación. ....	83
<b>Tabla 64.</b> .....	84
<b>Tabla 65.</b> Colorimetría de la corteza del cupcake óptimo y cupcake patrón.....	84
<b>Tabla 66.</b> Cromacidad de la corteza del cupcake óptimo y cupcake patrón .....	84
<b>Tabla 67.</b> Colorimetría de la miga del cupcake óptimo y cupcake patrón .....	85
<b>Tabla 68.</b> Componentes del cupcake patrón y cupcake óptimo .....	86
<b>Tabla 69.</b> Escala hedónica de caja de 5 puntos. ....	88
<b>Tabla 70.</b> Valores codificados según las formulaciones. ....	88
<b>Tabla 71.</b> Color sensorial de las formulaciones de Cupcakes. ....	88
<b>Tabla 72.</b> Análisis de Varianza Color sensorial .....	89
<b>Tabla 73.</b> Olor sensorial de las formulaciones de Cupcakes.....	90

<b>Tabla 74.</b> Análisis de Varianza Olor sensorial .....	91
<b>Tabla 75.</b> Sabor sensorial de las formulaciones de Cupcakes.....	92
<b>Tabla 76.</b> Análisis de Varianza Sabor sensorial .....	93
<b>Tabla 77.</b> Puntajes según las formulaciones de los cupcakes.....	93
<b>Tabla 78.</b> Puntajes ordenados en forma ascendente .....	94
<b>Tabla 79.</b> Medias según las formulaciones de los cupcakes para la variable Sabor. ....	96
<b>Tabla 80.</b> Diferencias entre los pares de medias de las diferentes formulaciones. ....	97
<b>Tabla 81.</b> Textura sensorial de las formulaciones de Cupcakes.....	98
<b>Tabla 82.</b> Análisis de Varianza Textura sensorial .....	99
<b>Tabla 83.</b> Puntajes según las formulaciones de los cupcakes.....	99
<b>Tabla 84.</b> Puntajes ordenados en forma ascendente .....	100
<b>Tabla 85.</b> Medias según las formulaciones de los cupcakes para la variable Textura. ....	102
<b>Tabla 86.</b> Diferencias entre los pares de medias de las diferentes formulaciones. ....	103
<i>Tabla 88. Tabla de ingredientes y cantidades</i> .....	112

### **Índice de Figuras.**

<b>Figura 1.</b> Variedad de garbanzo blanco por MINAGRI, 2016. ....	26
<b>Figura 2.</b> Farinograma de la Harina de trigo pastelera por Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa. ....	46
<b>Figura 3.</b> Extensograma de la Harina de trigo pastelera por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa. ....	47

### **Índice de Gráfica**

<b>Gráfica 1.</b> <i>Curva granulométrica de la Harina de Trigo.</i> .....	41
<b>Gráfica 2.</b> Curva granulométrica de la Harina de Garbanzo. ....	42
<b>Gráfica 3.</b> Curva granulométrica de la Harina de cascara de huevo. ....	43
<b>Gráfica 4.</b> <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para el Volumen específico.</i> .....	52
<b>Gráfica 5.</b> Gráfica de efectos principales para Volumen específico. ....	52
<b>Gráfica 6.</b> <i>Superficie de respuesta de Volumen específico</i> .....	54
<b>Gráfica 7.</b> Diagrama de Pareto Estandarizado para la Luminosidad de la miga.....	58

<b>Gráfica 8.</b> <i>Gráfica de efectos principales para Luminosidad de la miga.</i> .....	58
<b>Gráfica 9.</b> Superficie de respuesta de Luminosidad de la miga. ....	60
<b>Gráfica 10.</b> <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para Cromacidad de la miga.</i> .....	62
<b>Gráfica 11.</b> <i>Gráfica de efectos principales para Cromacidad de la miga</i> .....	63
<b>Gráfica 12.</b> Superficie de respuesta Cromacidad de la miga .....	64
<b>Gráfica 13.</b> <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para Ángulo de tonalidad de la miga</i> .....	67
<b>Gráfica 14.</b> Gráfica de efectos principales para Ángulo de tonalidad de la miga.....	67
<b>Gráfica 15.</b> Superficie de respuesta Ángulo de tonalidad de la miga.....	69
<b>Gráfica 16.</b> Diagrama de Pareto Estandarizado para Luminosidad de la corteza. ....	72
<b>Gráfica 17.</b> Gráfica de efectos principales para la luminosidad de la corteza .....	72
<b>Gráfica 18.</b> <i>Superficie de respuesta Luminosidad de la Corteza</i> .....	73
<b>Gráfica 19.</b> <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para Cromacidad de la corteza.</i> .....	75
<b>Gráfica 20.</b> Gráfica de efectos principales para la cromacidad de la corteza .....	76
<b>Gráfica 21.</b> Superficie de respuesta Cromacidad de la Corteza.....	77
<b>Gráfica 22.</b> <i>Diagrama de Pareto Estandarizado para Ángulo de Tonalidad de la corteza.</i> ...	79
<b>Gráfica 23.</b> Gráfica de efectos principales para Ángulo de tonalidad de la corteza .....	80
<b>Gráfica 24.</b> Superficie de respuesta Ángulo de tonalidad de la Corteza.....	81
<b>Gráfica 25.</b> Superficie de respuesta estimada de la optimización de variables múltiples.....	83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

<b>Ilustración 1 .</b> Sistema de colores CIE Lab. ....	125
<b>Ilustración 2.</b> Equipo analizador de actividad de agua .....	128

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1.</b> Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de cáscara de huevo	110
<b>Diagrama 2.</b> Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de garbanzo. ....	111
<b>Diagrama 3.</b> Preparación de cupcakes. ....	113

## RESUMEN

El presente trabajo busca determinar cuál es el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por la harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo en la elaboración y evaluación de un producto de pastelería, denominado cupcakes, que cumpla con los estándares de calidad, diseñando así el diseño de un nuevo producto para el mercado mediante la utilización de harinas sucedáneas. Para cumplir con ello se partió de una formulación control constituida de: 36.7% harina de trigo, 21.9 % de azúcar, 7.3% de huevos, 18.3 % de margarina, 0.7% de polvo de hornear, 14.7% de leche, 0.18 % de emulsionante y 0.1% de Antimoho. Se elaboró cupcakes a partir de, 11 formulaciones constituidas por harina de trigo, harina de garbanzo y harina de cáscara de huevos; estas dos últimas obtenidas por el método de secado de bandejas.

Las proporciones que fueron establecidas utilizando un Diseño Compuesto Central Rotacional  $2^2$ ; manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base; los cuales fueron evaluados en función al sabor, textura, olor, color y volumen específico; Para hallar la colorimetría de nuestras proporciones y obtener valores más exactos, se utilizó el programa Statgraphic Centurión XVI.II; datos que fueron analizados con un nivel de significancia del 95%, dando como resultado que la formulación 6(F6): 81% H. Trigo, 4% H. de Cáscara de Huevo y 15% H. de garbanzo (con respecto a 100% de Harina) sería la más óptima. Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 30 panelistas. Estos sirvieron para determinar el cupcake con mayor aceptabilidad el cual fue la formulación 2(F2); al cual se le realizó análisis para ver su comportamiento frente a la muestra control que contenía solo harina de trigo. Se concluyó que la formulación más aceptable contenía mineral de calcio 3549.035 mg/kg; debido a la harina procesada por el cascaron de huevo de gallina y el contenido de proteína 7.5% eleva al aporte de la harina de garbanzo, rica en lisina, siendo uno de los 10 aminoácidos esenciales para los seres humanos.

## ABSTRACT

The present work seeks to determine what is the effect of the partial substitution of wheat flour for chickpea flour and eggshell flour in the elaboration and evaluation of a pastry product, called cupcake, which meets quality standards, thus designing the design of a new product for the market by using substitute flours. To comply with this, a control formulation was started made up of: 36.7% wheat flour, 21.9% sugar, 7.3% eggs, 18.3% margarine, 0.7% baking powder, 14.7% milk, 0.18% emulsifier. and 0.1% of Antimoho. Cupcakes were made from 11 formulations made up of wheat flour, chickpea flour and roe shell flour; these last two obtained by the tray drying method.

The proportions that were established using a Central Rotational Composite Design 22; keeping the rest of the inputs equal to the base formulation; which were evaluated based on taste, texture, smell, color and specific volume; To find the colorimetry of our proportions and obtain more exact values The Statgraphic Centurión XVI.II program was used; data that were analyzed with a significance level of 95%, resulting in formulation 6 (F6): 86% Wheat H., 4% Eggshell H. and 15% H. of chickpea (with respect to 100% of Flour) would be the most optimal for the sensory evaluation, a test with a hedonic scale was applied to 30 panelists. These served to determine the cupcake with the highest acceptability, which was formulation 2 (F2); which was analyzed to see its behavior compared to our control sample that contained only wheat flour. It was concluded that the most acceptable formulation contained calcium mineral 3549.035 mg / kg; Due to the flour processed by the hen's eggshell and the 7.5% protein content, it raised the contribution of chickpea flour, rich in lysine, being one of the 10 essential amino acids for human beings.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación de **sustitución parcial de la harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de garbanzo (*cicer arietinum*) y harina de cascara de huevo en la elaboración y evaluación de cupcakes**, tiene como objetivo general estudiar la influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de garbanzo (*cicer arietinum*) y harina de cascara de huevo en la elaboración y evaluación de cupcakes, ya que actualmente se están buscando nuevos productos con alto valor nutritivo, por ende se busca en las sustituciones darle un valor agregado adicional a los cupcakes.

Para llegar a dichos resultados se realizó pruebas proximales y fisicoquímicas a la materia prima, determinaremos una sustitución aceptable para el consumo por medio de pruebas sensoriales.

La panificación atraviesa ciertas tendencias, como la que estamos experimentando con los cupcakes, conocidos también como quequitos. Un cupcake es una pequeña porción de queque individual y actualmente son muy populares en el público en general.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. ANTECEDENTES.

Garbanzo (*Cicer arietinum*). Planta leguminosa. Al igual que el frijol y otras plantas de esta familia, contienen los aminoácidos que son limitantes en los cereales, son considerados como complemento adecuado de la harina de trigo.

Hay muchas propuestas para sustituir ingredientes muy energéticos por otros que harán que las masas horneadas tengan menos calorías y sean nutritivas, pero ya las conoces, por ejemplo, la Mousse de chocolate con aguacate en lugar de nata, el Frosting de yogur descremado en lugar de mantequilla o nata, el puré de fruta (o por ejemplo mantequilla de manzana) en lugar de mantequilla para hacer un bizcocho. (Velsid, 2015)

Según la (FAO), la continua demanda de cereales se está manteniendo, por esta razón, el estado viene promoviendo el consumo de diferentes productos panificados con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas sucedáneas. En este sentido, hace falta impulsar el desarrollo de las variedades de trigo, cebada, quinua y kiwicha con mayor rendimiento en las zonas andinas del Perú. (Chagman, 2015)

Una nueva recomendación para hacer de nuestros cupcakes un producto más nutritivo, apto para celíacos, sustituir la harina de trigo por la harina de garbanzo. Esta conclusión es el resultado del estudio “Influencia de la harina de garbanzo en la elaboración de bizcocho”, un trabajo de investigación de fin de carrera que ha otorgado el primer premio de investigación a Alicia González Salvador del Área de Tecnología de los Alimentos de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, perteneciente a la Universidad de Valladolid. 2017.

La propuesta es la sustitución parcial la harina de trigo normal por la harina de garbanzo y harina de cascara de huevo, se garantiza además que se convierta en un alimento apto para las

personas que padecen intolerancia al gluten. Muy interesante es saber que el aporte nutritivo de un bizcocho elaborado con harina de garbanzo es mayor que el de uno elaborado con harina de trigo normal, el garbanzo en sí, es un alimento muy nutritivo, rico en proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerales y vitaminas. (Velsid, 2015)

## 2.2. CUPCAKE

### 2.2.1. DEFINICIÓN

Se trata de una tartita horneada en un molde del tamaño de una taza, uno de esos moldes tan frecuentes a la hora de elaborar magdalenas y muffins. La diferencia al cupcake de estos últimos es que se decora con unos glaseados conocidos como topping, frosting o icing, palabras que traduciremos como “cobertura”.

Durante el siglo XIX, la expresión cupcake se usó con dos significados: uno hacía referencia a los pequeños pasteles que se horneaban en tazas, faltaban aún bastantes años para que el uso de moldes para magdalenas se extendiera. (Bienve , 2015)

Los cupcakes son semejantes a las magdalenas y los muffins. Una magdalena (nombre que procede la repostera Madeleine Palmer) es un bollo o bizcocho pequeño de sabor dulce, mientras que un muffin es una elaboración que puede ser dulce o salada, puede estar relleno y llevar trozos de chocolate y frutas. (Merino, 2017).

**Tabla 1.** *Valor nutricional del cupcake por porción.*

<b>Tamaño de la Porción (1 porción 75 gr)</b>	
<b>Energía</b>	<b>950 Kj</b> 227 kcal
<b>Proteína</b>	<b>3,03 gr</b>
<b>Grasa</b>	<b>10,93 gr</b>
Grasa Saturada	2,125 gr
Grasa Poliinsaturada	3,249 gr
Grasa Monoinsaturada	4,013 gr
Colesterol	31 mg

Fuente: (API., 2019)

**Tabla 2.** *Criterios fisicoquímicos del cupcake.*

PRODUCTO	PARÁMETROS	LÍMITOS MÁXIMOS PERMISIBLES
Bizcochos y similares con y sin relleno (pasteles y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (expresado en ácido láctico)	0.70%
	cenizas	3%

Fuente: (Salud, 2011)

### **2.3. TRIGO:**

A nivel mundial el trigo es el cereal más utilizado en la alimentación humana. Su importancia reside principalmente en su alto valor energético, además de que contiene más proteínas que el maíz y el arroz. (Bautista, 2015).

Es el mayor producto agrícola de importación en el Perú. En últimos 15 años se ha importado un promedio de 120 millones de dólares anuales (800 mil Toneladas), asimismo, las importaciones de trigo han sobrepasado el 50% del total de las importaciones agroalimentarias. (Ramirez, 2015).

La palabra trigo procede del latino *Triticum* que significa ‘quebrado’, ‘triturado’ o ‘trillado’, relacionado con la actividad que se realiza para separar el grano de la cascara. (Alija, 2015)

#### **2.3.1. Taxonomía y morfología.**

##### **2.3.1.1. Taxonomía:**

**Tabla 3.** *Taxonomía del trigo*

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Triticum</i> L.

Fuente: (Scade, 2015)

##### **2.3.1.2. Morfología:**

El trigo (*Triticum Poaceae*) es una planta anual y monocotiledónea. (Muro, 2017).

Las variedades más cultivadas en el Perú son *Triticum turgidum s sp durum* ; *Triticum turgidum s sp polonicum* ; *Triticum aestivum s sp aestivum* , los tres variedades son tetraploides (Pando, 2016).

Partes del trigo: Raíz, tallo, hoja, granos.

### **2.3.2. Endospermo harinoso**

El endospermo harinoso está compuesto por almidón y proteínas. El almidón se acumula durante el desarrollo del grano. La forma en que los granos se adhieren unos a otros dentro de esa matriz proteica, es lo que determina la característica trigo duro o blando. (Lásztity, 2014).

El almidón se compone de un cuarto de amilosa y el resto de amilopectinas. Los gránulos de almidón de los cereales contienen lípidos que se encuentran relacionados a la fracción amilosa. El almidón contiene 0.8% de lípidos cuyo componente es la lisolecitina. (Palmer, 2014).

La proteína de almacenamiento en el endospermo harinoso se divide en 5 fracciones: albúminas, globulinas, gliadinas, gluteninas y proteínas residuo. Las albúminas y globulinas componen el 20% de las proteínas, las gliadinas el 35%, las gluteninas el 35% y el resto es residuo. (Palmer, 2014).

El almidón y las proteínas son la fuente de reserva del grano. Los lípidos del endospermo poseen dos funciones: Los triglicéridos, que son depositados en esferosomas en la región subaleurona, actúan como reservas adicionales. La fracción lipídica independiente del almidón está compuesta por glicéridos, ácidos grasos, glucolípidos, fosfolípidos y lípidos no saponificables como carotenoides y esteroides. Los glicolípidos del endospermo son importantes al elaborar el pan o pasteles. (Palmer, 2014).

### **2.3.3. Salvado**

La capa de salvado está compuesta por el pericarpio, la testa y la capa aleurona, que difieren en su composición. El pericarpio se compone por carbohidratos no almidonoso. La testa contiene

carbohidratos no almidonosos, material cutinoso y pigmentos fenólicos. La capa aleurona tiene relativamente alto contenido de proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y enzimas, como contenido celular.

La composición típica del salvado es: 15% de proteínas, 5% grasa, 6% de cenizas, 14% de agua, 24 % de otros componentes. De los carbohidratos presentes en el salvado, 35 % es celulosa, 45 % es hemicelulosa, 8 % azúcares, y el resto es almidón. También se encuentra la lignina, cenizas y grasa. El fósforo (1%) está presente como ácido fítico en la capa aleurona. (Palmer, 2014).

#### **2.3.4. Germen**

El germen del trigo contiene varias cantidades de otras fracciones del grano. Durante el molido, el eje del embrión se separa, este responde diferente que el escutelo ante el proceso de molido. Además, algunos de los aceites se liberan del embrión al pasar por los rodillos y se transfiere a otras partes del grano, resultando en un menor contenido lipídico. (Lásztity, 2014).

El germen molible tiene mayor contenido de proteínas, grasas y azúcares comparado con el salvado y un menor contenido de carbohidratos. Una composición típica sería: 26% proteínas, 10% grasas, 5% cenizas, 20% almidón, 4% pentosanas, 16% azúcares, 14% agua, 6% otros componentes. La composición de aminoácidos de la proteína, es bastante diferente, y tiene mayores proporciones de aminoácidos esenciales, especialmente lisina. Un 75% de los lípidos del germen son triacilglicerol, y el resto son lípidos no polares y fosfolípidos. Los azúcares están representados por sacarosa y rafinosa. El germen de trigo es una fuente natural de vitamina E, y tiene alta concentración de vitaminas del grupo B, particularmente tiamina. (Palmer, 2014)

**Tabla 4.** Composición química del trigo y sus derivados en 100gr de alimentos.

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía <ENERC> kcal	Energía <ENERC> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PROCN T> g	Grasa total <FAT > g	Carbohidratos Totales <CHOCDF > G	Carbohidratos disponibles <CHOA VL> g	Fibra cruda g	Fibra dietaria <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
A 63	Trigo, harina fortificada con hierro.	354	1480	10,8	10,50	2,0	76,3	73,6	1,5	2,7	0,4
A 64	Trigo, llunka.	312	1307	16,1	9,10	1,0	71,8	71,8	2,9	.	2,0
A 65	Trigo, harina tostada de (machica)	347	1453	9,0	7,90	1,2	79,9	77,2	4,1	2,7	2,0
A 66	Trigo, mote de (sancochado).	154	644	59,0	2,50	0,6	37,0	37,0	1,1	.	0,9
A 67	Trigo para mote pelado cocido.	69	289	82,9	1,90	0,1	14,7	14,7	0,2	.	0,4
A 68	Trigo para mote pelado crudo.	355	1484	12,5	9,80	0,9	74,6	74,6	0,7	.	2,2
A 69	Trigo, pelado.	359	1503	12,6	8,40	1,4	76,1	76,1	2,0	.	1,5
A 70	Trigo resbalado cocido.	90	379	77,9	2,80	0,3	18,6	18,6	0,3	.	0,4
A 71	Trigo resbalado crudo.	357	1494	13,5	11,40	1,8	71,8	71,8	1,3	.	1,5
A 72	Trigo, sémola	335	1403	12,1	7,80	1,1	78,4	74,5	0,9	3,9	0,6
A 73	Trigo	303	1267	11,6	10,30	1,9	74,7	62,5	3,0	12,2	1,5

Fuente: MINSA, 2018

### 2.3.5. Clasificación del trigo según su utilización.

- ✓ **Clasificación por cosecha:** El trigo invernal, trigo primaveral.
- ✓ **Clasificación según la dureza del endospermo:** Trigos Duros y blandos.
- ✓ **Clasificación según su fuerza:** Trigos fuertes y flojos

**Tabla 5.** *Clasificación de los trigos mexicanos con base en la funcionalidad del gluten*

GRUPO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico apto para la industria mecanizada de panificación. Usados para mejorar la calidad de trigos débiles.
II	Medio fuerte	Gluten medio-fuerte apto para la industria artesana de panificación.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera,
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de pastas y sopas.

*Fuente:* (Scade, 2005.)

### 2.4. GARBANZO

El Garbanzo se cultiva en un amplio rango de latitudes, longitudes y alturas, el cual está sujeto a una amplia variedad de climas. El rendimiento depende del crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta, afectados por el medio ambiente. El Garbanzo para su crecimiento vegetativo necesita temperaturas entre 26-18°C y 29-21°C de día y noche. (Hernández-Bravo, 2016).

El garbanzo es una legumbre con cualidades culinarias y nutritivas. Es rico en proteínas, en almidón y en lípidos (más que las otras legumbres) sobre todo de ácido oleico y linoleico, que son insaturados y carentes de colesterol. Del mismo modo el garbanzo es un buen aporte de fibra y calorías. (Castaño, 2015).

Nutricionalmente y según las Tablas Peruanas de Composición de alimentos 100 gramos de garbanzo cocido aporta 99 calorías por los 18.9 gramos de almidón que contiene. Por ser un

carbohidrato complejo, luego de la digestión el aporte de glucosa será liberado a la sangre y utilizada como fuente de energía. Aporta proteína incompleta, requiere ser acompañado de otro cereal o tubérculo para ser aprovechada. Destaca su aporte de fibra, 7.6 gramos por cada cien gramos de garbanzo cocido. (Abu-Sabbah, 2014).

### 2.4.1. Taxonomía y morfología.

El cultivo de garbanzo es antiguo y presenta bajos requerimientos para su siembra. Cultivado desde el comienzo de la agricultura hace más de 9.500 años desde Turquía hasta Irán (Redden y Berger, 2016).

#### 2.4.1.1. Taxonomía.

**Tabla 6.** *Taxonomía del garbanzo.*

<b>CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Cicereace
Género	cicer

*Fuente:* (Alvarado, 2016)

#### 2.4.1.2. Morfología

El garbanzo, planta herbácea anual diploide, su reproducción es por autogamia. El fruto es una vaina bivalva con dos o tres semillas arrugadas en el interior. Las flores axilares y solitarias, la planta puede alcanzar 60 cm de altura. El garbanzo es redondeado, aplastado por los laterales y posee un pico formado por el relieve de la raicilla. (Alvarado, 2014)

#### 2.4.1.3. PRODUCCIÓN NACIONAL.

Los únicos países andinos productores de garbanzo son Perú, Bolivia y Chile (Alvarez,2014).

En el Perú, en el año 2015 el garbanzo ocupó el puesto nueve dentro del ranking de leguminosas con respecto a la superficie cosechada, con 1697 hectáreas y una producción de 2348 toneladas con rendimiento promedio nacional de 1,4 t/ha, siendo los productores los departamentos de La Libertad, Ica, Lambayeque y Ayacucho. Del 100% de la producción nacional, el departamento de la Libertad contribuye con la mayor producción (48%), le sigue Ica con un 41.8%, Lambayeque con un 9.2%, y Ayacucho contribuye con el 1% restante. (MINAG, 2016, PORTALAGRARIO).

**Tabla 7.** Producción Agropecuaria, según principales productos, 2007-2013 (Miles de Toneladas métricas)

PRODUCTO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Garbanzo grano seco	2.7	2.4	2.9	2.5	1.8	2.8	3.3

*Fuente:* Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos, 2016

✓ **Clases comerciales de Garbanzo en el Perú**

**Garbanzo blanco:** Sinonimia: Gigante español (Ica).

El departamento de Ica es la principal zona productora de este tipo de garbanzos, provincias de Ica, Palpa y Nazca.

**Tabla 8.** Características del grano de garbanzo blanco

Color de grano	Blanco cremoso, hilum en ápice punteagudo y tegumento opaco y áspero.
Forma	Globosa, ligeramente aplastada y lobulada.
Tamaño	Grande, 100 semillas pesan 50 a 75 gr.
Calibre	133 a 200 semillas por 100gr.

*Fuente:* MINAG, 2016

Unas de las primeras variedades introducidas fueron Gigante español y Blanco Lechoso. La calidad del grano compite con los mejores garbanzos mexicanos producidos en Sinaloa.



**Figura 1.** Variedad de garbanzo blanco por MINAGRI, 2016.

**Garbanzo mediano o criollo:** Sinonimia: Garbanzo criollo (Perú)

Corresponde al grano mediano y de color marrón claro, de la variedad criolla producida en Lambayeque.

**Tabla 9.** Características del grano de garbanzo criollo (Perú)

Color de grano	Marrón claro o crema; hilum e ápice punteagudo, tegumento opaco y rugoso.
Forma	Globosa, ligeramente aplastada y lobulada
Tamaño	Mediano, 100 semillas pesan 40 a 50 gr.
Calibre	200 a 250 semillas por 100 gr.

*Fuente:* MINAGRI, 2016

**Tabla 10.** Composición química del garbanzo cocido y garbanzo crudo en 100gr de alimentos

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía kcal	Energía kJ	Agua g	Proteínas g	Grasa total g	Carbohidratos Totales g	Carbohidratos disponibles g	Fibra cruda g	Fibra dietaria g	Cenizas g
T43	Garbanzo cocido	99	414	75,9	2,5	1,8	18,9	11,3	0,6	7,6	0,9
T44	Garbanzos	362	1515	11,4	19,2	6,1	60,1	42,7	2,6	17,4	3,2

*Fuente:* MINSALUD, 2018

**Tabla 11.** Composición química del garbanzo cocido y garbanzo crudo en 100gr de alimentos

CÓDIGO	Calcio mg	Fósforo mg	Zinc mg	Hierro mg	Vitamina A µg	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Vitamina C mg
T43	54	60	1,53	1,20	1,0	0,00	0,04	0,49	0,00
T44	120	370	3,43	8,30	3,0	0,38	0,38	2,80	5,40

*Fuente:* MINSA, 2018

#### **2.4.1.4. Toxicidad del garbanzo.**

Los garbanzos crudos contienen toxinas, quedan eliminadas después de remojarlos y cocerlos en agua abundante. La ingestión de tortas con harina de garbanzo cocinada al horno sin agua es responsable del neurolatirismo. La enfermedad se caracteriza por la degeneración de la médula espinal y la posible parálisis de las extremidades inferiores.

Se ah observado incontables exámenes de alergias donde los resultados revelan alergia a los guisantes. Las legumbres , lentejas, garbanzos contienen proteínas: lectinas. Las proteínas lectinas viajan a través de las paredes del tracto digestivo, ya en el canal sanguíneo se adhieren a los tejidos, como tiroides, páncreas, vellos intestinales, bloqueando la absorción de nutrientes a nivel celular. (Aguilar, 2017)

#### **2.5. CÁSCARA DE HUEVO**

El huevo consta de cáscara, clara, yema y cámara de aire. El peso del huevo se distribuye en un 10% la cáscara, 30% la yema y 60% la clara o albumen. La cáscara, formada por carbonato y fosfato cálcico. (Serra, 2016)

La cáscara de huevo está compuesta de proteínas fibrilares (complejo proteínas-mucopolisacáridos) entrelazadas con cristales de carbonato cálcico (87-97%). Además, existen pequeñas cantidades de carbonato magnésico (0-2%) y de fosfatos (0,5-5%). (Hernández, 2014)

La harina de cáscara de huevo, tiene un 84% de las cenizas en la cáscara de huevo que es carbonato de calcio. La biodisponibilidad de calcio en cáscara de huevo es del 93.8% y el porcentaje de absorción es del 93.6%. El porcentaje de materia seca 98.9% de esto cenizas es del 92.3% el porcentaje de Calcio en estas cenizas es del 36.65%. Por su contenido en calcio, hierro, fosforo y magnesio, se recomienda para evitar la descalcificación de los huesos u osteoporosis. (Arroyave, 2014).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

La investigación se desarrolló en la Planta Piloto Agroindustrial (PPA) y el Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EAPIA); y en el Laboratorio de Operaciones Agroindustriales del Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA).

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.**

Se utilizó como materia prima la harina de trigo, garbanzo y de cáscara de huevo.

##### **✓ Harina de trigo.**

Se utilizó harina pastelera, marca Fleischmann, adquirido en mercados locales en la ciudad de Chimbote.

##### **✓ Harina de Garbanzo.**

Para la elaboración de la harina se utilizó granos de Garbanzo. El garbanzo fue comprado en el mercado “la Perla” (Chimbote) y el procedimiento para la elaboración de la harina, fue siguiendo los parámetros de control descritos por ( León, 2015).

✓ **Harina de Cáscara de huevo.**

Para la elaboración de la harina se utilizó huevos frescos. Fueron conseguidos en el mercado “La Perla” (Chimbote) y el procedimiento para la elaboración de la harina, fue siguiendo los parámetros de control descritos por (Murillo Villagomez,2011).

✓ **Insumos:**

Harina, margarina, azúcar, leche; emulsionante, antimoho.

### 3.3. EQUIPOS Y MATERIALES.

✓ **Equipos para la elaboración de harinas**

Secadora de bandeja; Molino industrial y Molino eléctrico de molienda.

**Tabla 12.** *Equipos para la elaboración de harinas.*

<b>EQUIPO</b>	<b>MODELO</b>	<b>SERIE</b>	<b>PAIS</b>
<b>Secadora de bandeja</b>	SBT-10X10	JP 001 01 13	Perú
<b>Molino electrónico</b>	MDMT-60XL	JP 001 11 12	Perú
<b>Molino industrial</b>	MDMT-60XL	JP 001 11 12	Perú

✓ **Utensilios y empaque.**

- Mesa de acero inoxidable.
- Bolsas de polietileno de densidad #2.
- Pirotones de papel especial para hornear, numero 7.

✓ **Equipos empleados en la elaboración de cupcakes.**

Estos equipos se emplearon para la elaborar los cupcakes.

**Tabla 13.** *Equipos para la elaboración de cupcakes*

<b>EQUIPO</b>	<b>MODELO</b>	<b>SERIE</b>	<b>PAIS</b>
Batidora de marca nova	30L	0549026	Perú
Horno rotatorio por convección. Marca nova	MAX 1000	0501028	Perú
Mesa de acero inoxidable	-	-	Perú

✓ **Equipos empleados en la evaluación tecnológica.**

Para la evaluación tecnológica se emplearon los siguientes equipos.

**Tabla 14.** *Equipos para la evaluación tecnológica*

<b>EQUIPO</b>	<b>MODELO</b>	<b>SERIE</b>	<b>PAÍS</b>
Agitador magnético. THERMOLYNE	S-130815	120110	E.E.U.U.
Amylograph-E, BRABENDER	800250	192588	Alemania
Balanza analítica PRECISA GRAVIMETRICS AG	LX 320A	321LX	Suiza
Balanza gramera PRECISA	XB4200C	-	Suiza
Cámara de bioseguridad, BIOHAZARD SAFETY CABINET	CHC-7772-04	777 <sup>a</sup> 2-040BF19- 026	Corea
Cocina gas FADIC	-	-	Perú
Cocina eléctrica KESSEN	HPY6970-26	46804273	China
Colorímetro, KONIKA MINOLTA	CR-400	-	E.E.U.U.
Determinador de humedad. PRECISA	XM-50	-	Suiza
Equipo de actividad de agua ROTRONIC	HydroLab2	-	Perú
Estufa POL-EKO APARATURA	SW-17TC	SW-1990	E.E.U.U.
Extensograph-E BRABENDER MRC	810161.001	1925864	Alemania
Vernier Calipers SOMET	-	-	China
Módulo de molienda y tamizado TORRH	MDMT-60XL	JP0011112	Perú
Mufla THERMOLYNE	347034984	-	Alemania
Ph metro digital	OrionStar A21	ORION	E.E.U.U.

Termómetro TERMOCIENTIFIC	-	8302BNUND	-
Refrigeradora BOSH	KSV44	0200148448	Suiza
Secador de bandejas TORRH	SBT-10X10	JP0010113	Perú
Selladora TEW	207-MCSX	20460047	China
Espectrofotometro de absorción atómica THERMOFISHER	ICE 3500	-	-
Digestor THERMOFISHER	MARS6	-	-

### 3.4. METODOS

#### 3.4.1. Análisis químico proximal de la harina.

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo y a las formulaciones de los cupcakes. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la escuela de Agroindustria.

**Tabla 15.** *Tabla de análisis químico proporcional de la harina de trigo.*

ANALISIS	DESCRIPCIÓN
A. HUMEDAD	Se determinará por el método de la estufa AOAC (1990).
B. PROTEÍNA	La determinación de la proteína total se realizará según el método UNE-EN-ISO5983-2 parte 2 Dic. 2006
C. Grasa	Se utilizará 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 realizará 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 determinara después de un hidrolisis acida y otra alcalina; siguiendo la metodología por la AOAC(930-10)

---

F. Carbohidratos	<p>Se obtendrá 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).</p> <p>Usando la fórmula:</p> $\% \text{Carbohidratos} = 100 \cdot (H + C + G + P)$
G. Color	<p>Para determinar el color de la harina de trigo se utilizará 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).</p>
H. Granulometría	<p>Es el análisis del tamaño de las partículas que constituyen la harina. La granulometría puede apreciarse al tacto o bien por tamizado y servirá para detectar y diferenciar harinas granuladas que se deslizan en los dedos, de harinas finas que quedan retenidas</p>

---

### 3.4.2. Análisis Reológicos de la harina de trigo

Los análisis reológicos solo se realizaron a la harina de trigo.

---

ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN
<b>Análisis Farinográfico</b>	<p>La capacidad de absorción de agua y las propiedades de la mezcla a base de harina de trigo se determina por Brabender Farinógrafo, el segundo método en la AACC 54-21 (1995). Los parámetros a evaluar a partir de farinograma son: absorción de agua, tiempo de ruptura y consistencia.</p>
<b>Análisis Extensográfico</b>	<p>El extensiógrafo mide propiedades tales como la capacidad de la masa para retener el gas emitido por la levadura y la capacidad de soportar las pruebas. En efecto, el extensiógrafo mide la resistencia relativa de una masa en particular. Una masa resistente exhibirá una curva extensiógráfica más alta y más</p>

---

larga que una masa débil; el extensiógrafo registra una curva carga-extensión para piezas de ensayo de masa estirada hasta que se rompe. Las características de las curvas carga-extensión o extensiogramas son utilizadas para valorar la calidad general de la harina y sus respuestas a los agentes mejorantes.

**Tabla 16.** *Análisis reológicos para la harina de trigo*

### 3.4.3. Evaluación de los cupcakes

Las formulaciones serán evaluadas según los siguientes análisis:

**Tabla 17.** *Análisis para la evaluación de los cupcakes.*

Volumen Específico	Para la determinación del volumen específico se evaluarán todas las formulaciones de los cupcakes en estudio por el método de desplazamiento de semilla de baja densidad (alpiste).
--------------------	---

### 3.4.4. Caracterización químico-proximal

La caracterización se realizó tanto al cupcakes óptimo como al control.

**Tabla 18.** *Análisis para la caracterización químico proximal*

ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN
Humedad	Se realizará 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 determinará el porcentaje de proteínas en el laboratorio Lab. Molina.
Calcio	La determinación del calcio total se realizará el método de digestión de una materia solididad en el laboratorio de la universidad de la molina.
Grasa	Se realizará según el método UNE 64021 1970.
Ceniza	Se realizará utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.
Fibra	Se realizará según el método NMX-F-090-1978.

---

Carbohidratos	<p>Se obtiene por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Siguiendo la metodología para carbohidratos, por la diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al; (1993).</p> <p>Usando la fórmula:</p> $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P)$
Actividad de agua	<p>Se utilizará el equipo de actividad de agua, ROTRONIC.</p> <p>Para la determinación de Color de la corteza y la miga de los cupcakes se utilizará 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.</p>
Color de la corteza y la miga	<p>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.</p> <p>La cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:</p> $\text{CROMACIDAD} = (a^*2 + b^*2)^{1/2}$ <p>El ángulo de tonalidad fue determinado por:</p> $\text{ANGULO DE TONALIDAD} = \arctg (b^*/a^*)$

---

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

#### 3.5.1. Tipo de investigación

Experimental pura

##### 3.5.1.1. Diseño de la investigación.

###### ✓ *Diseño Estadístico*

La formulación será realizada utilizando un delineamiento central composicional rotacional 2<sup>2</sup>, considerando como variables independientes los niveles de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo. Dando en total 11 experimentos (4 factoriales, 4 axiales y 3 puntos centrales).

**Tabla 19.** Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2<sup>2</sup>, incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.

Variables Independientes	Niveles				
	- $\alpha$	-1	0	+1	+ $\alpha$
Harina de garbanzo (%)	2	4	8.5	13	15
Harina de cascara de huevo (%)	0	1	4	7	8

$$\alpha = 4142$$

**Tabla 20.** Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2<sup>2</sup>.

FORMULACIONES	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	H. Garbanzo (X1)	H. Cáscara de huevo (X2)	%Harina de garbanzo	%Harina de cascara de huevo
1	-1	-1	4	1
2	1	-1	13	1
3	-1	1	4	7
4	1	1	13	7
5	- $\alpha$	0	2	4
6	+ $\alpha$	0	15	4
7	0	- $\alpha$	8.5	0
8	0	+ $\alpha$	8.5	8
9	0	0	8.5	4
10	0	0	8.5	4
11	0	0	8.5	4

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Obtención de las harinas.

#### 4.1.1. Obtención de Harina de garbanzo.

La harina de garbanzo se obtuvo mediante el secado del garbanzo (secado por bandejas), se molió 3kg de garbanzo y se obtuvo 2.38171kg con un rendimiento del 94.4%.

#### 4.1.2. Obtención de Harina de cáscara de huevo.

La harina de cascara de huevo se obtuvo mediante el secado por bandeja, se utilizó 10.840kg de huevo; se desinfectó, se separó las cáscaras, clara y yema obteniendo 1.398kg, con un rendimiento de 12,94%; molido se obtuvo 1,108kg, con un rendimiento de 10.26%.

La cáscara de huevo debe ser de 9 a 12% del huevo. (Sandoval, 2015)

### 4.2. Análisis de las harinas

#### 4.2.1. Composición química proximal

**Tabla 21.** Datos generales de la determinación porcentual (% , Kcal/100) de grasa, proteínas y energía analizadas en la harina patrón (H. Trigo) y la mezcla sustituta (H. Garbanzo y H. Cáscara de Huevo).

	H. Trigo	H Garbanzo	H. Cascara De Huevo
<b>Humedad</b>	14.1	10.5	2.1
<b>%Kcal provenientes de grasa</b>	2.1	11.2	1.7
<b>Cenizas</b>	0.5	2.7	85.1
<b>%Kcal provenientes de proteínas</b>	12.6	20.5	48
<b>%kcal Carbohidratos</b>	85.3	68.3	50.3
<b>Fibra</b>	2.4	2.4	0
<b>Energía total (Kcal/100g de muestra)</b>	345.6	370.2	51.7

La humedad es un parámetro importante para los productos de panificación, según la norma técnica peruana NTP 206.011,1981, el valor máximo de humedad para productos de panificación es de 15% y para el Codex Alimentarius 152-1985, la humedad máxima permitida es de 15.5%. Según la tabla 21; la harina de trigo tiene 14.1%

Así mismo en la tabla se observa los valores de la humedad de la harina de garbanzo y cascara de huevo que son 10.5% y 2.1% respectivamente.

#### 4.2.2. Componentes de calidad de la harina de trigo

Los valores promedio mediante 2 ensayos de la harina de trigo en porcentajes promedio.

**Tabla 22.** *Composición porcentual (%) de la harina de trigo*

<b>Componentes (%)</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Promedio</b>
Humedad	14.13	14.14	14.14
Proteína	10.90	10.89	10.90
Cenizas	0.50	0.55	0.53
Grasa cruda	0.82	0.80	0.81
Carbohidratos	73.70	73.70	73.70
Fibra	2.40	2.30	2.35

Los resultados mostrados en la tabla 23, indican que la harina de trigo tiene un promedio de 14.14% de humedad, valor que es inferior al 15% como máximo de acuerdo a la NTP 205.064:2015 y de 15.5% como máximo según lo establecido por el Codex Alimentarius 152-1985 La humedad de la harina de trigo presente está dentro de los límites aceptables de acuerdo a las Normas presentadas.

Igualmente, se obtuvo un porcentaje de proteína promedio de 10.90%, siendo mayor al 7,0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 0.53%, siendo un valor inferior al 0.61% de ceniza, según la N.T.P. 205.027.1986. Se determinó grasa cruda, con un 0.81%. En la determinación de carbohidratos, los datos no variaron, por lo que el promedio es de 73.70%, un

valor aproximado en que el autor Bilbao (2017) menciona, que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos. Con la fibra, el porcentaje salió con 2.35%, según Bilbao 2017, el contenido de fibra de la harina de trigo como máximo es de 1.5%, lo cual quiere decir que el resultado no se encuentra dentro de los parámetros.

#### 4.2.3. Componentes de calidad de la harina de garbanzo.

**Tabla 23.** *Composición porcentual (%) de la harina de garbanzo.*

<b>Componentes (%)</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Promedio</b>
Humedad	10.52	10.53	10.53
Proteína	19.03	19.00	19.02
Cenizas	2.67	2.65	2.66
Grasa cruda	4.61	4.58	4.58
Carbohidratos	63.20	-	63.2
Fibra	2.40	2.39	2.40

Los resultados en la tabla 24 indica que la humedad de la harina de garbanzo es de 10.53% valor inferior a lo requerido por el Codex Alimentarius 152-1985. Indica que la humedad para la harina de garbanzo es 14% como máximo.

La humedad es un factor importante ya que valores superiores a los límites influyen en la conservación de la calidad siendo uno de los factores de aceleración de reacciones químicas, enzimáticas y crecimiento de microorganismos. El porcentaje de proteína es de 19.03% como los garbanzos son una muy buena fuente de proteínas, de acuerdo a la variedad varían entre 16-24g/100g (Pulse Australia, 2015)

De acuerdo con estudios realizados por Osorio et al (2017), el contenido de grasa en la harina de garbanzo es de 4.4 g/100g., el valor encontrado en la harina de garbanzo fue de 4.58 g/100g y se encuentra dentro de los parámetros.

El contenido de cenizas de este tipo de legumbres es mayor, puesto que autores como Khattab, encontraron valores de 2.4 g/100g, 3.0 g/100g y 3.6g/100g, respectivamente. Las legumbres se caracterizan por su alto contenido de minerales, cuyo nivel depende de la especie, cultivar y características, lo que podría explicar esta diferencia en cantidad, nuestro valor encontrado es de 2.66% que se encuentra dentro del contenido de cenizas de los autores citados. (citado por Khattab et al., 2009)

El contenido de fibra es de 2.40 %, según MINSÁ (2018), el contenido de fibra como máximo es de 1.5%, lo cual quiere decir que el resultado no se encuentra por encima de los parámetros.

La FAO indica que el garbanzo debe tener 57.7kcal/100g los resultados están por encima con 63.2kcal/100g.

#### 4.2.4. Componentes de calidad de la harina de cáscara de huevo.

**Tabla 24.** *Composición porcentual (%) de la harina de cáscara de huevo.*

<b>Componentes (%)</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Promedio</b>
Humedad	2.1	2.12	2.14
Proteína	0	0	0
Cenizas	85.1	85.16	84.98
Grasa cruda	0.1	0.11	0.10
Carbohidratos	6.5	-	6.5
Fibra	0	0	0

#### 4.2.5. Análisis Físicoquímico.

##### 4.2.5.1. Acidez.

Los resultados de acidez de la Harina de Trigo, Garbanzo y Cáscara de huevo se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 25.** % acidez de las harinas.

TIPOS DE MUESTRA	ACIDEZ (Expresada en ácido sulfúrico)
Harina de trigo	0.044%
Harina de garbanzo	0.093%
Harina de cáscara de huevo	0.008%

Los valores de acidez de las harinas se encuentran en un rango de (0.044%-0.093%-0.00765%). Harina de trigo, Garbanzo y cáscara de huevo respectivamente. Dichos valores se encuentran en el rango según la Norma Técnica Peruana (1985) 204.045 indica que las harinas no deben exceder el 2% de acidez. ((NTP), 1985)

La acidez en harinas permite apreciar el deterioro, que han producido los microorganismos, la acidez se determina mediante titulación con una alcalinidad, como es el cambio de acidez a la alcalinidad; se determina por reactivo indicador(fenolftaleína) con el viraje de color. (Carballido; Martínez; Acevedo; Bautista, 2015)

#### 4.2.5.2. Actividad de agua

Los resultados del análisis de actividad del agua de la harina de trigo, garbanzo y harina de cáscara de huevo en la siguiente tabla.

**Tabla 26.** Actividad de agua en las harinas

TIPOS DE MUESTRA	P. PLACA	P. MUESTRA	T°	Aw
<b>Harina de Trigo</b>	2.76	1.5	20.5	0.507
<b>Harina de Garbanzo</b>	2.75	1.5	20.6	0.514
<b>Harina de Cascara De Huevo</b>	2.75	2.5	20.7	0.500

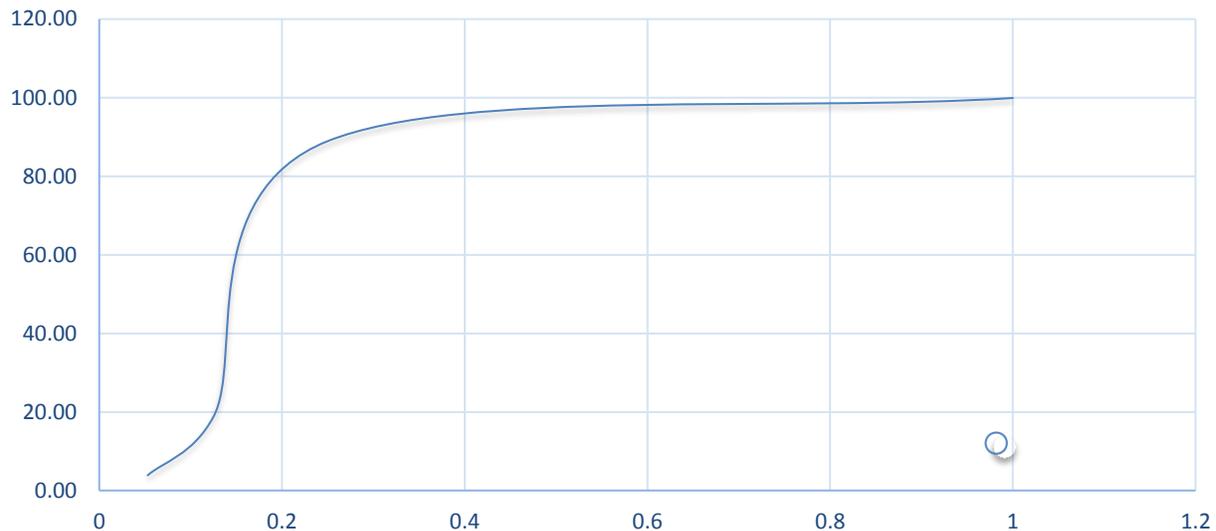
Los valores encontrados para las tres harinas son menores a 0.6, mientras más alta la aw y más cerca de 1.0 mayor será su inestabilidad lo cual se debe de tener un valor bajo para retardar el crecimiento microbiano (Badui, 2015).

#### 4.2.5.3. Granulometría de la harina de Trigo, Garbanzo y Cáscara de huevo.

##### **HARINA DE TRIGO:**

**Tabla 27.** Granulometría de Harina de Trigo

MALLA	Abertura	Retenido (y)	% Retenido	%R. Acumulado	% Pasa
18	1	0.3	0.10	0.10	99.90
60	0.25	33.72	10.98	11.08	88.92
120	0.125	215.48	70.15	81.23	18.77
270	0.053	45.78	14.90	96.14	3.86
<b>TARA</b>	-	11.87	3.86	100.00	
<b>TOTAL</b>		307.15	100.00	-	



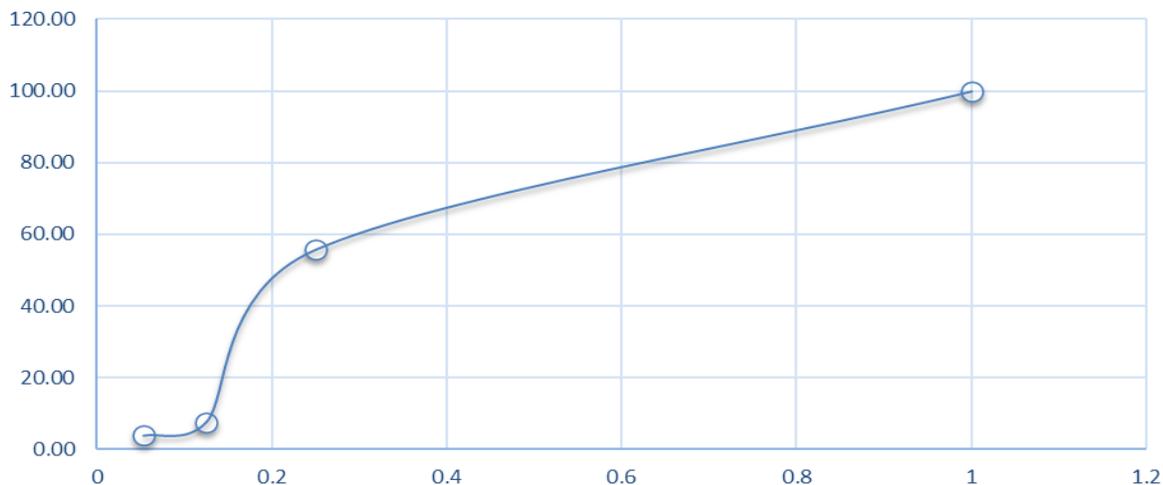
**Gráfica 1.** Curva granulométrica de la Harina de Trigo.

La gráfica revela un valor máximo y mínimo; según se vea el diámetro de la malla, se observa que a menor diámetro se obtiene menos cantidad de producto pasado, por el cual se obtuvo una curva exponencial. malla 18(99.90% de producto que pasa); malla 270 (3.86% de producto que pasa).

##### **HARINA DE GARBANZO:**

**Tabla 28.** Granulometría de la Harina de Garbanzo.

MALLA	Abertura	Retenido (y)	% Retenido	%R. Acumulado	% Pasa
18	1	0.41	0.13	0.13	99.87
60	0.25	137.46	44.15	44.28	55.72
120	0.125	149.73	48.09	92.37	7.63
270	0.053	11.89	3.82	96.19	3.81
<b>TARA</b>	-	11.87	3.81	100.00	
<b>TOTAL</b>		311.36	100.00	-	



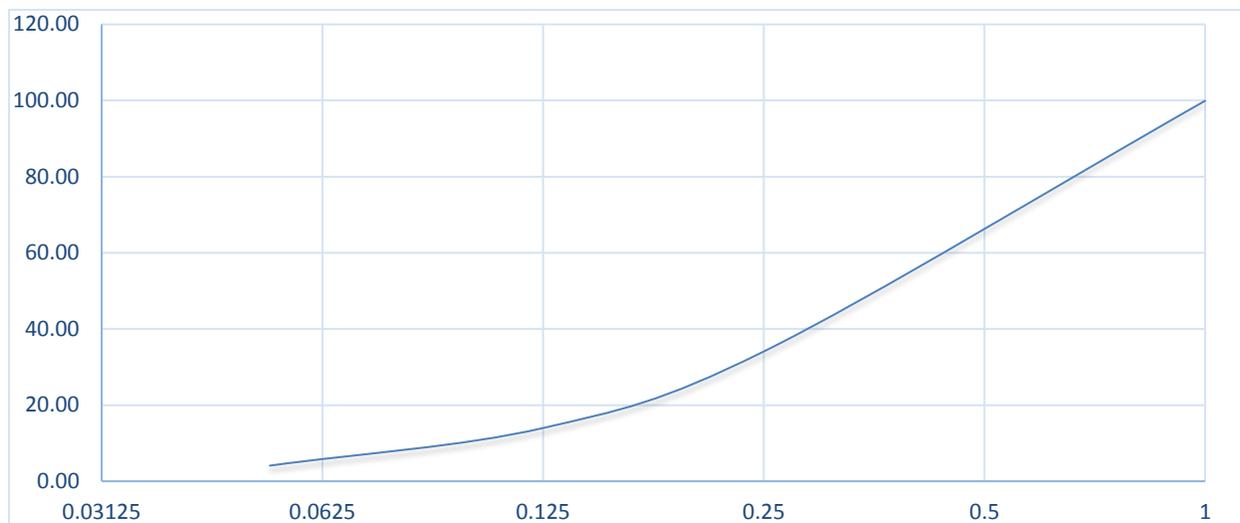
**Gráfica 2.** Curva granulométrica de la Harina de Garbanzo.

Según la gráfica revela un valor máximo y mínimo; se vea el diámetro de la malla, se nota que a menor diámetro se obtiene menos cantidad de producto pasado, por el cual se obtuvo una curva exponencial. malla 18(99.87% de producto que pasa); malla 270 (3.81% de producto que pasa).

**HARINA DE CÁSCARA DE HUEVO:**

**Tabla 26.** Granulometría de la Harina de Cáscara de Huevo.

MALLA	Abertura	Retenido (y)	% Retenido	%R. Acumulado	% Pasa
18	1	0.20	0.07	0.07	99.93
60	0.25	190.5	65.86	65.92	34.08
120	0.125	58.13	20.10	86.02	13.98
270	0.053	28.57	9.88	95.90	4.10
<b>TARA</b>	-	11.87	4.10	100.00	
<b>TOTAL</b>		289.27	100.00	-	



**Gráfica 3.** Curva granulométrica de la Harina de cascara de huevo.

Según la gráfica revela un valor máximo y mínimo; según se vea el diámetro de la malla, a menor diámetro, menos cantidad de producto pasado, por el cual se obtiene una curva exponencial. malla 18(99.93% de producto que pasa); malla 270 (4.10% de producto que pasa).

Para la harina de trigo según el CODEX STAN 152-1985. EL 98% o más de la harina debe pasar. (FAO, 2015).

Una harina micronizada es triturada nuevamente, tiene una granulometría entre 40 y 80 micras.

Una harina panificable tiene entre 110 y 180 micras de granulometría, al tener reducido el tamaño de la partícula, el granulo queda hidratado un 5% más, durante el batido, el desarrollo y la esponjosidad del cupcakes y de todas aquellas masas batidas es mayor. (M.G., 2017).

#### **4.2.5.4. Colorimetría de la harina de Trigo, Garbanzo y Cáscara de huevo.**

Los resultados de los análisis de color de las harinas de trigo, garbanzo y cáscara de huevo se muestran en la Tabla 31.

**Tabla 27.** Resultados de análisis de color de las harinas de trigo, garbanzo y cáscara de huevo.

<b>Materia Prima</b>	<b>Luminosidad (L)</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Cromaticidad (C)</b>	<b>Ángulo de tonalidad (H)</b>
Harina de Trigo	102.153	-1.630	12.387	9.126	82.503
Harina de Garbanzo	96.917	-2.487	24.390	19.416	83.178
Harina de cáscara de huevo	91.440	2.327	13.087	17.740	0.098

En la Tabla 31, se observa que para la harina de trigo, el valor presentado de  $b^*$  es de 12.387 lo que indica tendencia al color amarillo y en  $a^*$  de -1.630 una ligera tendencia al color verde, la luminosidad ( $L^*$ ) presentó un valor de 102.153 que indica que tiene tendencia al color blanco, el ángulo de tonalidad ( $h^\circ$ ) presentó un valor de 82.503 que corresponde al r cuadrante de las coordenadas de color (amarillo ligera tendencia al color blanco), con una tendencia más al amarillo mientras que la cromaticidad ( $C^*$ ) presentó un valor de 9.126. Las harinas de trigo de buena calidad zona aquellas que presentan un color blanco amarillento; las de mala calidad tienen una inclinación blanca empañado a rojizo, de lo cual reafirmar según los resultados la harina de trigo se presenta como una harina de buena calidad. (Seghezzo, 2017).

Con respecto a la harina de garbanzo se observa que el valor de  $b^*$  (24.390) presenta una tendencia al color marrón amarillento y en  $a^*$  (-2.487) con ligera tendencia al color amarillo verdoso; la luminosidad ( $L^*$ ) presentó un valor de 96.917 lo que indica que tiene un color amarillo verdoso, el ángulo de tonalidad ( $h^\circ$ ) de 83.178 que corresponde al cuadrante de las coordenadas de color (marrón amarillento con tendencia a amarillo rojizo), con una tendencia más al amarillo mientras que la cromaticidad ( $C^*$ ) presentó un valor de 19.41.

Por otro lado, en la harina de cascara de huevo se observa que el valor de  $b^*$  (13.087) que presenta una tendencia al color marrón amarillento y en  $a^*$  (2.327) con tendencia al color amarillo verdoso moderado; la luminosidad ( $L^*$ ) presentó un valor de 91.440 lo que indica que tiene un color amarillo pálido. el ángulo de tonalidad ( $h^\circ$ ) de 0.098 que corresponde al cuadrante de las

coordenadas de color (amarillo con tendencia a rojo), con una tendencia más al amarillo mientras que la cromaticidad(C\*) presentó un valor de 17.740.

La variabilidad del color de la harina de cáscara de huevo se verá afectada por variables como el genotipo del trigo, extracción de la harina, acondicionamiento del grano de trigo antes de la molienda, el tamaño de partícula, el almacenamiento, así como el contenido de ceniza de la harina, y a menudo afecta el color del producto terminado manifiesta (RONQUILLO, 2014). Este color oscuro es debido a que los granos empleados son colores marrones claros, aunque es ligeramente menor al de la cascara de huevo.

La colorimetría es realizada para determinar la blancura/pureza de la harina, puede verse afectada por la contaminación de salvado durante la molienda (separación del endospermo del salvado), la medición de color también varía dependiendo de algún tratamiento que reciba la harina, debiéndose a blanqueamiento por químicos u oxidación natural de los pigmentos carotenoides con respecto al tiempo. CANIMOLT (2015)

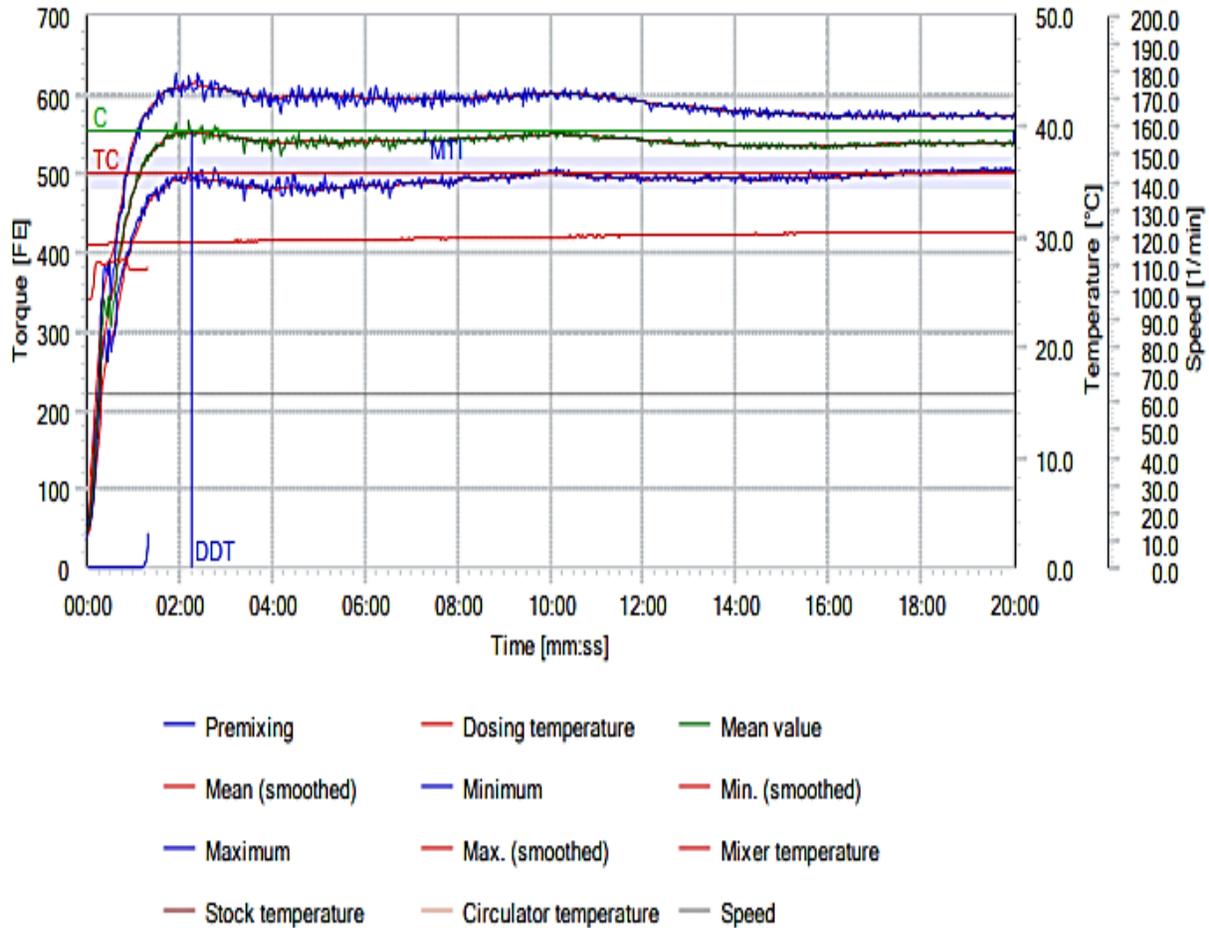
#### **4.2.6. Propiedades reológicas de la harina de trigo**

##### **4.2.6.1. Farinografía**

Se determinó por Brabender Farinógrafo, el segundo método en la AACC 54-21 (1995). Los parámetros evaluados a partir de farinograma fueron: absorción de agua, tiempo de ruptura y consistencia. La figura 2. Presenta el farinograma correspondiente.

**Tabla 28.** *Farinográficas de la harina de trigo pastelera*

<b>Parámetros</b>	<b>Harina de Trigo</b>
Contenido de Humedad	15.1%
Absorción de Agua	56.0%
Tiempo de desenvolvimiento de la masa	2.04 min
Estabilidad	-/-
Índice de tolerancia al mezclado	12 UB



**Figura 2.** Farinograma de la Harina de trigo pastelera por Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

Del Farinograma se observa que la masa adquiere su condición óptima en un tiempo de 2 minutos 4 segundos. El desenvolvimiento de la masa, está (demarcado en la figura por el eje 0,0 y la línea vertical DDT), el tiempo que demora la curva para llegar al punto máximo. Este tiempo desarrollado se requerido es la velocidad con la que la harina absorbe el agua y forma el gluten.

Los tiempos menores a 3 minutos, indica que son características de trigos suaves. (Magaña Barajas, 2015)

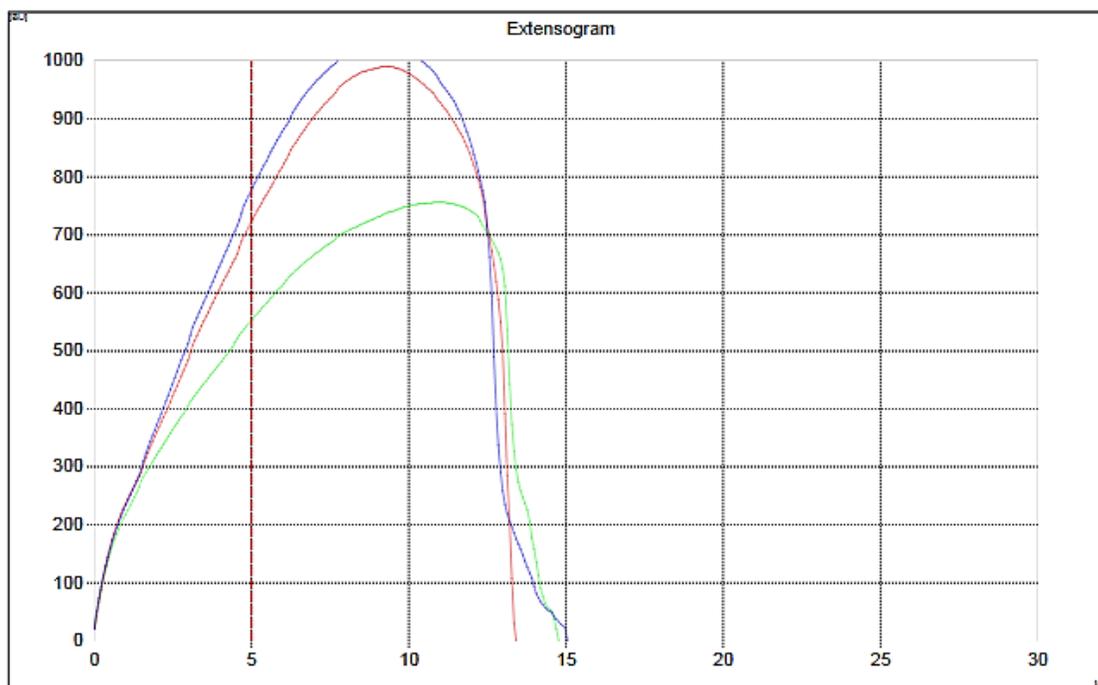
El farinograma muestra un tiempo de estabilidad de la masa de 10 minutos según la gráfica, es el tiempo donde se alcanza la consistencia máxima de la masa. El índice de tolerancia al mezclado MTI (caída de la curva del punto más alto transcurrido) presenta baja resistencia al mezclado, representando con un valor de 12 UB.

#### 4.2.6.2. Extensografía

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

**Tabla 29.** Características extensográficas de la harina de trigo pastelera.

PARÁMETROS	HARINA DE TRIGO		
	30 min	60 min	90 min
Energía [cm <sup>2</sup> ]	137	165	173
Resistencia a la extensión [UB]	556	728	783
Resistencia máxima [UB]	756	990	1032
Extensibilidad [mm]	148	134	151
Número proporcional	3.8	5.4	5.2
Número proporcional máximo	5.1	7.4	6.9



**Figura 3.** Extensograma de la Harina de trigo pastelera por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

La figura 3 indica 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 (color rojo), y 90 min (color azul).

En el extensograma, la harina logra alcanzar las 500 Unidades Brabender (UB), indicando que la masa alcanza una estructura de masa rígida y una capacidad de estiramiento baja, ya que la masa apenas aumenta durante la fermentación.

La masa evaluada presenta una mayor energía o área total de la curva ( $\text{cm}^2$ ) cuando el tiempo de fermentación fue 90 min, obteniendo un valor de  $173 \text{ cm}^2$ ; en comparación con las áreas obtenidas de 30 y 60 min de fermentación con  $137 \text{ cm}^2$  y  $165 \text{ cm}^2$ . Por lo tanto, al transcurrir 90 min de fermentación se presenta la mayor fuerza de la masa, en cuanto 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) para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 fue de 556 UB, 728 UB, 783 UB, respectivamente. es decir que a 60 min la masa indica más capacidad de retención de gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) formado durante la fermentación. Las resistencias máximas (punto más alto de la curva) representadas en el extensograma, para los tiempos de fermentación 30, 60 y 90 minutos fueron 756 UB, 990 UB Y 1032 UB respectivamente.

La extensibilidad es una característica que está relacionada con la proteína glutenina, que tiene alto peso molecular. Y en cuanto a la extensibilidad se presentaron valores de 148 mm, 134 mm, 151 mm para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos. En cuanto al número o razón proporcional entre la resistencia a la extensión y la extensibilidad para los tiempos de fermentación fueron 3.8, 5.4 y 5.2. Los valores indican que mayor es la tendencia a que la masa aumenta durante la fermentación.

### 4.3. Análisis de la calidad de los cupcakes

#### 4.3.1. Volumen específico

**Tabla 30.** *Evaluación del volumen específico de las formulaciones*

FORMULACIÓN	VOLUMEN	MASA	VOLUMEN ESPECIFICO
FORMULACIÓN 1	120	45	2.667
FORMULACIÓN 2	135	45	2.727
FORMULACIÓN 3	110	44	2.500
FORMULACIÓN 4	120	44	2.727
FORMULACIÓN 5	120	43	2.791
FORMULACIÓN 6	120	44	2.727
FORMULACIÓN 7	115	44	2.614
FORMULACIÓN 8	115	43	2.674
FORMULACIÓN 9	112	43	2.605
FORMULACIÓN 10	110	43	2.558
FORMULACIÓN 11	109	43	2.535
FORMULACIÓN 12(PATRON)	120	44	3.000

**Tabla 31.** *Resultados de volumen específico de las formulaciones.*

Formulaciones	H. Garbanzo (X <sub>1</sub> )	Cáscara de huevo (X <sub>2</sub> )	% Harina de Garbanzo	%Harina de cáscara de huevo	Volumen específico (ml/g)
1	-1	-1	4	1	2.667
2	1	-1	13	1	2.727
3	-1	1	4	7	2.500
4	1	1	13	7	2.727
5	- $\alpha$	0	2	4	2.791
6	+ $\alpha$	0	15	4	2.727
7	0	- $\alpha$	8.5	0	2.614
8	0	+ $\alpha$	8.5	8	2.674
9	0	0	8.5	4	2.604
10	0	0	8.5	4	2.558
11	0	0	8.5	4	2.535
Patrón	-	-	-	-	3.000

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

Para la determinación del volumen específico se evaluó todas las formulaciones de los cupcakes en estudio por el método de desplazamiento de semilla de baja densidad (método del alpiste). El volumen específico se determinó mediante 11 formulaciones de mezclas sustitutas, en una probeta de 100 ml de alpiste, se vació en un vaso precipitado para variar el volumen de cada muestra, hallando la fórmula  $v/m$ .

La Tabla 35 indica los valores codificados y valores reales. Se observa que los cupcakes presentaron volúmenes específicos entre 2.500 y 3.000 ml/g, mínimo y máximo respectivamente.

La adición de harina de garbanzo y harina de cascara de huevo en diferentes sustituciones trae consigo un efecto sobre la masa pastelera en la elaboración del cupcakes, lo cual da lugar a diversos cambios en parámetros de la calidad del cupcakes, como en este caso el volumen específico (la relación. ancho/alto).

Se observa en la tabla 35, los volúmenes que fluctúan entre 2.558 y 3 ml/g dentro de lo cual las formulaciones, F2, F4 y F6 (100% harina de trigo) obtuvieron el mismo valor de 2.727ml/g y los valores más cercanos a este volumen lo tuvieron el F1 (4% Harina de garbanzo y 1% Harina de trigo) de 2.667 ml/g y el F8 (8.5% Harina de garbanzo y 8% Harina de trigo) de 2.674 ml/g, esta disminución del volumen específico se atribuye a el aumento del contenido de fibra del garbanzo, que impidieron la expansión de la red de gluten.

EL volumen del cupcake depende de un número de factores, como la viscosidad de la masa, relación amilosa/amilopectina, la presencia de componentes de la superficie activa y/o la agregación de proteínas tras el calentamiento. En productos sin gluten, la viscosidad de las masas previa gelatinización del almidón es crucial para prevenir a las partículas de harina de una sedimentación y a los alveolos de un crecimiento y por lo tanto mantener un sistema homogéneo durante el horneado. (Alvarez -Jubete, Arendt, & Gallagher, 2017).

**Tabla 32.** *Análisis de Varianza de Volumen específico en las formulaciones*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón n-F</b>	<b>Valor- P</b>
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	0.042	1	0.042	6.66	0.049
<b>B:</b> % Harina de cáscara de huevo	0.011	1	0.012	1.82	0.236
AA	0.043	1	0.044	6.84	0.047
AB	0.007	1	0.007	1.14	0.335
BB	0.004	1	0.004	0.65	0.459
Error total	0.032	5	0.006		
Total (corr.)	0.089	10			

A=Harina de Garbanzo, B=Harina de cáscara de huevo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

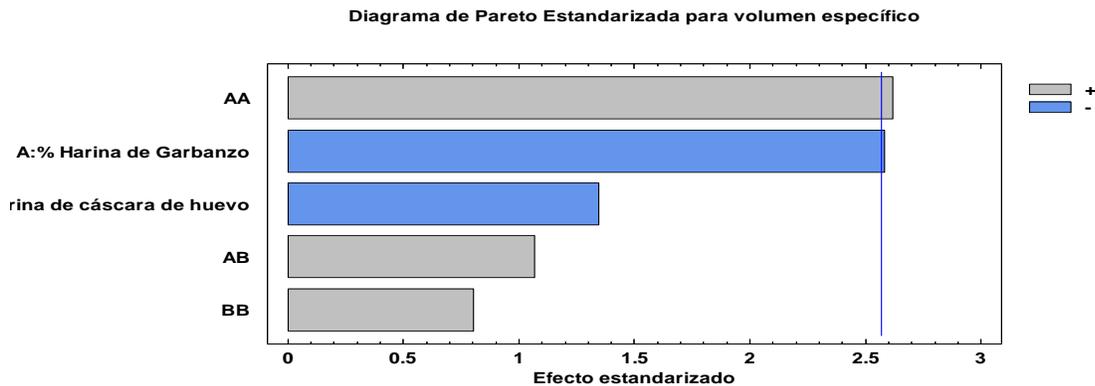
En la tabla anova la variabilidad de volumen específico en piezas separadas para cada uno de los efectos. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 76.3% de la variabilidad en volumen específico. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar es 0.079. El error medio absoluto (MAE) de 0.045 es el valor promedio de los residuos. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Reforzando la validez de este modelo realizando un análisis de varianza (tabla 36). Se verifica que el F calculado (F) es mayor que el F tabulado (P), indicando que el modelo que describe la respuesta de Volumen específico en función de las variables es significativo. Demostrado el ajuste del modelo con el R<sup>2</sup> y la prueba F, se puede construir superficies de respuesta.

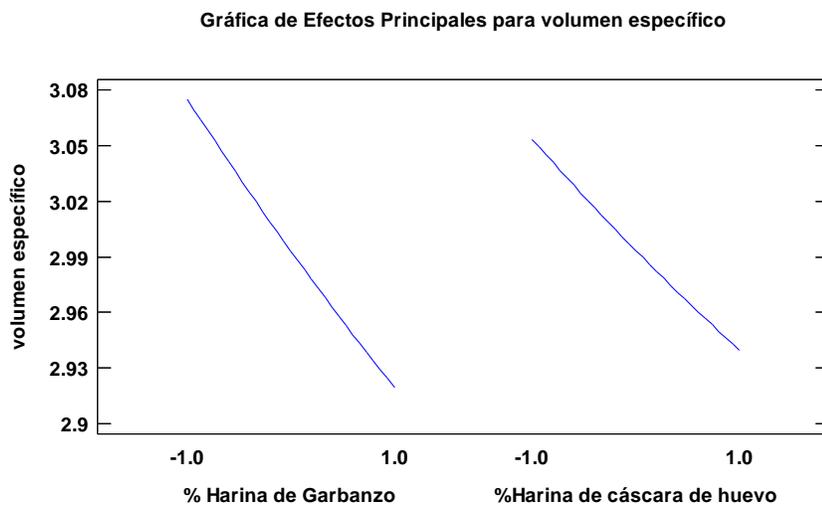
El coeficiente R<sup>2</sup> está comprendido entre 0 y 1, un valor cercano a la unidad significa que el modelo proporciona un buen ajuste y viceversa. Sin embargo, conviene señalar que, cuando se trabaja con datos transversales, obtener valores del R<sup>2</sup> superiores a 0,5 será sintomático de un buen

ajuste. No obstante, si los datos son temporales, la más probable tendencia creciente de las variables hará que el  $R^2$  sea más elevado (El coeficiente de determinación, en estos casos, estará captando esa tendencia). (Bullich - Ramírez, 2014).



**Gráfica 4.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para el Volumen específico de las formulaciones.*

Como se puede observar en la gráfica 4 el % de Harina de Garbanzo y % de Harina de cáscara de huevo no cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).



**Gráfica 5.** *Gráfica de efectos principales para Volumen específico formulaciones.*

Se observa en la gráfica 5. A medida que aumenta el porcentaje de Harina de garbanzo disminuye el volumen específico y a medida que aumenta el porcentaje de Harina de cáscara de Huevo disminuye el volumen específico.

**Tabla 33.** *Coefficiente de regresión para Volumen específico.*

Coefficiente	Estimado
constante	2.993
A: % Harina de Garbanzo	-0.078
B: % Harina de cáscara de huevo	-0.057
AA	0.004
AB	0.003
BB	0.003

Intervalos de confianza del 5.0 (intervalos) basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.0659164$ ).

Se obtuvo un modelo que indica la posible función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta volumen específico, la cual se representa en la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen específico} = 2.993 - 0.078 * X_1 - 0.057 * X_2 + 0.004 * X_1^2 - 0.003 * X_1 X_2 + 0.003 * X_2^2 \dots (1)$$

$$R^2 = 76.3\%$$

**Donde:**

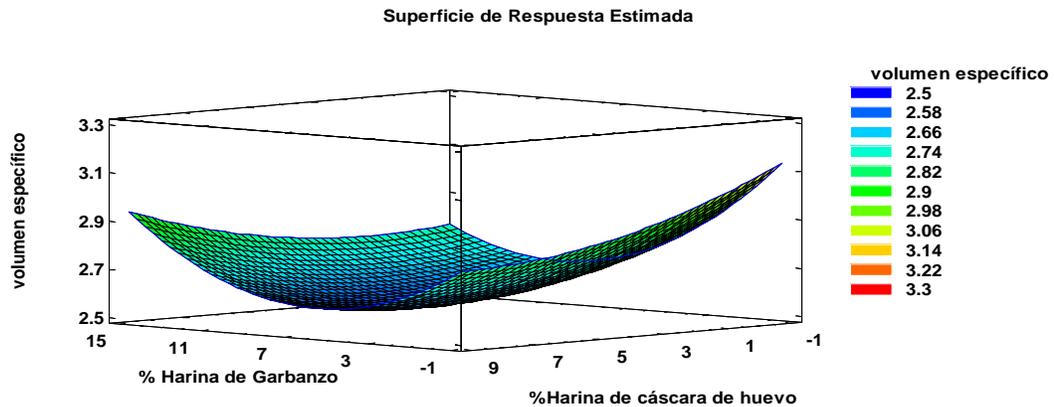
$X_1$ = Harina de Garbanzo;  $X_2$ =Harina de cáscara de huevo

$X_1.X_2$ =Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 34.** *Optimizar respuesta de Volumen específico.*

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2	15	15
%Harina de Cáscara de Huevo	0	8	8

Para maximizar volumen específico se trabajó con un % de Harina de Garbanzo de 15 y un % de Harina de cáscara de huevo de 8, con un valor óptimo = 2.894



**Gráfica 6.** Superficie de respuesta de Volumen específico de las formulaciones.

En la Gráfica 6 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo un menor volumen específico en cupcakes. Los mejores valores de aceptación para la variable Volumen específico se dan en condiciones de entre 0% de Harina de Garbanzo y de 0% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 37, se indica un modelo matemático que permite definir una formulación con una puntuación de Volumen específico alto, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir intervalos altos de Volumen específico para las proporciones de harina de Garbanzo (2;13,15%) y harina de Cáscara de huevo (1;4,7%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones: F5 y F2, F4 y F6.

Para un cupcakes su estructura se da durante la cocción. En la etapa la cocción, el volumen de la masa se incrementa por la expansión de las burbujas que es causada por un aumento de la presión

del vapor de agua y aire. Cuando la formación de gel se deprime la expansión de burbujas, el aumento de presión en las burbujas hace que el gas se suelte. (Vega , 2015)

Durante la fermentación se generan gases como producto de la actividad metabólica de las levaduras. Muchos microorganismos pueden fermentar azúcares CO<sub>2</sub>. Los principales productos de la fermentación son, CO<sub>2</sub> y el alcohol etílico, resultado de una serie de reacciones controladas por enzimas. El CO<sub>2</sub> es el responsable del aumento de volumen de la masa. (Molina, 2014)

#### 4.3.2. Color de la miga de los cupcakes.

**Tabla 35.** Colorimetría de las formulaciones de los cupcakes.

<b>Frmulaciones</b>	<b>Harina de garbanzo (X1)</b>	<b>Harina de cáscara de huevo (X2)</b>	<b>%Harina de garbanzo</b>	<b>%Harina de cáscara de huevo</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>Cromacidad</b>	<b>Ángulo de tonalidad</b>
<b>1</b>	-1	-1	4	1	97.380	17.827	78.794
<b>2</b>	1	-1	13	1	94.255	18.675	79.214
<b>3</b>	-1	1	4	1	91.134	19.563	79.634
<b>4</b>	1	1	13	7	88.014	20.451	80.064
<b>5</b>	-	0	2	7	84.894	21.340	80.489
<b>6</b>	+	0	15	4	81.773	22.228	80.913
<b>7</b>	0	-	8.5	0	78.653	23.116	81.338
<b>8</b>	0	+	8.5	8	75.532	24.004	81.763
<b>9</b>	0	0	8.5	4	72.412	24.892	83.037
<b>10</b>	0	0	8.5	4	72.412	24.892	83.037
<b>11</b>	0	0	8.5	4	72.412	24.892	83.037
<b>12</b>	0	0	0	0	63.050	27.557	83.462

#### 4.3.2.1. Luminosidad de la miga del cupcakes

Conforme a la tabla 39, el parámetro de luminosidad de la miga de los cupcakes sustituidos con harina de garbanzo y harina de cascara de huevo varia de 63.05 a 97.38. siendo el patrón el menor valor con 63.05 indicando reflectancia a la luz dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental traduciéndose en un cupcakes de coloración clara.

**Tabla 36.** *Luminosidad de las formulaciones de los cupcakes.*

Formulaciones	%Harina de garbanzo	%Harina de cáscara de huevo	Luminosidad
1	4	1	97.380
2	13	1	94.255
3	4	1	91.135
4	13	7	88.014
5	2	7	84.894
6	15	4	81.773
7	8.5	0	78.653
8	8.5	8	75.532
9	8.5	4	72.412
10	8.5	4	72.412
11	8.5	4	72.412
12	0	0	63.050

Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tuvieron valores de luminosidad de la miga que varía entre 72.412 a 97.380 y con una puntuación de 63.050 con respecto al control, siendo la formulación 1 (4% Harina de garbanzo y 1% cáscara de huevo) la que tiene mayor luminosidad de la miga (93.07). Las formulaciones 8, 9, 10 y 11 fueron las que tuvieron menos luminosidad de la miga. Cabe recalcar que las formulaciones 9, 10 y 11 son puntos centrales de nuestro diseño, y observando el nivel de luminosidad de la miga no difiere.

**Tabla 37.** *Análisis de Varianza de Luminosidad de la miga.*

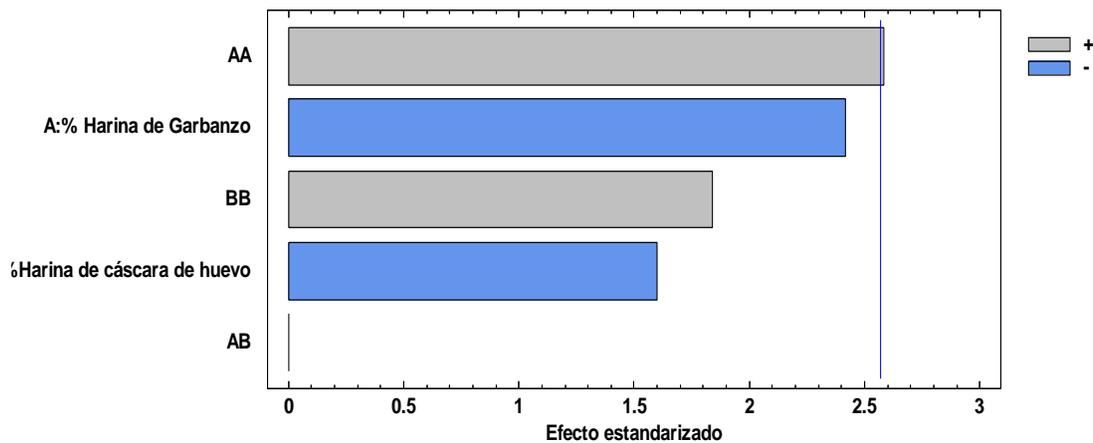
<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón n-F</b>	<b>Valor- P</b>
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	353.111	1	353.111	5.84	0.060
<b>B:</b> % Harina de cáscara de huevo	154.102	1	154.102	2.55	0.171
AA	403.608	1	403.608	6.68	<b>0.049</b>
AB	0.000	1	0.000	0.00	1.000
BB	204.554	1	204.554	3.39	0.125
Error total	302.070	5	60.414		
Total (corr.)	839.330	10			

,AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

En la tabla anova la variabilidad de luminosidad de la miga en piezas separadas para cada uno de las formulaciones. En este caso, Una formulación tiene una probabilidad menor, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

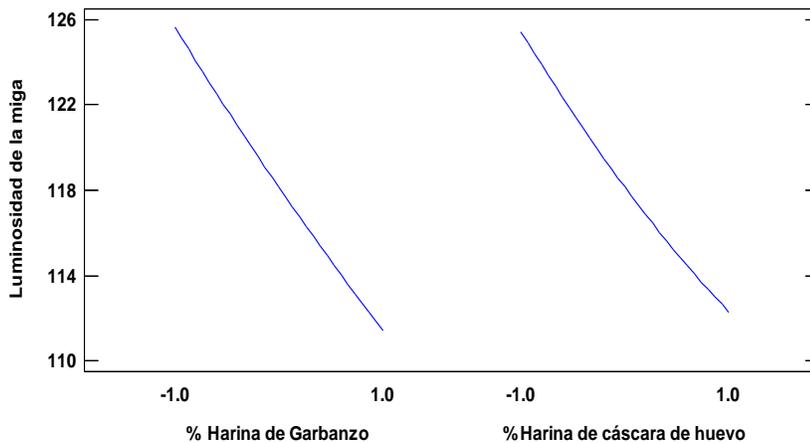
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 97.4% de la variabilidad en luminosidad de la miga. El error estándar indica que la desviación estándar es 7.773. El error medio absoluto (MAE) de 4.491 es el valor promedio de los residuos.

Reforzamos la validez de este modelo realizando un análisis de varianza (tabla 41). Se verifica que el F calculado (F) es mayor que el F tabulado (P), indicando que el modelo que describe la respuesta de Luminosidad de la miga en función de las variables es significativo. Demostrado el ajuste del modelo con el R<sup>2</sup> y la prueba F, se puede construir superficies de respuesta.



**Gráfica 7.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la Luminosidad de la miga.

Como se puede observar en la gráfica 7 el porcentaje de Harina de Garbanzo y porcentaje de Harina de cáscara de huevo cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ )



**Gráfica 8.** Gráfica de efectos principales para Luminosidad de la miga.

Como se observa en la gráfica 8. A medida que aumenta el porcentaje de Harina de garbanzo y porcentaje de Harina de cáscara de huevo, disminuye la luminosidad de la miga.

**Tabla 38.** *Coefficiente de regresión para Luminosidad de la miga.*

Coeficiente	Estimado
constante	118.146
A: % Harina de Garbanzo	-7.107
B: % Harina de cáscara de huevo	-6.575
AA	0.401
AB	0.000
BB	0.730

Intervalos de confianza del 5.0 basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.066$ ).

Se obtuvo un modelo que indica la función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta luminosidad de la miga, la cual se representa en la siguiente ecuación 2:

$$\text{Luminosidad de la miga} = 118.146 - 7.107 \cdot X_1 - 6.575 \cdot X_2 + 0.401 \cdot X_1^2 + 0.730 \cdot X_2^2 \dots (2).$$

$$R^2 = 97.4\%$$

**Donde:**

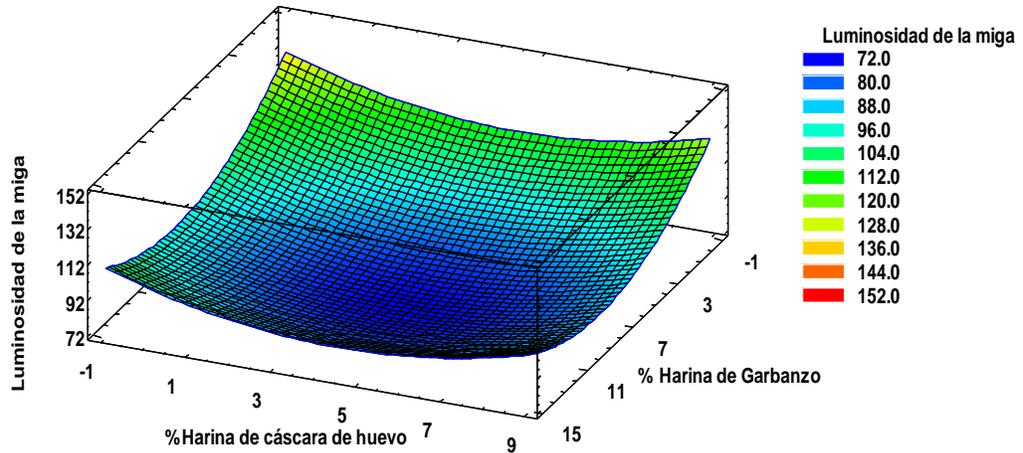
$X_1$  = Harina de Garbanzo;  $X_2$  = Harina de cáscara de huevo

$X_1 \cdot X_2$  = Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 39.** *Optimizar respuesta de Luminosidad de la miga.*

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	2.000
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	1.070

Para maximizar volumen específico se trabajará con un porcentaje de Harina de Garbanzo de 2% y un porcentaje de Harina de cáscara de huevo de 0%, con un valor óptimo = 105.536



*Gráfica 9. Superficie de respuesta de Luminosidad de la miga.*

En la Gráfica 9 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo una menor luminosidad de la miga en cupcakes.

Los mejores valores de aceptación para la variable Luminosidad de la miga se dan en condiciones de entre 2% de Harina de garbanzo y de 0% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 42, se indica un modelo matemático que permitían definir una formulación con una puntuación de Luminosidad de la miga alta, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir intervalos altos de Luminosidad de la miga para las proporciones de harina de Garbanzo (4, 13%) y harina de Cáscara de huevo (1%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones: F1 y F2.

#### **4.3.2.2. Cromacidad de la miga del cupcake.**

En la tabla 35 muestra los resultados de Cromacidad para cada formulación de cupcakes según el Diseño compuesto Central Rotacional  $2^2$  (DCCR), Considerando importante determinar el

Análisis de Varianza (ANOVA), Diagrama de Pareto de Efectos estandarizados, Gráfica de Efectos principales, Gráfica de Superficie de Respuesta.

**Tabla 40.** Cromacidad de la miga del cupcake de las diferentes formulaciones.

Formulaciones	%Harina de garbanzo	%Harina de cáscara de huevo	Cromacidad
1	4	1	17.827
2	13	1	18.675
3	4	1	19.563
4	13	7	20.451
5	2	7	21.340
6	15	4	22.228
7	8.5	0	23.116
8	8.5	8	24.004
9	8.5	4	24.892
10	8.5	4	24.892
11	8.5	4	24.892
12	0	0	27.557

Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tuvieron valores de cromacidad de la miga que varía entre 24.892 a 17.827 y con una puntuación de 22.557 con respecto al control, siendo la formulación 11 (8.5% Harina de garbanzo y 4% cáscara de huevo) la que tiene mayor cromacidad (93.07). Las formulaciones 1,2,3 fueron las que tuvieron menos Cromacidad de la miga. Cabe recalcar que las formulaciones 9, 10 y 11 son puntos centrales del diseño, se observa que el nivel de cromacidad no difiere entre sí.

**Tabla 41.** Análisis de Varianza de Cromacidad de la miga

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón n-F	Valor- P
A: % Harina de Garbanzo	28.432	1	28.432	5.850	0.060
B: %Harina de cáscara de huevo	12.333	1	12.335	2.540	0.172
AA	32.63	1	32.631	6.710	0.049
AB	0.000	1	0.000	0.000	0.993
BB	16.514	1	16.514	3.400	0.125
Error total	24.306	5	4.8612		

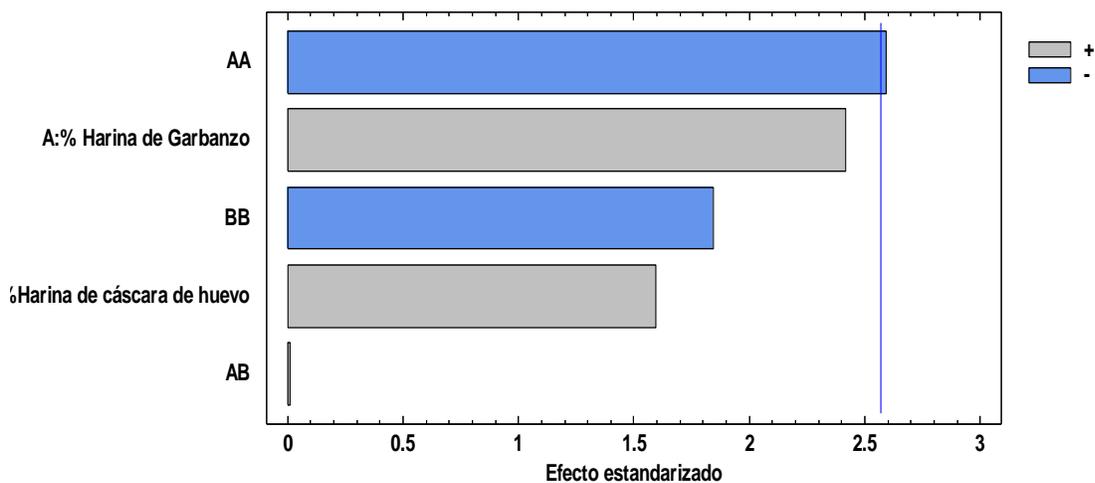
Total (corr.)	67.653	10
---------------	--------	----

AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

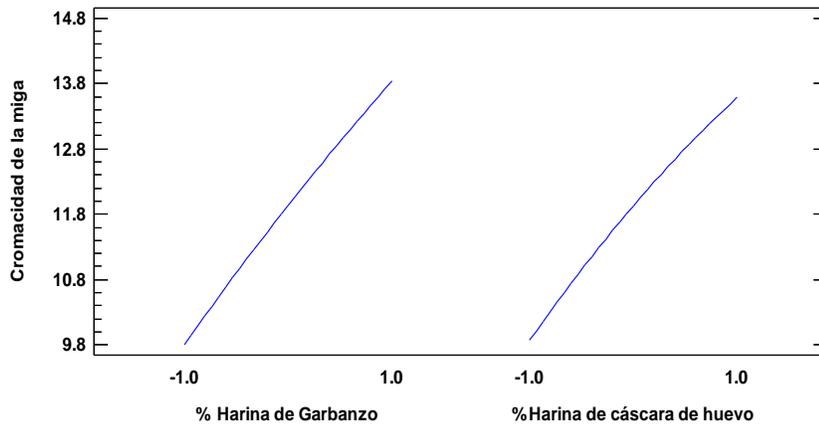
En la tabla 41 anova la variabilidad de cromacidad de la miga en piezas separadas para cada uno de los efectos. En este caso, un efecto tiene una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, indica un 97.4% de la variabilidad en cromacidad de la miga. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 2.205. El error medio absoluto (MAE) de 1.275 es el valor promedio de los residuos.

Al reforzar la validez de este modelo realizando un análisis de varianza (tabla 45). Se verifica que el F calculado (F) es mayor que el F tabulado (P), indicando que el modelo que describe la respuesta de Cromacidad de la miga en función de las variables es significativo. Habiendo demostrado el ajuste del modelo con el R<sup>2</sup> y la prueba F, se puede construir superficies de respuesta.



*Gráfica 10. Diagrama de Pareto Estandarizado para Cromacidad de la miga.*



**Gráfica 11.** Gráfica de efectos principales para Cromacidad de la miga

Como se puede observar en la gráfica 10 el % de Harina de Garbanzo y porcentaje de Harina de cáscara de huevo cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).

Se observa en la gráfica 11. A medida que aumenta el porcentaje de Harina de garbanzo y de harina de cáscara de huevo aumenta la cromacidad de la miga.

**Tabla 42.** Coeficiente de regresión para Cromacidad de la miga.

Coeficiente	Estimado
constante	11.932
A: % Harina de Garbanzo	2.0166
B: % Harina de cáscara de huevo	1.860
AA	-0.114
AB	0.001
BB	-0.207

Intervalos de confianza del 5.0 de confianza (intervalos) basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.0659164$ ).

Se obtuvo un modelo que indica la posible función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta cromacidad de la miga, la cual se representa en la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad de la miga} = 11.9319 + 2.01656 * X_1 + 1.86024 * X_2 - 0.113968 * X_2^2 + 0.000744444 * X_1 X_2 - 0.207419 * X_2^2 \dots (3)$$

$$R^2=97.4\%$$

**Donde:**

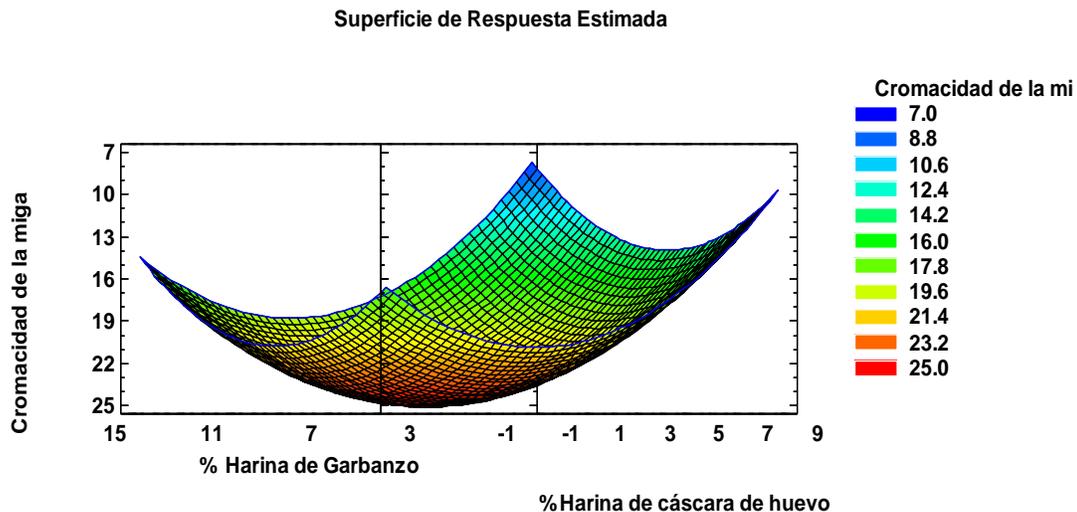
$X_1$ = Harina de Garbanzo;  $X_2$ =Harina de cáscara de huevo

$X_1.X_2$ =Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 43.** Optimizar respuesta Cromacidad de la miga.

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	8.86066
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	4.50013

Para maximizar la cromacidad de la miga se trabajó con un 9% de Harina de Garbanzo y un 5% de Harina de cáscara de huevo, con un valor óptimo de cromacidad de 25.0528



**Gráfica 12.** Superficie de respuesta Cromacidad de la miga

En la Gráfica 12 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo una mayor cromacidad de la miga en cupcakes.

Los mejores valores de aceptación para la variable Cromacidad de la miga se dan en condiciones de entre 9% de Harina de Garbanzo y de 5% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 43, se indicaba un modelo matemático que permiten definir una formulación con un alto valor de cromacidad de la miga, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir intervalos altos de cromacidad de la miga para las proporciones de harina de Garbanzo (8.5%) y harina de Cáscara de huevo (0, 8%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones: F7 y F8.

#### 4.3.2.3. Ángulo de tonalidad de la miga del cupcakes.

En la tabla 35 muestra los resultados de Ángulo de tonalidad para cada formulación de cupcakes según el Diseño compuesto Central Rotacional  $2^2$  (DCCR), Considerando importante determinar el Análisis de Varianza (ANOVA), Diagrama de Pareto de Efectos estandarizados, Gráfica de efectos principales, Gráfica de Superficie de Respuesta.

**Tabla 44.** Ángulo de tonalidad de la miga de las diferentes formulaciones de los cupcakes.

Formulaciones	%Harina de garbanzo	%Harina de cáscara de huevo	Ángulo de tonalidad
1	4	1	78.794
2	13	1	79.214
3	4	1	79.634
4	13	7	80.064
5	2	7	80.489
6	15	4	80.913
7	8.5	0	81.338
8	8.5	8	81.763
9	8.5	4	83.037
10	8.5	4	83.037
11	8.5	4	83.037
12	0	0	83.462

Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tienen valores de ángulo de tonalidad de la miga que varía entre 83.462 a 78.794 y con una puntuación de 83.462 con respecto al control, siendo la formulación 1 (4% Harina de garbanzo y 1% cáscara de huevo) la que tiene

mayor Ángulo de tonalidad (95.482) .Las formulaciones 6, 7 y 8 fueron las que tuvieron menos Ángulo de Tonalidad de la miga .Cabe recalcar que las formulaciones 9 , 10 y 11 son puntos centrales, y observando el nivel de Ángulo de tonalidad de la miga no difiere.

**Tabla 45.** *Análisis de Varianza de Ángulo de tonalidad de la miga.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón n-F</b>	<b>Valor- P</b>
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	11.841	1	11.841	11.03	<b>0.0210</b>
<b>B:</b> %Harina de cáscara de huevo	6.095	1	6.095	5.68	0.0630
AA	13.8524	1	13.8524	12.90	<b>0.0157</b>
AB	0.0	1	0.0	0.00	0.9963
BB	8.776	1	8.776	8.17	<b>0.0354</b>
Error total	5.368	5	1.074		
Total (corr.)	24.202	10			

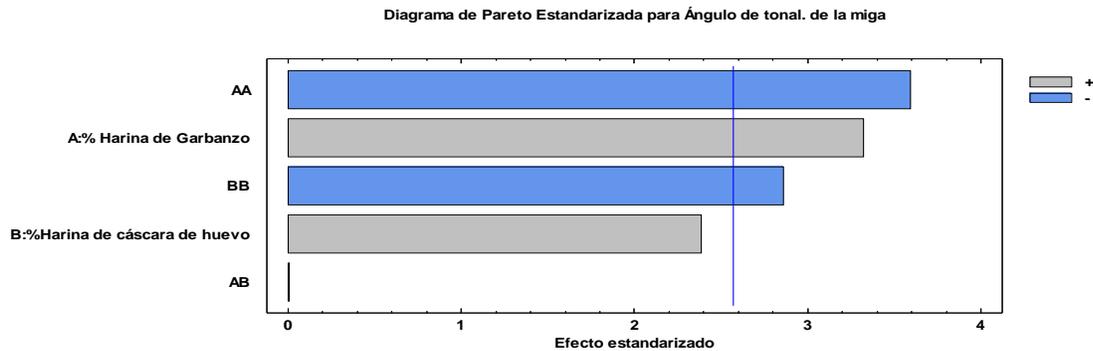
AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

En la tabla 45 anova la variabilidad de ángulo de tonalidad en piezas separadas para cada uno de los efectos. En este caso, 3 formulaciones tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 97.7% de la variabilidad en ángulo de tonalidad. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 1.036. El error medio absoluto (MAE) de 0.599 es el valor promedio de los residuos. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%.

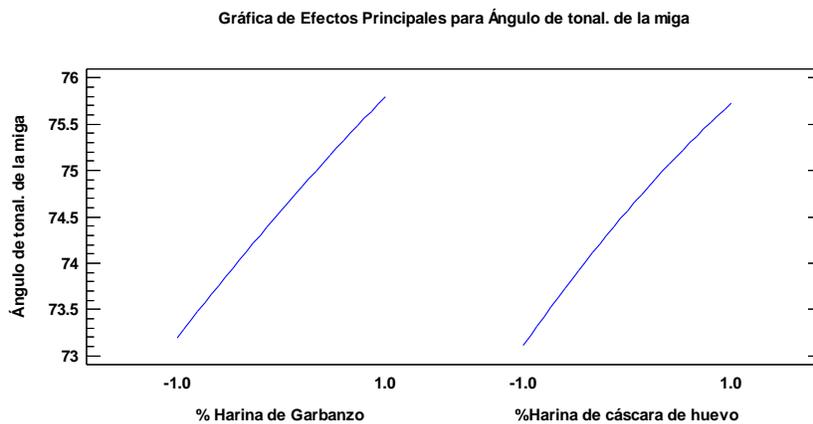
Reforzando la validez de este modelo realizando un análisis de varianza (tabla 49). Se verifica que el F calculado (F) es mayor que el F tabulado (P), indicando que el modelo que describe la

respuesta de Ángulo de tonalidad en función de las variables es significativo. Demostrado el ajuste del modelo con el  $R^2$  y la prueba F, se puede construir superficies de respuesta.



**Gráfica 13.** Diagrama de Pareto Estandarizado para Ángulo de tonalidad de la miga.

Como se puede observar en la gráfica 13 el % de Harina de Garbanzo y % de Harina de cáscara de huevo cuenta con tres efectos significativos ( $p > 0.05$ ).



**Gráfica 14.** Gráfica de efectos principales para Ángulo de tonalidad de la miga

Como se observa en la gráfica 14. A medida que aumenta el % de Harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo aumenta el ángulo de tonalidad de la miga.

**Tabla 46.** *Coefficiente de regresión para Ángulo de tonalidad de la miga.*

Coefficiente	Estimado
constante	74.567
A: % Harina de Garbanzo	1.301
B: % Harina de cáscara de huevo	1.308
AA	-0.074
AB	0.000
BB	-0.151

Se obtuvo un modelo de la posible función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta ángulo de tonalidad de la miga, se representa en la siguiente ecuación.

$$\text{Ángulo de tonalidad de la miga} = 74.567 + 1.301 * X_1 + 1.308 * X_2 - 0.074 * X_2^2 - 0.151 * X_2^2 \dots (4)$$

$$R^2 = 97.7\%$$

**Donde:**

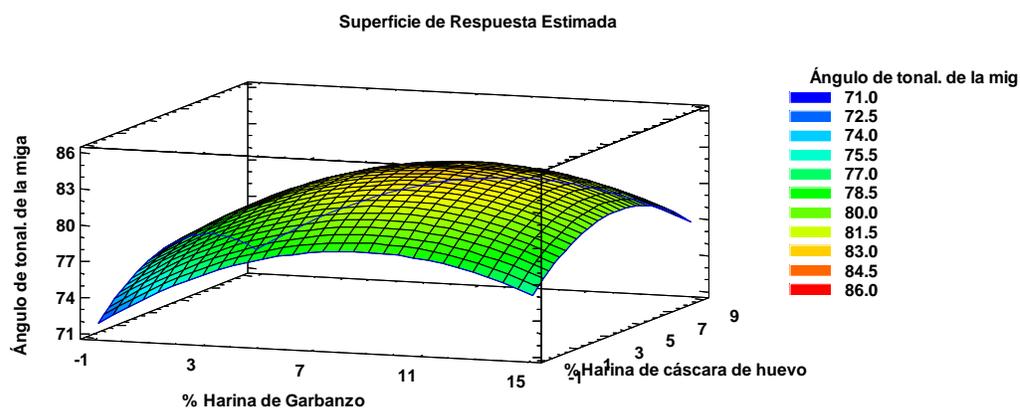
$X_1$  = Harina de Garbanzo;  $X_2$  = Harina de cáscara de huevo

$X_1.X_2$  = Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 47.** *Optimizar respuesta Ángulo de tonalidad de la miga.*

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	8.771
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	4.329

Para maximizar Ángulo de tonalidad de la miga se trabajará con 8% de Harina de Garbanzo de y 4% de Harina de cáscara de huevo, con un valor óptimo de ángulo de tonalidad de 83.103.



**Gráfica 15.** Superficie de respuesta Ángulo de tonalidad de la miga.

Los mejores valores de aceptación para la variable Ángulo de tonalidad de la miga se dan en condiciones de entre 8% de Harina de Garbanzo y de 4% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 50, Indica un modelo matemático que permite definir una formulación con una puntuación de Ángulo de tonalidad alto, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir valores altos de Ángulo de tonalidad de la miga para las proporciones de harina de Garbanzo (8.5%) y harina de Cáscara de huevo (0,8%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones: F7 y F8

### 4.3.3. Color de la corteza de los cupcakes

**Tabla 48.** Colorimetría de las formulaciones de los cupcakes.

Formulaciones	Harina de garbanzo (X1)	Harina de cáscara de huevo (X2)	%Harina de garbanzo	%Harina de cáscara de huevo	Luminosidad	Cromacidad	Ángulo de tonalidad
1	-1	-1	4	1	62.379	61.195	78.865
2	1	-1	13	1	62.589	57.452	77.546
3	-1	1	4	1	62.799	53.710	76.227

<b>4</b>	1	1	13	7	63.008	49.967	74.908
<b>5</b>	-	0	2	7	63.218	46.225	73.589
<b>6</b>	+	0	15	4	63.427	42.483	72.269
<b>7</b>	0	-	8.5	0	63.637	38.741	70.951
<b>8</b>	0	+	8.5	8	63.846	34.998	69.631
<b>9</b>	0	0	8.5	4	64.056	31.256	65.674
<b>10</b>	0	0	8.5	4	64.056	31.256	65.674
<b>11</b>	0	0	8.5	4	64.056	31.256	65.674
<b>12</b>	0	0	0	0	64.684	20.029	64.355

#### 4.3.3.1. Luminosidad corteza de los cupcakes

Conforme a la tabla 48 el parámetro de luminosidad de la corteza de los cupcakes sustituidos parcialmente con harina de garbanzo y harina de cascara de huevo varia de 62.379 a 64.684. siendo el patrón el de mayor valor con 64.684 indicando reflectancia a la luz dentro del rango de los ensayos del delineamiento experimental traduciéndose en un cupcakes de tono claro, teniendo en cuenta la escala de 0 (negro) y 100(blanco).

**Tabla 49.** *Luminosidad de la corteza de los cupcakes.*

<b>Formulaciones</b>	<b>%Harina de garbanzo</b>	<b>%Harina de cáscara de huevo</b>	<b>Luminosidad</b>
<b>1</b>	4	1	62.379
<b>2</b>	13	1	62.589
<b>3</b>	4	1	62.799
<b>4</b>	13	7	63.008
<b>5</b>	2	7	63.218
<b>6</b>	15	4	63.427
<b>7</b>	8.5	0	63.637
<b>8</b>	8.5	8	63.846
<b>9</b>	8.5	4	64.056
<b>10</b>	8.5	4	64.056
<b>11</b>	8.5	4	64.056
<b>12</b>	0	0	64.684

Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tuvieron valores de luminosidad de la corteza que varía entre 62.379 a 64.4745 y con una puntuación de 64.684 con respecto al control,

siendo la formulación 8 (8.5 %Harina de Garbanzo y 8% Harina de cáscara de Huevo ) y 9 (8.5 % Harina de garbanzo y 4 % cáscara de huevo) la que tiene mayor luminosidad de la corteza (63.846 y 64.0555) .Las formulaciones 1,2,3 fueron las que tuvieron menos luminosidad de la corteza .Cabe recalcar que las formulaciones 9 , 10 y 11 son puntos centrales del diseño experimental , y observando el nivel de luminosidad de la corteza no difiere.

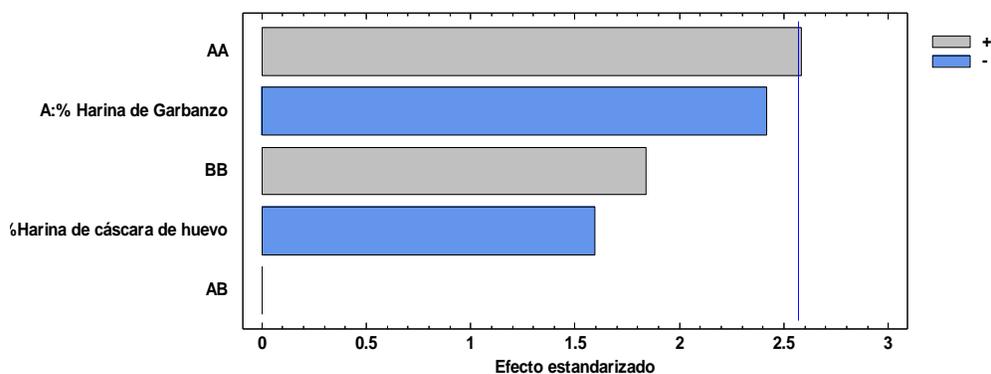
**Tabla 50.** *Análisis de Varianza de Luminosidad de la corteza.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón n-F</b>	<b>Valor- P</b>
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	1.59179	1	1.59179	5.84	0.0603
<b>B:</b> %Harina de cáscara de huevo	0.69476	1	0.69476	2.55	0.1711
AA	1.81927	1	1.81927	6.68	<b>0.0492</b>
AB	6.250	1	6.250	0.00	0.999
BB	0.922	1	0.922	3.39	0.125
Error total	1.362	5	0.272		
Total (corr.)	3.784	10			

AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

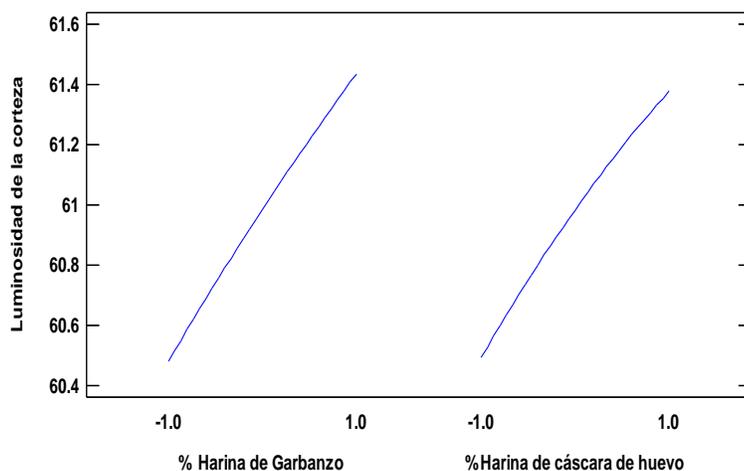
En la tabla anova la variabilidad de Luminosidad de la corteza en piezas separadas para cada uno de los efectos. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 100% de la variabilidad en Luminosidad de la corteza. . El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0.522. El error medio absoluto (MAE) de 0.301561 es el valor promedio de los residuos. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%.



**Gráfica 16.** Diagrama de Pareto Estandarizado para Luminosidad de la corteza.

Como se observa en la gráfica 16 el % de Harina de Garbanzo y % de Harina de cáscara de huevo cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).



**Gráfica 17.** Gráfica de efectos principales para la luminosidad de la corteza

Se observa en la gráfica 17. A medida que aumenta el porcentaje de Harina de garbanzo y Harina de cáscara de huevo aumenta la luminosidad de la corteza.

**Tabla 51.** Coeficiente de regresión para Luminosidad de la corteza.

Coeficiente	Estimado
constante	60.985
A: % Harina de Garbanzo	0.477
B: % Harina de cáscara de huevo	0.442
AA	-0.027
AB	-0.000
BB	-0.049

Intervalos de confianza del 5.0; basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.066$ ). Se obtuvo un modelo que muestra la posible función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta Luminosidad de la corteza, la cual se representa en la siguiente ecuación 5.

$$\text{Luminosidad de la corteza} = 60.985 + 0.477 * X_1 + 0.442 * X_2 - 0.027 * X_2^2 - 0.049 * X_2^2 \dots (5)$$

$$R^2 = 97.7\%$$

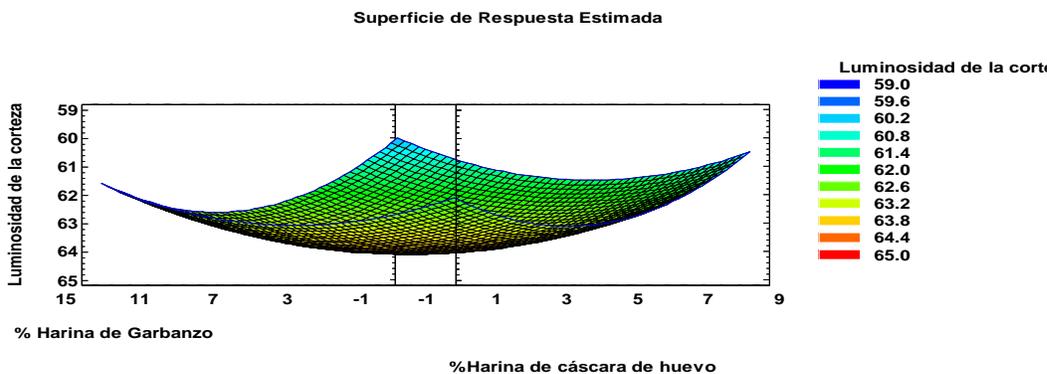
Donde:  $X_1$ = Harina de Garbanzo;  $X_2$ =Harina de cáscara de huevo

$X_1, X_2$ =Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 52.** Optimizar respuesta Luminosidad de la corteza,

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	8.867
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	4.505

Para maximizar la Luminosidad de la corteza se trabaja con 9% de Harina de Garbanzo y 5% de Harina de cáscara de huevo de 5, con un valor óptimo = 64.0937



**Gráfica 18.** Superficie de respuesta Luminosidad de la Corteza

En la Gráfica 18 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo una mayor luminosidad de la corteza en cupcakes.

Los mejores valores de aceptación para la variable luminosidad de la corteza se dan en condiciones de entre 9% de Harina de Garbanzo y de 5% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 51, indicaba un modelo matemático que permita definir una formulación con una puntuación de luminosidad de la corteza, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir intervalos altos de Luminosidad de la corteza para las proporciones de harina de Garbanzo (8.5%) y harina de Cáscara de huevo (8, 4%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones: F8y F9.

#### 4.3.3.2. Cromacidad corteza de los cupcakes.

**Tabla 53.** *Cromacidad de la corteza de los Cupcakes.*

<b>Formulaciones</b>	<b>%Harina de garbanzo</b>	<b>%Harina de cáscara de huevo</b>	<b>Cromacidad</b>
1	4	1	61.195
2	13	1	57.452
3	4	1	53.710
4	13	7	49.967
5	2	7	46.225
6	15	4	42.483
7	8.5	0	38.741
8	8.5	8	34.998
9	8.5	4	31.256
10	8.5	4	31.256
11	8.5	4	31.256
12	0	0	20.029

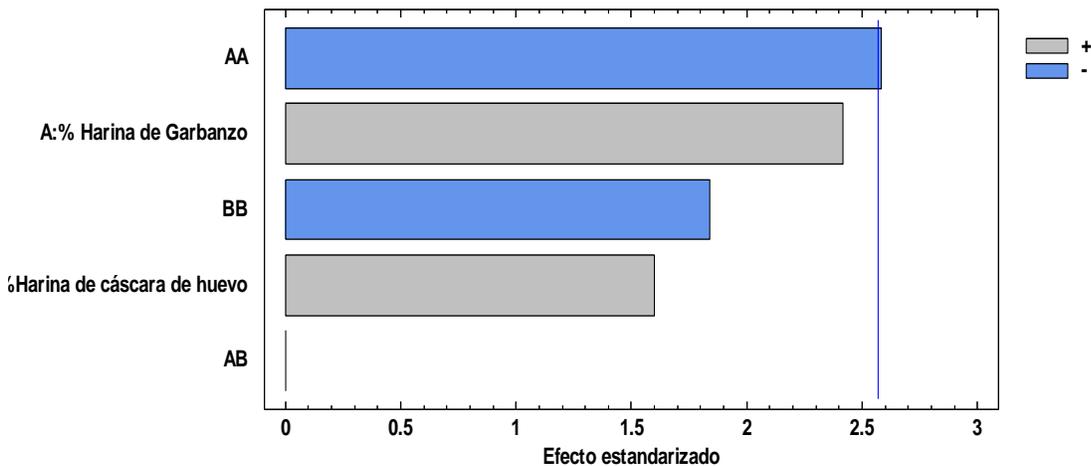
Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tuvieron valores de cromacidad de la corteza que varía entre 31.259 a 61.195 y con una puntuación de 20.029 con respecto al control, siendo la formulación 1 (4% harina de garbanzo y 1% harina de cáscara de Huevo) y 2 (13% Harina de garbanzo y 1% cáscara de huevo) la que tiene mayor cromacidad de la corteza (61.195 y 57.452). Las formulaciones 7,8,9 fueron las que tuvieron menos cromacidad de la corteza. Cabe recalcar que las formulaciones 9, 10 y 11 son puntos centrales de nuestro diseño, y se observa el nivel de cromacidad de la corteza no difiere.

**Tabla 54.** *Análisis de Varianza de Cromacidad de la corteza*

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón n-F	Valor- P
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	507.771	1	507.771	5.84	0.0603
<b>B:</b> % Harina de cáscara de huevo	221.563	1	221.563	2.55	0.1711
AA	580.45	1	580.45	6.68	<b>0.0491</b>
AB	1.225E-7	1	1.225	0.00	1.0000
BB	294.168	1	294.168	3.39	0.1251
Error total	434.367	5	86.873		
Total (corr.)	1206.98	10			

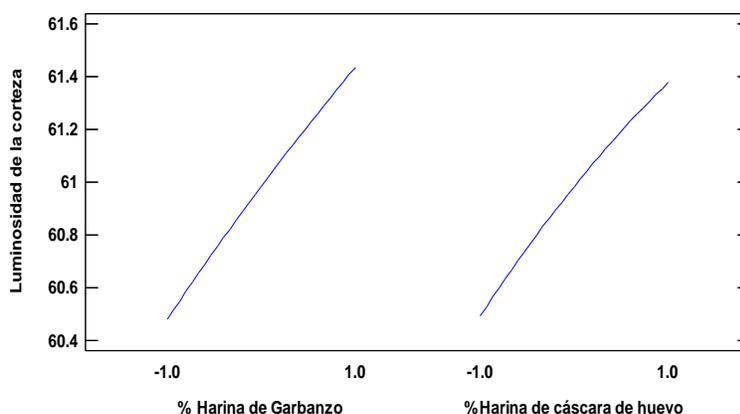
A=Harina de Garbanzo, B=Harina de cáscara de huevo, AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

En la tabla anova la variabilidad de cromacidad de la corteza en piezas separadas para cada uno de las formulaciones. En este caso, una formulación tiene una valor-P menor que 0.05, indica que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, representa un 100% de la variabilidad en Cromacidad de la corteza.El error estándar indica que la desviación estándar de los residuos es 9.32059. El error medio absoluto (MAE) de 5.38604 es el valor promedio de los residuos.



**Gráfica 19.** *Diagrama de Pareto Estandarizado para Cromacidad de la corteza.*

Como se puede observar en la gráfica 19 el % de Harina de Garbanzo y % de Harina de cáscara de huevo cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).



**Gráfica 20.** Gráfica de efectos principales para la cromacidad de la corteza

Como se observa en la gráfica 20. A medida que aumenta el % de Harina de garbanzo y Harina de cáscara de huevo aumenta la cromacidad de la corteza.

**Tabla 55.** Coeficiente de regresión para cromacidad de la corteza.

Coefficiente	Estimado
constante	86.097
A: % Harina de Garbanzo	-8.522
B: % Harina de cáscara de huevo	-7.884
AA	0.481
AB	-0.000
BB	0.875

Intervalos de confianza del 5.0 basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.066$ ).

Se obtuvo un modelo que indica la función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta cromacidad de la corteza, la cual se representa en la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad de la corteza} = 86.097 - 8.522 * X_1 - 7.884 * X_2 + 0.481 * X_2^2 + 0.875429 * X_2^2 \dots (6)$$

$$R^2 = 97.7$$

**Donde:**

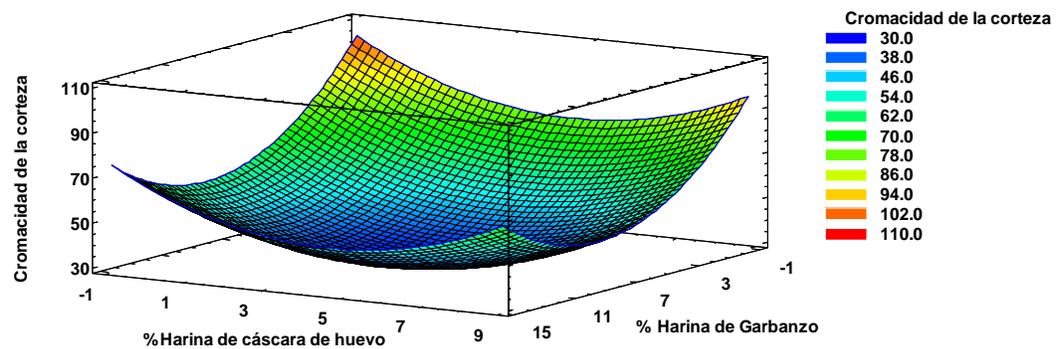
$X_1$ = Harina de Garbanzo;  $X_2$ =Harina de cáscara de huevo

$X_1.X_2$ =Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 56.** Optimizar respuesta Cromacidad de la corteza

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	2.0
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	4.9

Para optimizar la cromacidad de la corteza se trabaja con un 2% de Harina de Garbanzo y 4.9% de Harina de cáscara de huevo, con un valor óptimo = 70.976



**Gráfica 21.** Superficie de respuesta Cromacidad de la Corteza

En la Gráfica 21 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo una menor cromacidad de la corteza en cupcakes.

En la tabla 58, se indicaba un modelo matemático que permita definir una formulación con puntuación de cromacidad de la corteza, pero a través de la superficie respuesta, permite definir valores para las proporciones de harina de Garbanzo (4,13%) y harina de Cáscara de huevo (1%).

Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones 1 y 2.

### 4.3.3.3. Ángulo de tonalidad de la corteza

**Tabla 57.** *Ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.*

<b>Formulaciones</b>	<b>%Harina de garbanzo</b>	<b>%Harina de cáscara de huevo</b>	<b>Ángulo de tonalidad</b>
1	4	1	78.865
2	13	1	77.546
3	4	1	76.227
4	13	7	74.908
5	2	7	73.589
6	15	4	72.269
7	8.5	0	70.951
8	8.5	8	69.631
9	8.5	4	65.674
10	8.5	4	65.674
11	8.5	4	65.674
12	0	0	64.355

Los resultados obtenidos para las diferentes formulaciones tuvieron valores de Ángulo de tonalidad de la corteza que varía entre 0.194 a 0.379 y con una puntuación de 0.4476 con respecto al control, siendo la formulación 8 (8.5 %Harina de Garbanzo y 8% Harina de cáscara de Huevo) y 9 (8.5 % Harina de garbanzo y 4 % cáscara de huevo) la que tiene mayor Ángulo de tonalidad de la corteza (0.35548 y 0.37851). Las formulaciones 1,2 y 3 fueron las que tuvieron menos ángulo de tonalidad de la corteza. Cabe recalcar que las formulaciones 9, 10 y 11 son puntos centrales del diseño, observando el nivel de Ángulo de tonalidad de la corteza no difiere.

**Tabla 58.** Análisis de Varianza de Ángulo de tonalidad de la corteza

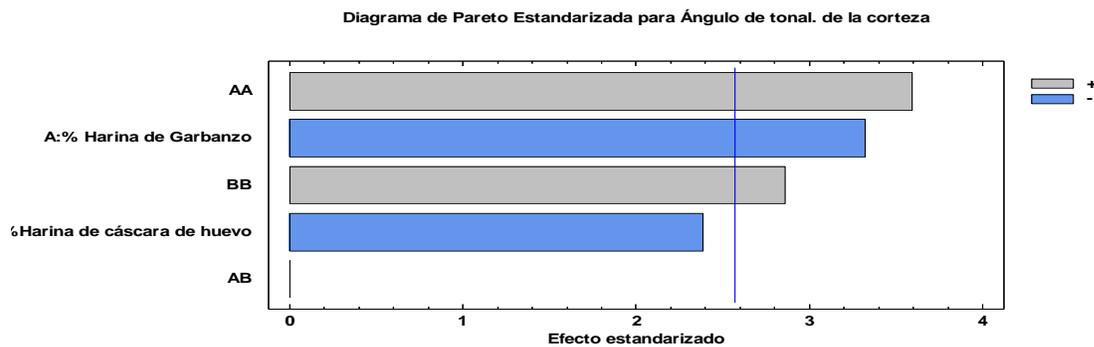
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón n-F	Valor- P
<b>A:</b> % Harina de Garbanzo	114.337	1	114.337	11.04	0.021
<b>B:</b> %Harina de cáscara de huevo	58.961	1	58.961	5.69	0.063
AA	133.602	1	133.602	12.90	0.016
AB	0.000	1	0.000	0.00	1.000
BB	84.642	1	84.642	8.17	0.036
Error total	51.779	5	10.3559		
Total (corr.)	233.486	10			

AA Y BB =Término cuadrático, AB =Término lineal.

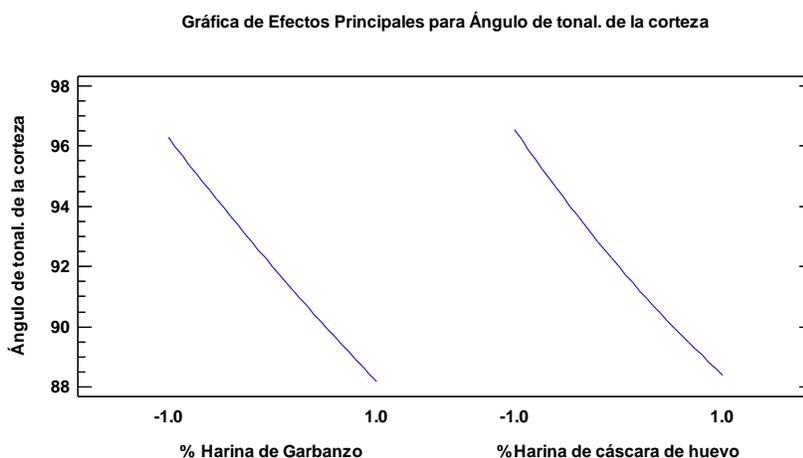
En la tabla anova la variabilidad de Ángulo de tonalidad de la corteza en piezas separadas para cada uno de las formulaciones. En este caso, tres formulaciones-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 97.7% de la variabilidad en Ángulo de tonal. de la corteza.

El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 3.218. El error medio absoluto (MAE) de 1.858 es el valor promedio de los residuos. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%.

**Gráfica 22.** Diagrama de Pareto Estandarizado para Ángulo de Tonalidad de la corteza.



Como se puede observar en la gráfica 22 el % de Harina de Garbanzo y % de Harina de cáscara de huevo cuenta con un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).



**Gráfica 23.** Gráfica de efectos principales para Ángulo de tonalidad de la corteza

Como se observa en la gráfica 23. A medida que aumenta el % de Harina de garbanzo disminuye el Ángulo de tonalidad de la corteza y a medida que aumenta el % de Harina de cáscara de Huevo disminuye el Ángulo de tonalidad de la corteza.

**Tabla 59.** Coeficiente de regresión para el Ángulo de tonalidad de la corteza.

Coeficiente	Estimado
constante	92.004
A: % Harina de Garbanzo	-4.044
B: % Harina de cáscara de huevo	-4.067
AA	0.231
AB	0.0
BB	0.469

Intervalos de confianza del 5.0 basados en el error total con 5 g.l. ( $t = 0.066$ ). Se obtuvo un modelo que indica la posible función de la Harina de Garbanzo y Harina de cáscara de huevo sobre la respuesta del ángulo de tonalidad de la corteza, la cual se representa en la siguiente ecuación 7.

$$\text{Ángulo de tonalidad de la corteza} = 92.004 - 4.044 * X_1 - 4.067 * X_2 + 0.231 * X_1^2 + 0.469 * X_2^2 \dots (7)$$

$$R^2 = 97.7\%$$

**Donde:**

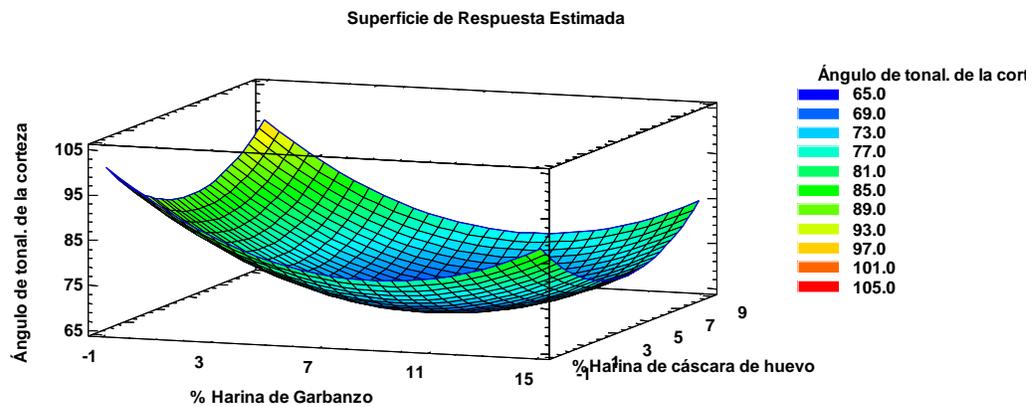
$X_1$  = Harina de Garbanzo;  $X_2$  = Harina de cáscara de huevo

$X_1.X_2$  = Interacción de harina de garbanzo y harina de cáscara de huevo.

**Tabla 60.** Optimizar respuesta Ángulo de tonalidad de la corteza

FACTOR	Bajo	Alto	Óptimo
%Harina de Garbanzo	2.0	15.0	2.000
%Harina de Cáscara de Huevo	0.0	8.0	1.76382E-8

Para maximizar el Ángulo de tonalidad de la corteza se trabajará con un 2% de Harina de Garbanzo y 2% de Harina de cáscara de huevo, con un valor óptimo = 84.838



**Gráfica 24.** Superficie de respuesta Ángulo de tonalidad de la Corteza.

En la Gráfica 24 se observa que a medida que aumenta los porcentajes de harina de Garbanzo y harina de Cáscara de Huevo, se obtuvo un menor Ángulo de la tonalidad de la corteza en cupcakes.

Los mejores valores de aceptación para la variable de Ángulo de tonalidad de la corteza se dan en condiciones de entre 2% de Harina de Garbanzo y de 2% de Harina de Cáscara de huevo.

En la tabla 59, se indicaba un modelo matemático que permite definir una formulación con una puntuación de Ángulo de Tonalidad de la corteza alto, pero a través de la superficie respuesta, en lugar de valores exactos, permite definir intervalos altos de Ángulo de tonalidad de la corteza para las proporciones de harina de Garbanzo (4;1%) y harina de Cáscara de huevo (13;1%). Dentro de esta región delimitada se encuentran las formulaciones 1 y 2

#### 4.3.3.4. Optimización de múltiples variables.

**Tabla 61.** Optimizar Deseabilidad (Valor óptimo = 0.54413)

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
% Harina de Garbanzo	2.0	15.0	14.462
%Harina de cáscara de huevo	0.0	8.0	5.562

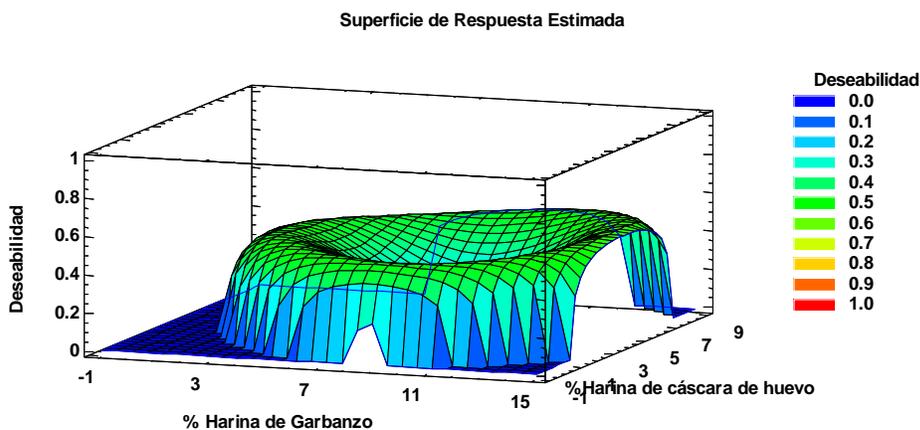
**Tabla 62.** Valores óptimos para una optimización máxima

<b>Respuesta</b>	<b>Óptimo</b>
volumen específico	2.77637
Luminosidad de la miga	85.2188
Luminosidad de la corteza	63.1956
Cromacidad de la miga	21.2494
Cromacidad de la corteza	46.615
Ángulo de tonal. de la miga	80.4672
Ángulo de tonal. de la corteza	73.6578

Esta tabla indica la combinación de niveles de factores que maximiza la función de ‘deseabilidad’ en la región indicada.

**Tabla 63.** Deseabilidad prevista según cada formulación.

Formulación	Volumen específico	Luminosidad de la miga	Luminosidad de la corteza	Cromacidad de la miga	Cromacidad de la corteza	Ángulo de tonalidad de la miga	Ángulo tonalidad de la corteza	Deseabilidad Prevista
1	2.67	97.380	62.379	17.827	61.195	78.794	78.865	0.471
2	2.73	94.255	62.589	18.675	57.452	79.214	77.546	0.493
3	2.5	91.135	62.799	19.563	53.710	79.634	76.227	0.467
4	2.73	88.014	63.008	20.451	49.967	80.064	74.908	0.531
5	2.79	84.894	63.218	21.340	46.225	80.489	73.589	0.458
6	2.73	81.773	63.427	22.228	42.483	80.913	72.269	0.533
7	2.610	78.653	63.637	23.116	38.741	81.338	70.951	0.484
8	2.670	75.532	63.846	24.004	34.998	81.763	69.631	0.459
9	2.6	72.412	64.056	24.892	31.256	83.037	65.674	0.0
10	2.56	72.412	64.056	24.892	31.256	83.037	65.674	0.0
11	2.53	72.412	64.056	24.892	31.256	83.037	65.674	0.0



**Gráfica 25.** Superficie de respuesta estimada de la optimización de variables múltiples.

En esta gráfica 25, se observa que la ‘deseabilidad’ máxima se alcanza en la formulación 6. Para encontrar la combinación de factores que alcanza la ‘deseabilidad’ global óptima.

#### 4.3.4. Evaluación físico-química

Se evaluó en función de los requisitos de la Norma técnica peruana.

##### 4.3.4.1. Actividad de Agua

**Tabla 64.**

*Evaluación de la actividad de agua*

TIPOS DE MUESTRA	P. PLACA	P. MUESTRA	T°	Aw
Cupcake óptimo	2.76	1.5	20.5	0.506
Cupcake patrón	2.75	1.5	20.6	0.504

Se evaluó su actividad de agua para cada muestra de harina, de acuerdo al peso tara de la placa, más la placa de la muestra y teniendo en cuenta la T° que no varió en gran número, su punto mayor fue la harina de cáscara de huevo con 0.506.

##### 4.3.4.2. Color de la corteza y la miga

**Tabla 65.** *Colorimetría de la corteza del cupcake óptimo y cupcake patrón*

MUESTRA		I	L	C	H
	L	62.589			
CUPCAKE ÓPTIMO	a*	8.801	62.589	57.452	77.546
	b*	39.851			
	L	64.684			
CUPCAKE PATRÓN	a*	4.906	64.684	20.029	64.355
	b*	10.217			

**Tabla 66.** *Cromacidad de la corteza del cupcake óptimo y cupcake patrón*

TIPOS DE MUESTRA	CROMACIDAD
CUPCAKE ÓPTIMO	57.452
CUPCAKE PATRÓN	20.029

Siguiendo el sistema CIE-lab, se determinó mediante 3 muestras 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.

Para el cupcake óptimo, el valor presentado de a\* (8.801) que va hacia la tendencia al color rojo, al ver valor b\* (39.851), el cual demuestra el color amarillo, atributo por que presenta de carotenoides. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 57.452.

Para el cupcake patrón, el valor presentado de a\* (4.906), una tendencia que va hacia el color rojo, y con respecto al valor presentado de b\* (10.217), indica una tendencia de color amarillo, menor que el cupcake óptimo. La cromacidad presentada es de 20.029, menor que el cupcake óptimo.

**Tabla 67.** *Colorimetría de la miga del cupcake óptimo y cupcake patrón*

<b>MUESTRA</b>	<b>L</b>	<b>C</b>	<b>H</b>
CUPCAKE ÓPTIMO	94.255	18.675	79.214
CUPCAKE PATRÓN	63.050	27.556	83.462

Para el cupcake óptimo, el valor presentado de Luminosidad es 94.255, valor cercano a 100, el cual indica una reflectancia a la luz traduciéndose en un cupcake de coloración blanca. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 18.675 el cual tiene tendencia a un color marrón. Según el ángulo de tonalidad se tiene un valor de 79.214 la cual tiene tendencia a un color rojo-amarillo.

Para el cupcake patrón, el valor presentado de Luminosidad es 63.050, valor cercano a 100, el cual indica una reflectancia a la luz traduciéndose en un cupcake de coloración rojo brillante. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 27.556 el cual tiene tendencia a un color rojizo Según el ángulo de tonalidad se tiene un valor de 83.462 el cual tiene tendencia a un color rojo-amarillo.

#### 4.3.4.3. COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL

**Tabla 68.** *Componentes del cupcake patrón y cupcake óptimo*

COMPONENTES	CUPCAKES	CUPCAKE
	PATRÓN	ÓPTIMO
CALCIO	1479.81	3549.04
PROTEÍNA	6.6	7.29
CENIZA	1.705	2.205
GRASA CRUDA	15.285	14.68
HUMEDAD	19.185	18.44
FIBRA CRUDA	0.13	0.31
CARBOHIDRATOS	57.2	57.4

Porcentaje de contenido de humedad y cenizas, el cupcake patrón tiene 19.185 y 1.705 respectivamente en comparación del cupcake óptimo 18.44 y 2.205 respectivamente. Los valores

se encuentran en el rango. Según el (MINSAs,2011); el contenido máximo de humedad que podría tener es el 40% y el porcentaje de cenizas sería 3%.

Los datos obtenidos del porcentaje de proteína con respecto al cupcake patrón fue 6.6 en comparación del cupcake óptimo fue 7.29 se observa según los datos un incremento en cuanto al porcentaje de proteína. Según (Ortega, 2010); el contenido máximo de proteínas no debería superar el 7.6%.

Los datos obtenidos del porcentaje de grasa con respecto al cupcake patrón fue 15.285 en comparación del cupcake óptimo fue 14.68 se observa según los datos una disminución en cuanto al porcentaje de grasa, esto debido a la sustitución de harina de garbanzo. Según (Aracely, 2018); el contenido máximo de grasa cruda va de 2 al 40%.

Los datos obtenidos de calcio con respecto al cupcake patrón fue 1479.81 mg en comparación del cupcake óptimo fue 3549.04 se observa según los datos un gran aumento en cuanto a la cantidad de calcio, esto debido a la sustitución de harina de cáscara de huevo que tiene como componente 94% de carbonato cálcico. La cantidad diaria de calcio que necesita depende de su edad. De 9-13 años 1300 mg;14-18 años 1300 mg; adolescentes embarazadas 1300 mg. Según (National Institute of Health,2015).

#### **4.4. ANÁLISIS SENSORIAL (Tukey y Duncan)**

Se realizó una prueba de aceptabilidad sensorial a 30 personas que estaban dispuestas a ejecutar sus respuestas de acuerdo al producto elaborado (12 muestras de cupcake), desarrollando su análisis a las características organolépticas: Color, olor, sabor, textura del alimento, a fin de evaluar la aceptación de los productos desarrollados.

**Tabla 69.** Escala hedónica de caja de 5 puntos.

VALOR DE ESCALA	CARACTERISTICAS
1	MUY DESAGRADABLE
2	DESAGRADABLE
3	REGULAR
4	AGRADABLE
5	MUY AGRADABLE

**Tabla 70.** Valores codificados según las formulaciones.

FORMULACIONES	CÓDIGOS
<b>F1</b>	311-421-530
<b>F2</b>	312-422-531
<b>F3</b>	313-423-532
<b>F4</b>	314-424-533
<b>F5</b>	315-425-534
<b>F6</b>	316-426-535
<b>F7</b>	317-427-536
<b>F8</b>	318-428-537
<b>F9</b>	319-429-538
<b>F10</b>	320-430-539
<b>F11</b>	321-431-540
<b>F12</b>	311-421-530

**4.4.1. Color sensorial.****Tabla 71.** Color sensorial de las formulaciones de Cupcakes.

FORMULACIONES DE CUPCAKES												
JUECES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	5
2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3
3	2	4	2	2	3	3	2	3	2	3	3	1
4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4
5	4	4	4	4	5	3	5	5	5	4	4	4
6	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4
7	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4
8	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
9	5	3	4	3	2	3	3	3	3	2	3	3
10	3	4	4	4	3	3	4	5	3	4	4	3

11	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
12	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3
13	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5
14	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
16	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4
17	5	5	5	4	5	3	4	4	5	5	3	3
18	2	5	2	2	4	4	3	5	3	3	2	3
19	4	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4
20	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3
25	4	3	4	3	4	2	3	3	3	3	3	3
26	4	5	5	4	5	2	4	4	3	4	4	4
27	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4
28	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
29	4	4	4	4	3	5	3	3	4	4	4	4
30	4	4	5	4	3	5	5	4	4	5	5	5
$\Sigma$	117	123	121	114	121	108	118	117	115	117	117	115
<b>PROMEDIO</b>	3.9	4.1	4.03	3.8	4.03	3.6	3.93	3.9	3.83	3.9	3.9	3.83

**Tabla 72.** *Análisis de Varianza Color sensorial*

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Significación
<b>Tratamiento</b>	11	5.564	0.506	0.793	1.823 <sub>(5%)</sub> / 2.311 <sub>(1%)</sub>	F <sub>c</sub> < F <sub>t</sub> "SI"
<b>Error Experimental</b>	348	221.902	0.638			
<b>Total</b>	359	227.466				

En este caso, el  $F_c < F_t$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  y se rechaza la alterna.

$H_0$ : Todas las medias de los tratamientos son iguales entre sí, existe significancia.

$H_1$ : Existe al menos uno que es diferente a los demás, no son significativos o existe diferencia significativa.

Los carotenoides muy sensibles a la oxidación, especialmente en reacciones de fotooxidación con el oxígeno singlete. También se oxidan en presencia de lipoxigenasas, pero no de forma directa,

sino por reacción con los hidroperóxidos. Las reacciones de oxidación dan lugar a la pérdida de color. Generalmente, existe una gran dependencia entre la velocidad de oxidación y el ambiente en el que se encuentran. Dentro de los alimentos, los carotenoides son más resistentes a la oxidación que en materiales pulverizados y secos, o en extractos. (Calvo, 2016)

#### 4.4.2. Olor sensorial.

**Tabla 73.** *Olor sensorial de las formulaciones de Cupcakes*

<b>JUECES</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>	<b>F11</b>	<b>F12</b>
<b>1</b>	3	5	4	3	5	3	5	4	4	3	5	5
<b>2</b>	4	3	4	3	3	2	3	3	2	3	2	3
<b>3</b>	2	2	3	2	4	2	3	3	1	3	3	2
<b>4</b>	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4
<b>5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>6</b>	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4
<b>7</b>	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4
<b>8</b>	4	5	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4
<b>9</b>	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5	4
<b>10</b>	4	4	3	3	4	3	4	5	3	4	4	3
<b>11</b>	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4
<b>12</b>	3	4	3	3	3	2	3	4	3	4	4	3
<b>13</b>	4	3	4	2	4	3	2	2	3	4	4	3
<b>14</b>	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>15</b>	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
<b>16</b>	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	3
<b>17</b>	3	4	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4
<b>18</b>	4	5	3	3	3	5	4	4	3	2	4	4
<b>19</b>	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4
<b>20</b>	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4
<b>21</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>22</b>	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3
<b>23</b>	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4
<b>24</b>	3	3	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3
<b>25</b>	4	4	3	4	4	2	3	3	3	3	3	4
<b>26</b>	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	3	4
<b>27</b>	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4
<b>28</b>	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3

<b>29</b>	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4
<b>30</b>	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
$\Sigma$	110	123	115	109	117	101	112	111	107	114	114	113
<b>PROMEDIO</b>	3.667	4.1	3.833	3.633	3.9	3.367	3.733	3.7	3.567	3.8	3.8	3.767

**Tabla 74.** *Análisis de Varianza Olor sensorial*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabular</b>	<b>Significación</b>
<b>Tratamiento</b>	11	10.789	0.981	1.698	1.823(5%) / 2.311(1%)	Fc < Ft "SI"
<b>Error Experimental</b>	348	201.041	0.578			
<b>Total</b>	359	211.830				

En este caso, el  $F_c < F_t$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  y se rechaza la alterna.

$H_0$ : Todas las medias de los tratamientos son iguales entre sí, existe significancia.

$H_1$ : Existe al menos uno que es diferente a los demás, no son significativos o existe diferencia significativa.

Los ingredientes empleados en la elaboración del cupcakes presentan un aroma propio., por lo que el olor de la harina adicionada condicionará el aroma del producto final. Sin embargo, a lo largo del proceso de panificación (amasado y horneado) se producen una serie de reacciones que hacen que la masa se convierta en un producto alveolado, con tonalidades marrones, fácilmente digestible y con un sabor característico. La modificación de los tiempos y temperaturas de horneado, y la adición de enzimas o mejorantes impactan significativamente en la composición del aroma final del cupcakes (Urtasun, 2016)

### 4.4.3. Sabor sensorial.

**Tabla 75.** *Sabor sensorial de las formulaciones de Cupcakes.*

JUECES	FORMULACIONES DE CUPCAKES											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	3	5	4	4	5	4	5	3	4	4	4	5
2	4	4	3	2	3	2	4	3	3	3	3	4
3	2	4	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
4	5	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5
5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5
6	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4
7	4	4	1	3	3	4	3	4	1	3	3	4
8	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4
9	4	3	3	2	4	4	4	3	2	3	3	3
10	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	2	3
11	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4
12	4	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	3
13	2	3	5	4	4	3	3	2	3	5	2	4
14	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
16	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4
17	5	4	4	3	3	3	3	4	4	2	4	5
18	5	4	2	2	4	4	5	3	2	3	4	3
19	3	5	4	2	4	2	3	3	3	4	4	4
20	4	4	4	3	3	2	3	2	3	4	3	5
21	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
22	4	5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3
23	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4
24	3	4	3	2	4	2	3	4	3	3	4	3
25	5	4	4	4	5	3	5	4	4	4	4	4
26	3	5	3	3	4	2	3	2	2	2	3	5
27	4	4	4	3	3	3	4	3	4	5	3	3
28	3	5	4	4	4	3	5	4	3	3	4	4
29	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4
30	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$\Sigma$	113	124	108	103	115	102	116	105	105	114	109	121
<b>PROMEDIO</b>	3.767	4.133	3.6	3.433	3.833	3.4	3.867	3.5	3.5	3.8	3.633	4.033

**Tabla 76.** *Análisis de Varianza Sabor sensorial*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabular</b>	<b>Significación</b>
<b>Tratamiento</b>	11	18.408	1.673	2.348	1.823(5%)/ 2.311(1%)	Fc > Ft "NO"
<b>Error Experimental</b>	348	248.008	0.713			
<b>Total</b>	359	266.417				

En este caso, el  $F_c > F_t$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la alterna.

$H_0$ : Todas las medias de los tratamientos son iguales entre sí, existe significancia.

$H_1$ : Existe al menos uno que es diferente a los demás, no son significativos o existe diferencia significativa.

De esta manera se usó 2 test que permite interpretar y comparar medias, que son el test de TUKEY y DUNCAN.

➤ **HALLANDO PRUEBA DE DUNCAN**

*ORDEN DE MEDIAS EN FORMA ASCENDENTE:*

**Tabla 77.** *Puntajes según las formulaciones de los cupcakes.*

<b>FORMULACIONES</b>	<b>CÓDIGOS</b>
<b>F1</b>	3.767
<b>F2</b>	4.133
<b>F3</b>	3.600
<b>F4</b>	3.433
<b>F5</b>	3.833
<b>F6</b>	3.400
<b>F7</b>	3.867
<b>F8</b>	3.500
<b>F9</b>	3.500
<b>F10</b>	3.800
<b>F11</b>	3.633
<b>F12</b>	4.033

**Tabla 78.** Puntajes ordenados en forma ascendente

FORMULACIONES	CÓDIGOS
<b>F6</b>	3.400
<b>F4</b>	3.433
<b>F8</b>	3.500
<b>F9</b>	3.500
<b>F3</b>	3.600
<b>F11</b>	3.633
<b>F1</b>	3.767
<b>F10</b>	3.800
<b>F5</b>	3.833
<b>F7</b>	3.867
<b>F12</b>	4.033
<b>F2</b>	4.133

Hallando la constante de DUNCAN:

$$S_{yi} = \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}} \quad S_{yi} = 0.15412848$$

$r_{5\%} (2, 348) =$	2.7752	R2 =	0.42774
$r_{5\%} (3, 348) =$	2.9252	R3 =	0.45086
$r_{5\%} (4, 348) =$	3.0252	R4 =	0.46627
$r_{5\%} (5, 348) =$	3.0952	R5 =	0.47706
$r_{5\%} (6, 348) =$	3.1552	R6 =	0.48631
$r_{5\%} (7, 348) =$	3.1952	R7 =	0.49247
$r_{5\%} (8, 348) =$	3.2352	R8 =	0.49864
$r_{5\%} (9, 348) =$	3.2848	R9 =	0.50628
$r_{5\%} (10, 348) =$	3.2952	R10 =	0.50788
$r_{5\%} (11, 348) =$	3.3434	R11 =	0.51531
$r_{5\%} (12, 348) =$	3.3834	R12 =	0.52148

Comparando medias:

---

F1 - F6	0.367	<	R2	0.42774	NO
F2 - F1	0.367	<	R3	0.45086	NO
F2 - F4	0.700	>	R4	0.46627	Significativo
F2 - F7	0.267	<	R5	0.47706	NO
F2 - F8	0.633	>	R6	0.48631	Significativo
F2 - F9	0.633	>	R7	0.49247	Significativo
F2 - F12	0.100	<	R8	0.49864	NO
F3 - F1	-0.167	<	R3	0.45086	NO
F3 - F2	-0.533	<	R4	0.46627	NO
F3 - F4	0.167	<	R6	0.48631	NO
F3- F6	0.200	<	R7	0.49247	NO
F3 - F7	-0.267	<	R8	0.49864	NO
F3 - F8	0.100	<	R9	0.50628	NO
F3 - F9	0.100	<	R10	0.50788	NO
F3 - F10	-0.200	<	R12	0.52148	NO
F3 - F12	-0.433	<	R3	0.45086	NO
F4 - F1	-0.333	<	R2	0.42774	NO
F4 - F9	-0.067	<	R4	0.46627	NO
F5- F1	0.067	<	R2	0.42774	NO
F5 - F2	-0.300	<	R7	0.49247	NO
F5 - F3	0.233	<	R8	0.49864	NO
F5 - F4	0.400	<	R9	0.50628	NO
F5 - F7	-0.033	<	R4	0.46627	NO
F5 - F8	0.333	<	R2	0.42774	NO
F5 - F9	0.333	<	R3	0.45086	NO
F5 - F10	0.033	<	R6	0.48631	NO
F5- F12	-0.200	<	R7	0.49247	NO
F6 - F1	-0.367	<	R8	0.49864	NO
F7 - F1	0.100	<	R9	0.50628	NO
F7 - F4	0.433	<	R12	0.52148	NO
F7 - F6	0.467	<	R6	0.48631	NO
F7 - F8	0.367	<	R2	0.42774	NO
F7- F9	0.367	<	R3	0.45086	NO
F8 - F1	-0.267	<	R4	0.46627	NO
F8 - F4	0.067	<	R7	0.49247	NO
F8 - F9	0.000	<	R9	0.50628	NO

---

F9 - F1	-0.267	<	R7	0.49247	NO
F10 - F1	0.033	<	R2	0.42774	NO
F10 - F2	-0.333	<	R3	0.45086	NO
F10- F4	0.367	<	R4	0.46627	NO
F10 - F7	-0.067	<	R6	0.48631	NO
F10- F8	0.300	<	R9	0.50628	NO
F10 - F9	0.300	<	R11	0.51531	NO
F10 - F12	-0.233	<	R2	0.42774	NO
F12 - F1	0.267	<	R3	0.45086	NO
F12 - F4	0.600	>	R4	0.46627	NO
F12 - F6	0.633	>	R6	0.48631	Significativo
F12 - F7	0.167	<	R7	0.49247	NO
F12 - F8	0.533	>	R12	0.52148	Significativo
F12 - F9	0.533	>	R9	0.50628	Significativo

➤ **HALLANDO PRUEBA DE TUKE**

**Tabla 79.** Medias según las formulaciones de los cupcakes para la variable Sabor.

<b>FORMULACIONES</b>	<b>CÓDIGOS</b>
<b>F1</b>	3.767
<b>F2</b>	4.133
<b>F3</b>	3.600
<b>F4</b>	3.433
<b>F5</b>	3.833
<b>F6</b>	3.400
<b>F7</b>	3.867
<b>F8</b>	3.500
<b>F9</b>	3.500
<b>F10</b>	3.800
<b>F11</b>	3.633
<b>F12</b>	4.033

*Construir la matriz de diferencias entre todos los posibles pares de medias.*

**Tabla 80.** Diferencias entre los pares de medias de las diferentes formulaciones.

FORMULACIONES		2	5	3	7	11	10	8	1	12	9	4	6
FORMULACIONES	MEDIAS	4.1	4.03	4.03	3.93	3.9	3.9	3.9	3.9	3.83	3.83	3.8	3.6
<b>6</b>	<b>3.6</b>	0.50	0.43	0.43	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30	0.23	0.23	0.20	0
<b>4</b>	<b>3.8</b>	0.30	0.23	0.23	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03	0.03	0	
<b>9</b>	<b>3.83</b>	0.26	0.20	0.20	0.10	0.067	0.07	0.07	0.07	0	0		
<b>12</b>	<b>3.83</b>	0.26	0.20	0.20	0.10	0.067	0.06	0.06	0.06	0			
<b>1</b>	<b>3.9</b>	0.20	0.13	0.13	0.03	0	0	0	0				
<b>8</b>	<b>3.9</b>	0.20	0.13	0.13	0.03	0	0	0					
<b>10</b>	<b>3.9</b>	0.20	0.13	0.13	0.03	0	0						
<b>11</b>	<b>3.9</b>	0.20	0.13	0.13	0.03	0							
<b>7</b>	<b>3.93</b>	0.17	0.10	0.10	0								
<b>3</b>	<b>4.03</b>	0.07	0	0									
<b>5</b>	<b>4.03</b>	0.07	0										
<b>2</b>	<b>4.1</b>	0											

Se calcula  $w$ , la diferencia mínima significativa a un cierto nivel de significancia ( $\alpha$ ) dada por la siguiente expresión:

$$w = q(t, g, l, e, \alpha) \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}}$$

$$w = 0.7120$$

Como se puede observar, las diferencias que están entre el valor  $w$  son la formulación 2, 6 y la formulación 2 y 4

Los diferentes sabores que establecen los alimentos panaderos, mayormente está relacionado con la presencia de lipoxigenasa activa, que se encarga de producir la aparición de olores y sabores

desagradables. Por lo tanto, esta lipoxigenasa debe inactivarse mediante la acción de un calentamiento moderado. Las condiciones de esta inactivación enzimática han sido ampliamente estudiadas por diversos autores. (Alasino, 2015)

#### 4.4.4. Textura sensorial.

**Tabla 81.** *Textura sensorial de las formulaciones de Cupcakes.*

JUECES	FORMULACIONES DE CUPCAKES											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	4	4	4	3	4	4	5	4	3	3	5	5
2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4
3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3
4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5
5	3	3	3	4	3	3	5	3	5	4	3	5
6	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4
7	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3
8	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4
9	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	2	4
10	4	5	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3
11	2	5	3	2	3	2	4	1	3	3	2	4
12	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3
13	4	4	5	5	4	3	3	3	3	4	4	5
14	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
16	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	3	3	3	3	3	4	2	3	4
18	3	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4
19	3	4	2	3	3	2	4	2	3	3	2	3
20	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
21	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5
22	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4
23	4	3	4	4	4	4	5	3	3	3	3	5
24	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2
25	4	4	4	4	5	3	5	4	3	4	4	4
26	2	5	2	3	3	2	4	2	3	2	5	4
27	3	4	4	5	4	3	3	3	3	4	3	4
28	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4
29	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4

30	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4
$\Sigma$	109	123	108	107	109	99	113	103	107	106	106	120
<b>PROMEDIO</b>	3.633	4.1	3.6	3.566	3.633	3.3	3.766	3.433	3.566	3.533	3.533	4

**Tabla 82.** *Análisis de Varianza Textura sensorial*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabular</b>	<b>Significación</b>
<b>Tratamiento</b>	11	16.522	1.502	2.428	1.8227(5%) / 2.3109(1%)	Fc < Ft "NO"
<b>Error Experimental</b>	348	215.292	0.619			
<b>Total</b>	359	231.814				

En este caso, el  $F_c > F_t$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la alterna.

$H_0$ : Todas las medias de los tratamientos son iguales entre sí, existe significancia.

$H_1$ : Existe al menos uno que es diferente a los demás, no son significativos o existe diferencia significativa.

De esta manera se usó 2 test que permiten interpretar y comparar medias, que son el test de TUKEY y DUNCAN.

#### ➤ HALLANDO PRUEBA DE DUNCAN

*ORDEN DE MEDIAS EN FORMA ASCENDENTE:*

**Tabla 83.** *Puntajes según las formulaciones de los cupcakes.*

<b>FORMULACIONES</b>	<b>CÓDIGOS</b>
<b>F1</b>	3.630
<b>F2</b>	4.100
<b>F3</b>	3.600
<b>F4</b>	3.570
<b>F5</b>	3.630
<b>F6</b>	3.300
<b>F7</b>	3.767
<b>F8</b>	3.433
<b>F9</b>	3.567
<b>F10</b>	3.533
<b>F11</b>	3.533
<b>F12</b>	4.000

**Tabla 84.** Puntajes ordenados en forma ascendente

FORMULACIONES	CÓDIGOS
<b>F6</b>	3.300
<b>F8</b>	3.433
<b>F10</b>	3.533
<b>F11</b>	3.533
<b>F4</b>	3.567
<b>F9</b>	3.567
<b>F3</b>	3.600
<b>F1</b>	3.633
<b>F5</b>	3.633
<b>F7</b>	3.767
<b>F12</b>	4,000
<b>F2</b>	4.100

Hallando la constante de DUNCAN:

$$S_{yi} = \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}}$$

$$S_{yi} = 0.0206219$$

$r_{5\%} (2, 348) =$	2.7752	$R2 =$	0.39853
$r_{5\%} (3, 348) =$	2.9252	$R3 =$	0.42007
$r_{5\%} (4, 348) =$	3.0252	$R4 =$	0.43443
$r_{5\%} (5, 348) =$	3.0952	$R5 =$	0.44448
$r_{5\%} (6, 348) =$	3.1552	$R6 =$	0.45310
$r_{5\%} (7, 348) =$	3.1952	$R7 =$	0.45884
$r_{5\%} (8, 348) =$	3.2352	$R8 =$	0.46459
$r_{5\%} (9, 348) =$	3.2848	$R9 =$	0.47171
$r_{5\%} (10, 348) =$	3.2952	$R10 =$	0.47320
$r_{5\%} (11, 348) =$	3.3434	$R11 =$	0.48012
$r_{5\%} (12, 348) =$	3.3834	$R12 =$	0.48587

Comparando medias:

F1 - F6	0.333	<	R2	0.399	NO
F2 - F1	0.467	<	R3	0.42007	NO
F2 - F4	0.533	>	R4	0.43443	Significativo
F2 - F7	0.333	<	R5	0.44448	NO
F2 - F8	0.667	>	R6	0.45310	Significativo
F2 - F9	0.533	>	R7	0.45884	Significativo
F2 - F12	0.100	<	R8	0.46459	NO
F3 - F1	-0.033	<	R3	0.42007	NO
F3 - F2	-0.500	<	R4	0.43443	NO
F3 - F4	0.033	<	R6	0.45310	NO
F3- F6	0.300	<	R7	0.45884	NO
F3 - F7	-0.167	<	R8	0.46459	NO
F3 - F8	0.167	<	R9	0.47171	NO
F3 - F9	0.033	<	R10	0.47320	NO
F3 - F10	0.067	<	R12	0.48587	NO
F3 - F12	-0.400	<	R3	0.42007	NO
F4 - F1	-0.067	<	R2	0.39853	NO
F4 - F9	0.000	<	R4	0.43443	NO
F5- F1	0.000	<	R2	0.399	NO
F5 - F2	-0.467	<	R7	0.459	NO
F5 - F3	0.033	<	R8	0.46459	NO
F5 - F4	0.067	<	R9	0.47171	NO
F5 - F7	-0.133	<	R4	0.43443	NO
F5 - F8	0.200	<	R2	0.39853	NO
F5 - F9	0.067	<	R3	0.42007	NO
F5 - F10	0.100	<	R6	0.45310	NO
F5- F12	-0.367	<	R7	0.45884	NO
F6 - F1	-0.333	<	R8	0.46459	NO
F7 - F1	0.133	<	R9	0.47171	NO
F7 - F4	0.200	<	R12	0.48587	NO
F7 - F6	0.467	>	R6	0.45310	Significativo
F7 - F8	0.333	<	R2	0.39853	NO
F7- F9	0.200	<	R3	0.42007	NO
F8 - F1	-0.200	<	R4	0.43443	NO
F8 - F4	-0.133	<	R7	0.45884	NO
F8 - F9	-0.133	<	R9	0.47171	NO

F9 - F1	-0.067	<	R7	0.45884	NO
F10 - F1	-0.100	<	R2	0.39853	NO
F10 - F2	-0.567	<	R3	0.42007	NO
F10- F4	-0.033	<	R4	0.43443	NO
F10 - F7	-0.233	<	R6	0.45310	NO
F10- F8	0.100	<	R9	0.47171	NO
F10 - F9	-0.033	<	R11	0.48012	NO
F10 - F12	-0.467	<	R2	0.39853	NO
F12 - F1	0.367	<	R3	0.42007	NO
F12 - F4	0.433	>	R4	0.43443	NO
F12 - F6	0.700	>	R6	0.45310	Significativo
F12 - F7	0.233	<	R7	0.45884	NO
F12 - F8	0.567	>	R12	0.48587	Significativo
F12 - F9	0.433	<	R9	0.47171	NO

➤ **HALLANDO PRUEBA DE TUKEY**

**Tabla 85.** *Medias según las formulaciones de los cupcakes para la variable Textura.*

<b>FORMULACIONES</b>	<b>CÓDIGOS</b>
<b>F1</b>	3.633
<b>F2</b>	4.100
<b>F3</b>	3.600
<b>F4</b>	3.567
<b>F5</b>	3.633
<b>F6</b>	3.300
<b>F7</b>	3.767
<b>F8</b>	3.433
<b>F9</b>	3.567
<b>F10</b>	3.533
<b>F11</b>	3.533
<b>F12</b>	4.00

*Construir la matriz de diferencias entre todos los posibles pares de medias.*

**Tabla 86.** *Diferencias entre los pares de medias de las diferentes formulaciones.*

FORMULACIONES		2	12	7	5	1	3	9	4	11	10	8	6
FORMULACIONES	MEDIAS	4.1	4	3.76	3.63	3.63	3.6	3.56	3.56	3.53	3.53	3.43	3.3
F6	3.3	0.8	0.7	0.46	0.33	0.33	0.3	0.26	0.26	0.23	0.23	0.13	0
F8	3.43	0.66	0.56	0.33	0.2	0.2	0.16	0.13	0.13	0.10	0.1	0	
F10	3.53	0.56	0.46	0.23	0.1	0.1	0.06	0.03	0.03	0	0		
F11	3.53	0.56	0.46	0.23	0.09	0.09	0.06	0.03	0.03	0			
F4	3.56	0.53	0.43	0.2	0.06	0.06	0.03	0	0				
F9	3.56	0.53	0.43	0.2	0.06	0.06	0.03	0					
F3	3.6	0.5	0.4	0.16	0.03	0.03	0						
F1	3.63	0.46	0.36	0.13	0	0							
F5	3.63	0.46	0.36	0.13	0								
F7	3.76	0.33	0.23	0									
F12	4.00	0.1	0										
F2	4.10	0											

Se calcula  $w$ , la diferencia mínima significativa a un cierto nivel de significancia ( $\alpha$ ) dada por la siguiente expresión:

$$w = q(t, g, l, e, \alpha) \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}} \quad w = 0.663447$$

Se observan, las diferencias que están entre el valor  $w$  son las formulaciones 2, 6 y 2, 8 .

La temperatura de la masa al final del amasado juega un papel importante tanto en el equilibrio y en la fuerza de las masas como en el horneado. Es indispensable conducir la masa, al final del amasado a la temperatura ideal, que puede oscilar entre 22° y 27° C., dependiendo del grado de mecanización siendo lo óptimo 22°C en los procesos más mecanizados, y los 27° en los procesos más artesanos. Factor importante para la calidad del cupcakes. La temperatura de la masa puede influir en dos formas sobre la fuerza de la misma. A partir de 25°C. Va aumentando proporcionalmente la fuerza y la tenacidad. Por el contrario, con temperaturas inferiores a los 25°C. Aumenta la extensibilidad, disminuye la fuerza, de tal forma que si la temperatura es extremadamente baja producirá en la masa una gran debilidad lo que provocará ampollas (burbujas en la corteza de los cupcakes). (Flecha, 2015).

## V. CONCLUSIONES

- El reemplazo parcial de harina de trigo por las harinas de garbanzo y cascara de huevo se pueden realizar sin inconvenientes y fue aceptado por los consumidores, lo cual permiten que los cupcakes son una opción de mejor calidad nutricional para la población en general.
- Se obtuvo de las tres harinas empleadas para la elaboración de cupcakes la siguiente composición: harina de trigo(14.1% de humedad,10.9 de proteína,0.53% de ceniza,0.81% de grasa cruda,73.70 de carbohidratos,2.35% de fibra);harina de garbanzo(10.53% de humedad,19.02% de proteína,2.66% de cenizas,4.58% de grasa cruda,63.2 de carbohidratos,2.40% de fibra);harina de cáscara de huevo(2.14% humedad, 84.9% ceniza, grasa cruda 0.1%, carbohidratos 6.5%).
- Las características de acidez, granulometría y actividad de agua para las tres harinas empleadas, fueron las siguientes: harina de trigo(% de acidez 0.044,0.577 de actividad de agua y un 99.9% de harina que pasa por el tamizador #18);harina de garbanzo (% de acidez 0.093,0.524 de actividad de agua y un 99.87% de harina que pasa por el tamiz #18 );harina de cáscara de huevo(%de acidez 0.008,0.578 de actividad de agua y un 99.87% que pasa por el tamiz #18).
- Según el análisis reológico evaluado a la harina de trigo por farinografía se obtiene un tiempo de desenvolvimiento de la masa de 2.04 minutos este es el tiempo que tarda en formarse la masa y en llegar a 500 UB, lo cual indica que es una harina suave para pastelería; por extensografía nos muestra que a mayor tiempo de reposo presenta una mayor energía o área total de la curva a 30, 60 y 90 minutos tenemos un área de 137, 165 y 173  $cm^2$  respectivamente.
- Los parámetros organolépticos de sabor, textura. olor y color tuvieron alta diferencia significativa para cada formulación de cupcakes. Porcentaje de sustitución de Harina de Garbanzo mayores a 13% mejoran sus atributos, no obstante, porcentajes mayores a 1% de Harina de cáscara de Huevo tienen un efecto negativo sobre estos atributos.

- La adición de harina de garbanzo y harina de cascara de huevo en diferentes sustituciones trae consigo un efecto sobre la masa pastelera en la elaboración del cupcakes, lo cual da lugar a diversos cambios en parámetros de la calidad del cupcakes, como en este caso el volumen específico (la relación. ancho/alto).
- Según el análisis fisicoquímico realizados entre la muestra patrón y la muestra óptima, la muestra óptima tuvo un aumento de porcentaje de proteína del 0.74%, esto gracias a la sustitución de la harina de garbanzo rica en lisina.
- Según la prueba de aceptabilidad sensorial a 30 personas La mejor formulación cupcake (F2) es la más aceptable en el análisis, está constituida con 13% de harina de garbanzo y 1% de harina de cascara de huevo. La F2 está compuesta por 14.7 %de grasa ,7.3% de proteína, 2.2% de cenizas, 18.4% de humedad y 0.3% de fibra cruda.
- Los mejores valores de aceptación de colorimetría según el análisis de datos del programa STATGRAPHIC CENTURION XVI.II; se dan en condiciones de entre 15% de Harina de Garbanzo y de 4% de Harina de Cáscara de huevo la cual corresponde a la formulación 6.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Seguir estudiando el uso de las harinas de garbanzo y cáscara de huevo para otro tipo de productos de panificación, por su contenido en proteínas.
- Es necesario seguir dando énfasis al estudio de harinas sustitutas, ya sean harinas de desechos industriales de algunos productos autóctonos de la región como la cascara del mango, cascara de maracuyá y cascara de camote, innovando en la industria alimentaria.
- Realizar un análisis biológico completo teniendo en cuenta la digestibilidad de los cupcakes.
- Realizar un análisis de espectroscopia de absorción atómica, para determinar el contenido de calcio.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBRO (antología o compilación)

- ✓ Alvarado Fernández, S. (s.f.). *El origen de los cloroplastos en las hojas de "Cicer arietinum"*. MADrid: Jiménez y Molina.
- ✓ Alvarez -Jubete, L., Arendt, E., & Gallagher, E. (2017). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of..*
- ✓ Bautista, R. J. (2015). *Calidad de la cosecha de trigo en México*. México: Sta. Cruz.
- ✓ Bullich, J. A., & Ramírez, S. C. (2014). *Microeconometría: Introducción y aplicaciones con software econométrico para excel*. Barcelona.
- ✓ Carballido, D., Martínez, G., Acevedo, J., & Bautista, J. (2015). *Análisis fisicoquímicos de harinas*. México.
- ✓ Castaño, V. P. (2015). *Elaboraciones básicas y platos elementales con hortalizas, legumbres secas , pastas , arroces y huevos*. España: Paraninfo S.A.
- ✓ Chagman, G. P. (2015). *Sustitución parcial de harina de trigo Triticum aestivum L. por harina de kiwicha Amaranthus caudatus L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan*. Lima: Rev.Soc.Química.
- ✓ Hernández-Bravo, G. (2016). *Investigación para la producción de haba, lenteja, arveja y garbanzo en la subregión andina*. Quito: PROCIANDINO.
- ✓ Lásztity, R. (2014). *La química del cereal*. Boca Raton: CRC.
- ✓ Lyanne, V. E., Eddy, L. B., & Jerónimo, L. M. (2015). *Granulación de harinas*. Huaraz.
- ✓ Molina, L. D. (2014). *Estudio de la fermentación en panes funcionales, reducidos en grasas, carbohidratos y sal*. Buenos Aires.
- ✓ Muller, H., & G., T. (2016). *Nutrición y ciencia de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.

- ✓ Palmer, G. (2014). Ciencia de los cereales y tecnología. Aberdeen: AUP.
- ✓ Pando, I. A. (2016). El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos. Lima.
- ✓ Ramirez, W. (2015). Cálculo del indicador de apoyo al sector Agropecuario peruano 1986-1993. Lima: Publicaciones Miscelaneas.
- ✓ Sandoval, M. (2015). INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO. Madrid: Everest, S. A.
- ✓ Serra, L. &. (2016). Nutrición y salud pública(Métodos , bases científicas y aplicaciones). Barcelona(España): Elsevier.

#### **Artículo de revista electrónica**

- ✓ (NTP), N. T. (1985). Harinas Sucedáneas. ITINTEC.204.045.
- ✓ Abu Sabbah, S. (2014). El garbanzo: rico en fibra, calcio, hierro y bajo en sodio. Lima: RPP Noticias.
- ✓ Alasino, M. C. (2015). Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. Archivos Americanos de Nutrición.
- ✓ Arroyave, O. (2014). Cáscara de huevo. Santiago de Cali.
- ✓ FAO, C. a. (2015). Norma del Codex para la Harina de Trigo.
- ✓ Flecha, M. (2015). Procesos y técnicas de panificación.
- ✓ M.G., R. (2017). Tecnología de cereales. España.
- ✓ (2016). Norma ASTM .
- ✓ Prieto, B. (2015). Cupcakes.
- ✓ Urtasun, L. (2016). Importancia del estudio del aroma en el pan.
- ✓ Velsid, V. (2015). Sustitutos saludables para masas horneadas.

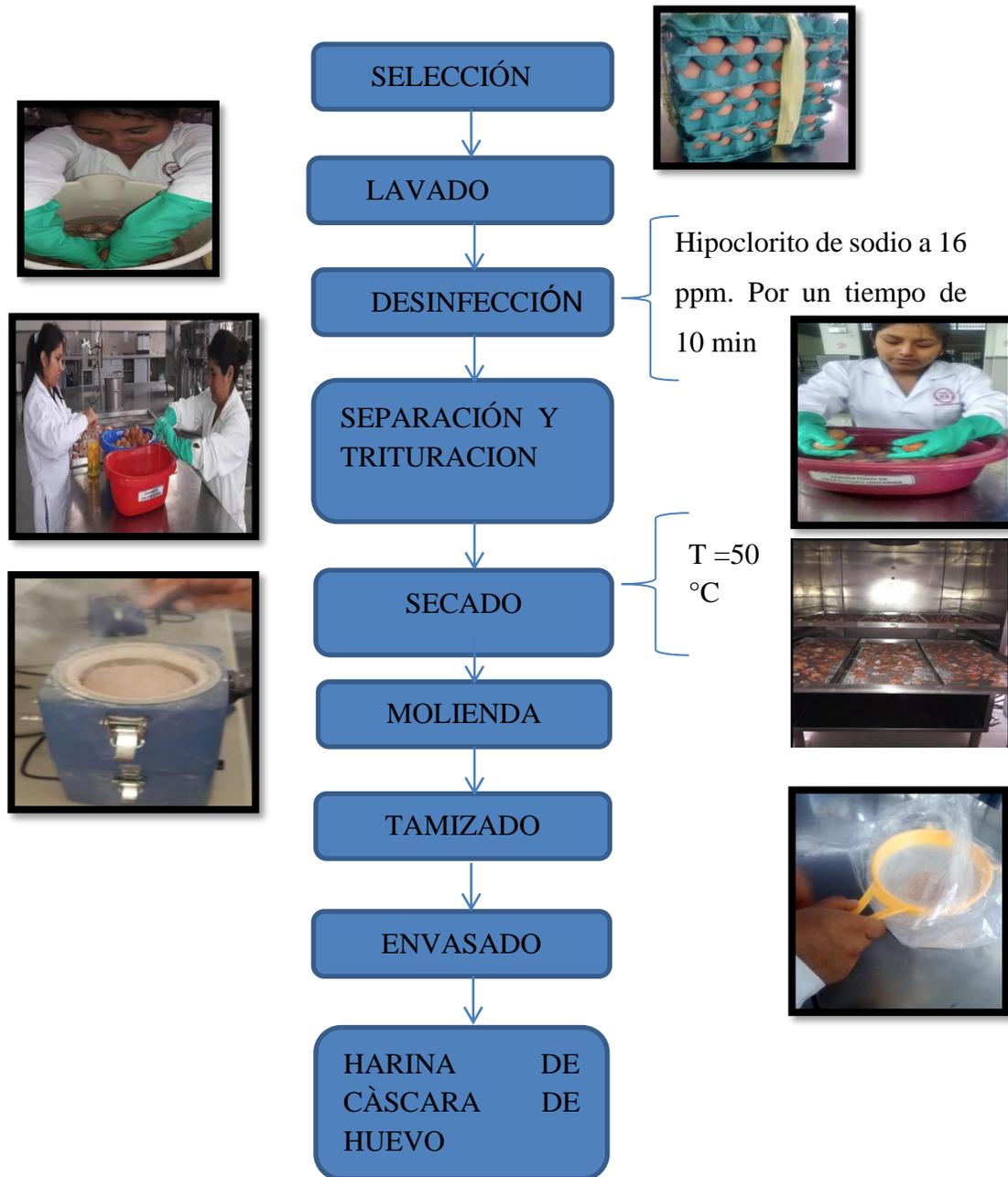
#### **Página web**

- ✓ Aguilar, J. (26 de Julio de 2017). Obtenido de [https://furopedia.fandom.com/es/wiki/Toxicidad\\_de\\_las\\_legumbres](https://furopedia.fandom.com/es/wiki/Toxicidad_de_las_legumbres).
- ✓ Alija, J. (18 de Julio de 2015). El Trigo. Obtenido de <http://www.joseanalija.com/trigo/>.
- ✓ Calvo, M. (2016). Bioquímica de los alimentos. Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html>.
- ✓ Merino, u. P. (25 de AGOSTO de 2017). Definición de Cupcake. Obtenido de <https://definicion.de/cupcake/>.
- ✓ Muro, A. M. (viernes de julio de 2017). El trigo. Obtenido de <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>.
- ✓ Propiedades alimentarias de los garbanzos. (s.f.). Obtenido de <http://www.botanical-online.com/garbanzospropiedadesalimentarias.htm>
- ✓ propiedades de la cáscara de huevo. (s.f.). Obtenido de <http://www.botanical-online.com/cascaradehuevopropiedades.htm>.

Sustituir la harina de trigo por la de garbanzos en los bizcochos. (6 de Junio de 2007). Obtenido de <http://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/ripesense-etiqueta-que-mide-el-grado-de-maduracion-de-la-fruta>

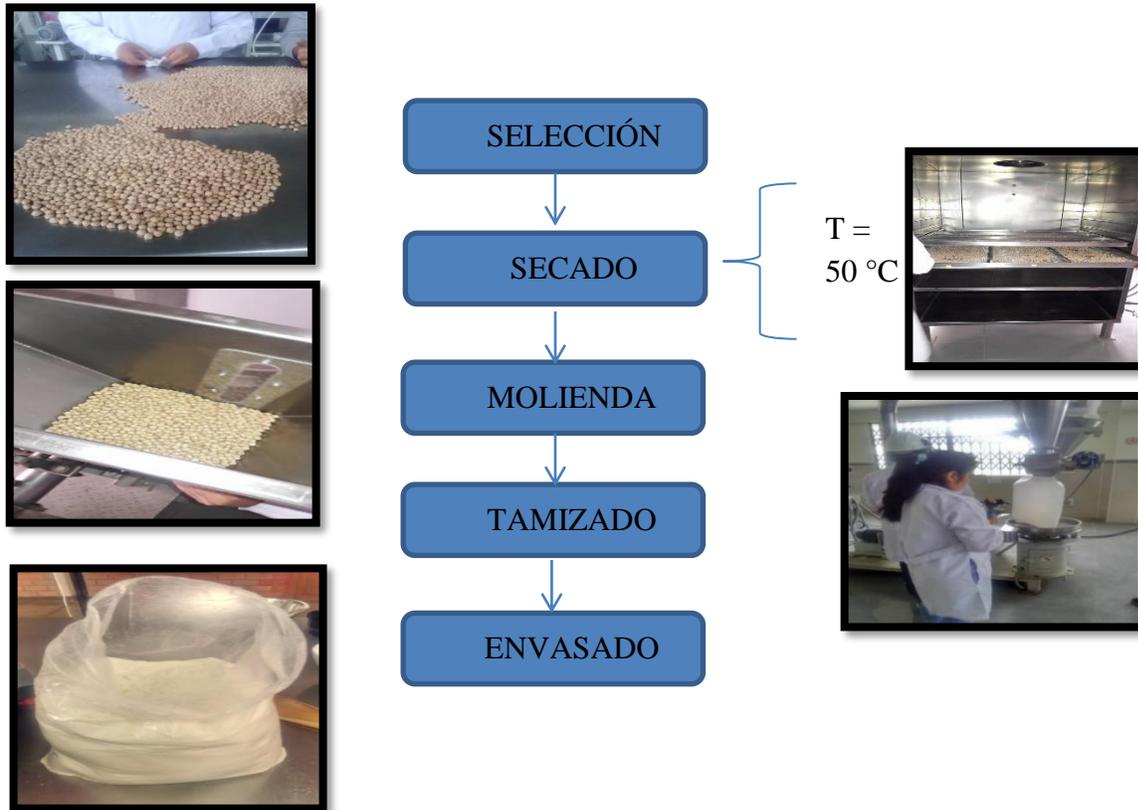
# ANEXOS

## ANEXO A: Obtención de la harina de cáscara de huevo y garbanzo.



**Diagrama 1.** Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de cáscara de huevo

## Obtención de la harina de Garbanzo



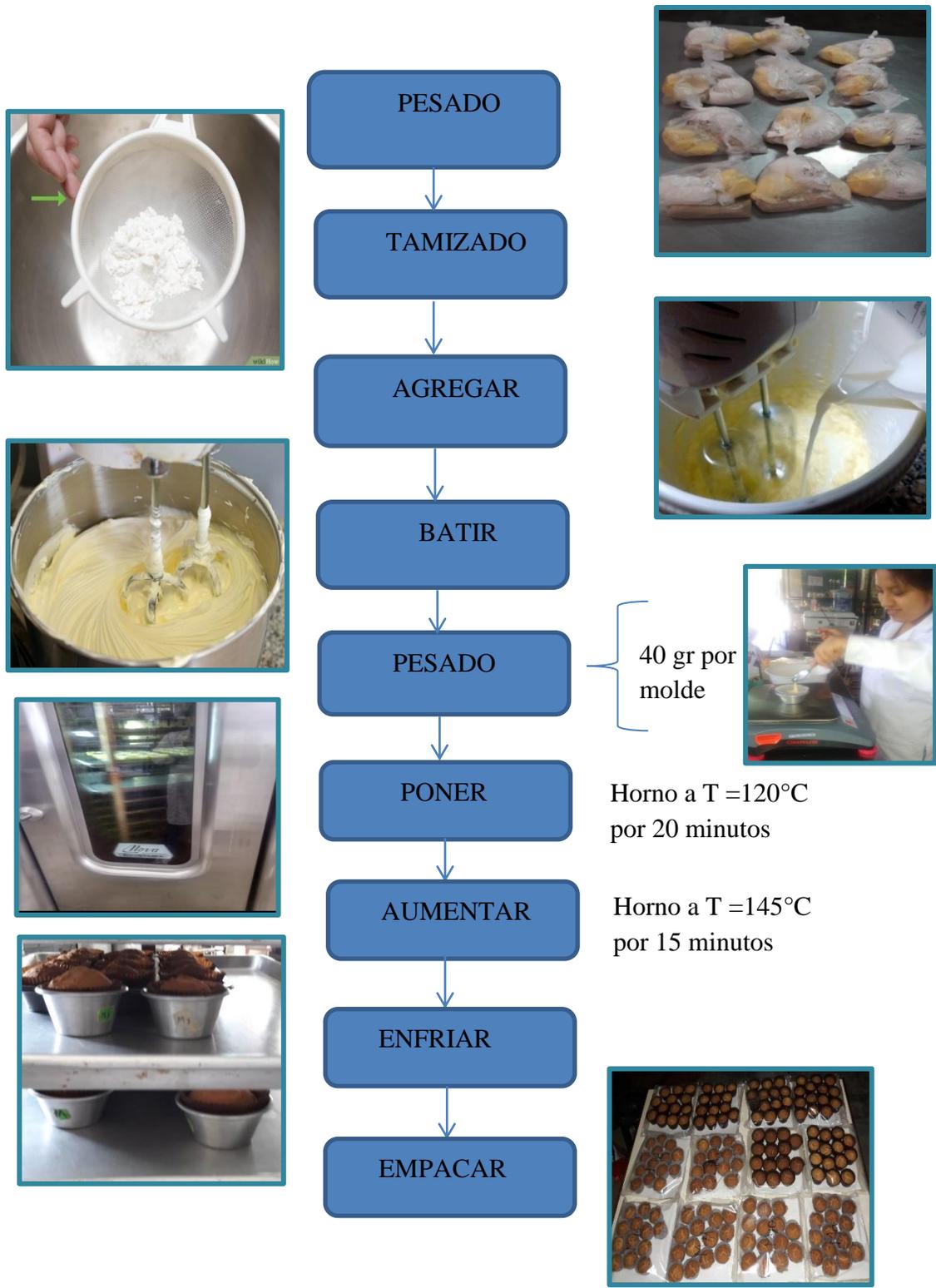
**Diagrama 2.** Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de garbanzo.

## ANEXO B: Preparación de los cupcakes

*Tabla 87. Tabla de ingredientes y cantidades*

	INGREDIENTES	CANTIDAD (g)	(%)
Para 14 cupcakes de 50g.	Harina	250	100.00%
	Azúcar	150	60.00%
	Huevos	100	40.00%
	Margarina	125	50.00%
	Leche	100	40.00%
	Polvo Hornear	5	2.00%
	Emulsionante	1.25	0.50%
	Antimoho	0.625	0.25%
	TOTAL	731.875	

❖ Para cada sustitución se remplazará un porcentaje de harina, hasta el 20% que es lo permitido.



**Diagrama 3.**Preparación de cupcakes.

**ANEXO C: Análisis fisicoquímico**

**MÈTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN LA MATERIA PRIMA**

**MÈTODO POR SECADO DE ESTUFA:**



**MÈTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA**



# DETERMINACIÓN DEL CALCIO EN LA HARINA DE CÁSCARA DE HUEVO



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



## INFORME DE ENSAYOS

N° 005198-2018

SOLICITANTE : CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR  
DIRECCIÓN LEGAL : PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
RUC : 46462548 Teléfono : 952065737  
PRODUCTO : KEKE CON CASCARA DE HUEVO  
NUMERO DE MUESTRAS : Uno  
IDENTIFICACIÓN/MTRA : MUESTRA CON: HARINA DE GARBANZO, HARINA DE CASCARA DE HUEVO Y HARINA DE TRIGO  
CANTIDAD RECIBIDA : 206,2 g (+envase)de muestra proporcionado por el solicitante  
MARCA(S) : S.M  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado  
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 002984-2018  
REFERENCIA : PERSONAL  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2018  
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO  
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

### RESULTADOS:

#### ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Calcio (mg /kg de muestra original)	3549,03	3547,73	3550,34

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1.- AOAC 985.35 Cap. 50, Pág. 15-17, 20th Edition 2016

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 07/06/2018 Al 14/06/2018.

#### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 14 de Junio de 2018



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Mg. Guim. Mary Flor Césare Coral  
DIRECTORA TÉCNICA  
C.Q.P. N° 835

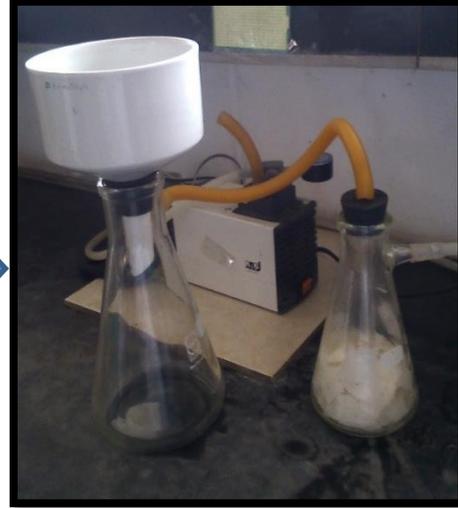
Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

**MÈTODU PARA DETERMINACIÒN DE GRASA (DET-GRAS N EXTRACTOR DE GRASAS Y ACEITES)**



## MÈTODU PARA DETERMINACIÒN DE FIBRA



## MÈTODU PARA LA DETERMINACIÒN DE LA CENIZA



# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN LA HARINA DE TRIGO.



## LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



### INFORME DE ENSAYOS

N° 03612-2018

**SOLICITANTE** : CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR  
**DIRECCIÓN LEGAL** : PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
 RUC: 46462548 Teléfono: 952065737  
**PRODUCTO** : HARINA DE TRIGO  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : S.I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 691,4 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa plástica cerrada.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S N°EN-001958-2018  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 19/04/2018  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica.

### RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa)	2,1	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	12,6	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	73,7	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	345,6	---	---
5.- Proteínas (g/100 g de muestra original)(Factor:6,25)	10,9	10,90	10,81
6.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	0,5	0,50	0,55
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	85,3	---	---
8.- Grasa (g/100 g de muestra original)	0,8	0,82	0,80
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	14,1	14,13	14,14
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	2,4	2,4	2,3

### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- AOAC 935.39 (C) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 6.- AOAC 935.39 (B) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 935.39 (D) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 9.- NTP 206.011:1981 (Revisada al 2016)
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 19/04/2018 Al 27/04/2018.

### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

La Molina, 27 de Abril 2018



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM  
  
 Ing. Mg. Sc. Alejandrina Sotelo Méndez  
 DIRECTORA EJECUTIVA (e)  
 CIP N° 112405

Pág. 1/1

La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN LA HARINA DE GARBANZO.



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



## INFORME DE ENSAYOS

N° 03614-2018

**SOLICITANTE** : CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR  
**DIRECCIÓN LEGAL** : PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
 RUC: 46462548 Teléfono: 952065737  
**PRODUCTO** : HARINA DE GARBANZO  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : S.I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 663 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa plástica cerrada.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S N°EN-001961-2018  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 19/04/2018  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica.

### RESULTADOS:

#### ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa)	11,2	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	20,5	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	63,2	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	370,2	---	---
5.- Proteínas (g/100 g de muestra original)(Factor:6,25)	19,0	19,03	19,00
6.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	2,7	2,67	2,65
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	68,3	---	---
8.- Grasa (g/100 g de muestra original)	4,6	4,61	4,58
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	10,5	10,52	10,53
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	2,4	2,40	2,39

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- AOAC 920.87 Cap. 32, Pág. 14, 20th Edition 2016
- 6.- AOAC 923.03 Cap. 32, Pág. 2, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 20th Edition 2016
- 9.- AOAC 925.10 Ed. 20 Cap. 32, Pág. 1, 2016
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 19/04/2018 Al 27/04/2018.

#### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

La Molina, 27 de Abril 2018



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM

Ing. Mg. Sc. Alejandrina Sotelo Méndez  
DIRECTORA EJECUTIVA (e)

Av. La Molina S/N (frente a la puerta de Ejecutivos) Universidad Agraria - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495540 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
 E-mail: [mkkg@lamolina.edu.pe](mailto:mkkg@lamolina.edu.pe) - Pagina Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal) - [f](#) la molina calidad total

Pág. 1/1

# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN LA HARINA DE CÁSCARA DE HUEVO.



## LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



### INFORME DE ENSAYOS

N° 03613-2018

**SOLICITANTE** : CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR  
**DIRECCIÓN LEGAL** : PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
 RUC: 46462548 Teléfono: 952065737

**PRODUCTO** : HARINA DE CASCARA DE HUEVO  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : S.I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 654,7 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa plástica cerrada.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S N°EN-001959-2018  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 19/04/2018  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica

### RESULTADOS:

#### ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa)	1,7	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	48,0	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	6,5	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	51,7	---	---
5.- Proteínas (g/100 g de muestra original)(Factor:6,25)	0,2	0,29	0,20
6.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	85,1	85,16	84,98
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	50,3	---	---
8.- Grasa (g/100 g de muestra original)	0,1	0,11	0,10
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	2,1	2,12	2,14
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,0	0,0	0,0

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- AOAC 978.04 (A) Cap. 3, Pág.287, 20th Edition 2016
- 6.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 28, 20th Edition 2016
- 9.- AOAC 930.09 Ed 20 Cap. 3, Pág. 1 2016
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 19/04/2018 Al 27/04/2018.

#### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

La Molina, 27 de Abril 2018



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Ing. Mg. Sr. Alejandrina Sotelo Mendez  
 DIRECTORA EJECUTIVA (e)  
 CIP. N° 112405

Pág. 1/1

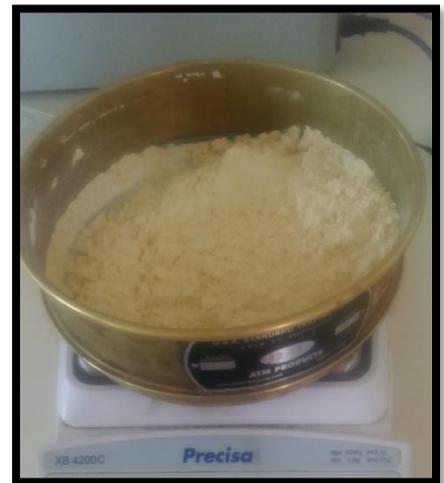
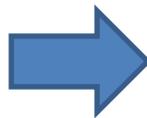
Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794

E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

## MÈTODO DE COLORIMETRÀ INSTRUMENTAL



## MÈTODO DE DETERMINACIÒN DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



## MÈTODO DE DETERMINACIÒN DE VOLUMEN ESPECÌFICO



**ANEXO D:** Ficha de evaluación sensorial

**Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad**

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Evalúe las muestras de “Cupcakes” en sus atributos de **Color, Olor, Sabor, Textura**. Marque con un aspa en el recuadro donde corresponda.

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5	1	Muy desagradable
	Olor	1	2	3	4	5	2	Desagradable
	Sabor	1	2	3	4	5	3	Regular
	Textura	1	2	3	4	4	4	Agradable
							5	Muy agradable

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	4

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	4

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	4

Evaluación de Atributos

N°
Muestra

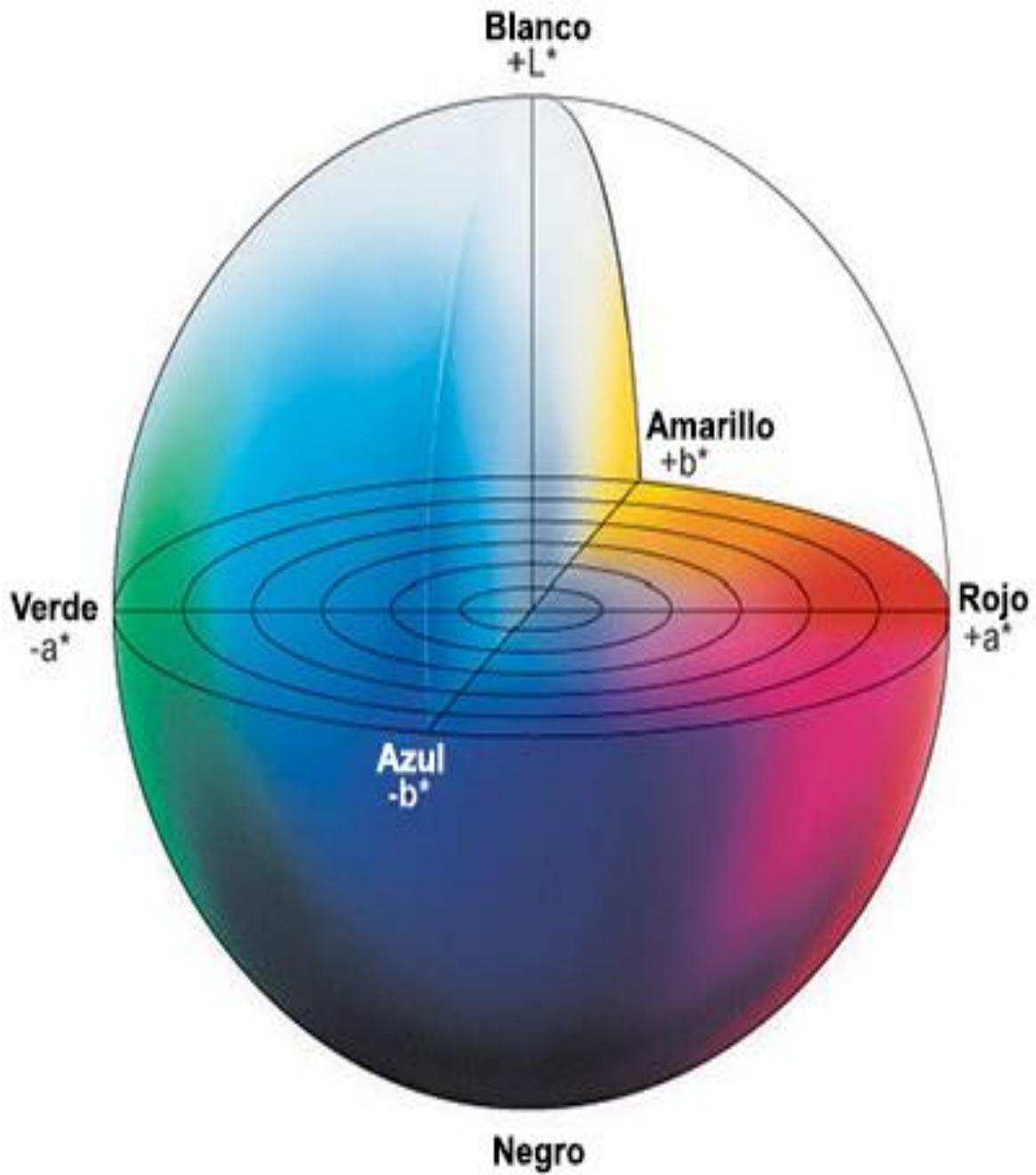
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	4

Evaluación de Atributos

N°
Muestra

Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	4

ANEXO E: Sistemas de colores CIE Lab



*Ilustración 1.* Sistema de colores CIE Lab.

**ANEXO F: Análisis fisicoquímicos a la mejor formulación y a el control**

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL CUPCAKE ÓPTIMO.**



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° 003597-2018**

SOLICITANTE

: CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR

DIRECCIÓN LEGAL

: PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
RUC : 46462548 Teléfono : 952065737

PRODUCTO

: KEKE CON CASCARA DE HUEVO

NUMERO DE MUESTRAS

: Uno

IDENTIFICACIÓN/MTRA

: MUESTRA CON: HARINA DE GARBANZO, HARINA DE CASCARA DE HUEVO Y HARINA DE TRIGO

CANTIDAD RECIBIDA

: 821,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.

MARCA(S)

: S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN

: Envasado, la muestra ingresa en envase sellado.

SOLICITUD DE SERVICIOS

: S/S N°EN- 001956 -2018

REFERENCIA

: PERSONAL

FECHA DE RECEPCIÓN

: 19/04/2018

ENSAYOS SOLICITADOS

: FÍSICO / QUÍMICO

PERÍODO DE CUSTODIA

: 10 Días, a partir de la fecha de recepción

**RESULTADOS:**

**ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:**  
**ALCANCE: N.A.**

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	33,8	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	7,5	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	57,4	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	391,1	---	---
5.- Proteína Cruda (g/100 g de muestra original)(Factor: 6,25)	7,3	7,29	7,29
6.- Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	2,2	2,21	2,20
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	58,7	---	---
8.- Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	14,7	14,67	14,69
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	18,4	18,43	18,45
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,3	0,30	0,32

**MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:**

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- AOAC 935.39 (C) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 6.- AOAC 935.39 (B) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 935.39 (D) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 9.- NTP 206.011:1981 (Revisada al 2016)
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

**FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS:** Del 19/04/2018 Al 27/04/2018.

**ADVERTENCIA:**

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM**  
**Dirección Técnica**  
**Ing. Mg. Sc. Alejandrina Sotelo Méndez**  
**DIRECTORA EJECUTIVA**  
**CIP N° 312495**

La Molina, 27 de Abril de 2018

Pág. 1/1

Av. La Molina 3539 (frente a la puerta de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
Tel.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL CUPCAKE PATRÓN



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



## INFORME DE ENSAYOS

N° 003598-2018

**SOLICITANTE** : CARBAJAL ROMERO GUISELA PILAR  
**DIRECCIÓN LEGAL** : PUEBLO JOVEN CESAR VALLEJO JR. MARAÑON LOTE 2 - CHIMBOTE  
 RUC : 46462548 Teléfono : 952065737  
**PRODUCTO** : KEKE SIN CASCARA DE HUEVO  
**NUMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : MUESTRA SIMPLE  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 796,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S N°EN- 001957 -2018  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 19/04/2018  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO / QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : 10 Días, a partir de la fecha de recepción

### RESULTADOS:

#### ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	35,1	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	6,7	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	57,2	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	392,9	---	---
5.- Proteína Cruda (g/100 g de muestra original)(Factor: 6,25)	6,6	6,65	6,55
6.- Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	1,7	1,70	1,71
7.- % Keal. proveniente de Carbohidratos	58,2	---	---
8.- Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	15,3	15,27	15,30
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	19,2	19,20	19,17
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,1	0,10	0,16

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- AOAC 935.39 (C) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 6.- AOAC 935.39 (B) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 935.39 (D) Cap. 32, Pág. 77, 20th Edition 2016
- 9.- NTP 206.011:1981 (Revisada al 2016)
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 19/04/2018 Al 27/04/2018.

#### ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

*Alejandrina Sotelo Méndez*  
 Ing. Mg. Sc. Alejandrina Sotelo Méndez  
 DIRECTORA EJECUTIVA (e)  
 CIP N° 112495

La Molina, 27 de Abril de 2018

Pág. 1/1

La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

**MÉTODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA EN LA MEJOR  
FORMULACIÓN DE CUPCAKE Y EN EL CUPCAKE CONTROL**



**Ilustración 2.** Equipo analizador de actividad de agua



### DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo,

Joseline Antuaneth López Curi, egresada de la Universidad Nacional del Santa –  
Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	x
Escuela Profesional:	Ingeniería Agroindustrial					
Departamento Académico:	Ingeniería					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN LA ELABORACIÓN y EVALUACIÓN DE CUPCAKES”

presentado en 130 folios , para la obtención del Grado académico: ( )

Título profesional: ( x ) Investigación anual: ( )

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 11 de Junio de 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Joseline Antuaneth López Curi

DNI:47314451

**TA: Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exige a tesisas e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.**



### DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Emily Victoria Palma Rosas, egresada de la Universidad Nacional del Santa – Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	x
Escuela Profesional:	Ingeniería Agroindustrial					
Departamento Académico:	Ingeniería					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		
Programa:	.					

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

"SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) Y HARINA DE CASCARA DE HUEVO EN LA ELABORACIÓN y EVALUACIÓN DE CUPCAKES"

presentado en 130 folios, para la obtención del Grado académico: ( )

Título profesional: ( x ) Investigación anual: ( )

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 11 de Junio de 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Emily Victoria Palma Rosas

DNI:70124770

TA: **Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesis y a investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.**