

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA
DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE
CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y HARINA
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa* W.) EN LAS
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES
DE CUPCAKE”.**

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

PRESENTADO POR :

Bach. VASQUEZ ACOSTA PAUL ANTHONY

ASESOR:

Dr. MORENO ROJO CESAR

Nuevo Chimbote, Octubre de 2018

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



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado **“EFECTO DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*triticum Aestivum*), POR HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*pasiflora edulis*) Y HARINA DE QUINUA (*chenepodium Quinoa W.*) EN LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKE”**, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por el Bach. PAUL ANTHONY VASQUEZ ACOSTA, que tienen como asesor al docente Dr. CESAR MORENO ROJO designado por resolución decanal 129-2018-UNS-DFI, ha sido revisado y aprobado el día 04 de Diciembre del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N°596-2018-UNS-CFI:


M.Sc. Saúl Eusebio Lara

Presidente


Dr. Cesar Moreno Rojo

Secretario


Ing. Vicente Carranza Varas

Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 6:00 p.m del 04 de diciembre del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 596-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M.Sc. Saúl Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Secretario)
- **Ing. Vicente Carranza Varas** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTO DE LA SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*triticum Aestivum*), POR HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*pasiflora edulis*) Y HARINA DE QUINUA (*chenopodium Quinoa W.*) EN LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKE”, elaborado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **Paul Anthony Vásquez Acosta**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dr. Cesar Moreno Rojo.**

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

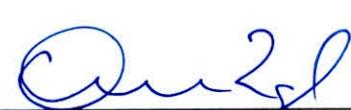
El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Paul Anthony Vásquez Acosta	19	EXCELENTE

Siendo las 07:20 pm del mismo día se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 04 de diciembre del 2018


 M.Sc. Saúl Eusebio Lara
Presidente


 Dr. Cesar Moreno Rojo
Secretario


 Ing. Vicente Carranza Varas
Integrante

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mi madre Nancy Edith Acosta García que siempre me apoya incondicionalmente en la parte moral y económica para así poder llegar a ser un profesional de éxito.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Finalmente, a alguien especial en mi vida Lucero Avalos Suárez, que siempre está conmigo en todo momento y seguirá estando, porque Dios nos tiene preparado un futuro juntos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a DIOS por darme salud y guiarme en este constante camino, a la universidad UNS por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante el día a día.

Agradezco también a mi asesor de Tesis el Dr. Cesar Moreno Rojo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y su conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias a la amistad y compañerismo y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Objetivos.	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.4. Formulación de la Hipótesis.	7
1.5. Justificación	7
1.6. Limitaciones del trabajo	8
II. MARCO TEÓRICO.	9
2.1. Aspectos generales sobre cupcakes.	9
2.1.1. Definición.....	9
2.1.2. Características de Calidad de los Cupcakes.	9
2.2. Materias primas en la elaboración de cupcakes.....	11
2.2.1. Harina de trigo.....	11
2.2.2. Harina de cáscara de maracuyá.....	13
2.2.3. Harina de quinua.....	14
2.3. Diseño Compuesto Central Rotacional.....	27
2.3.1. Etapas para la optimización de un proceso	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	30
3.1. Lugar de Ejecución.....	30
3.2. Materia Prima e Insumos.....	30
3.2.1. Materia Prima	30
3.2.2. Insumos	30
3.3. Equipos, Materiales y reactivos.....	31

3.3.1. En la elaboración y evaluación de cupcake	31
3.4. Métodos.	34
3.4.1. Caracterización de las materias primas	34
3.4.2. Producción de Cupcakes.	36
3.4.3. Evaluación de los cupcakes.....	41
3.4.4. Evaluación de la mejor formulación de cupcake.....	42
3.5. Diseño experimental.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Análisis proximal de la harina de trigo	45
4.2. Análisis proximal de la harina de cascara de maracuyá	46
4.3. Análisis proximal de la harina de quinua.....	47
4.4. Colorimetría de la harina de trigo, de quinua y cascara de maracuyá.....	49
4.5. Polifenoles en la harina de cascara de maracuyá	50
4.6. Volumen específico	51
4.7. Evaluación sensorial.....	54
4.7.1. Color del cupcake.....	55
4.7.2. Textura del cupcake.....	59
4.7.3. Sabor del cupcake.....	63
4.7.4. Apariencia del cupcake.....	67
4.7.5. Aroma	71
4.7.6. Intención de compra del cupcake	73
4.8. Colorimetría de la corteza:	75
4.8.1. Luminosidad de la corteza	76
4.8.2. Cromacidad de la corteza	81
4.9. Colorimetría de la miga.....	89
4.9.1. Luminosidad de la miga	90
4.9.2. Cromacidad de la miga	94
4.9.3. Angulo de tonalidad de la miga	98

4.10. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos	102
4.11. Análisis de polifenoles de los mejores tratamientos.....	107
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
5.1. Conclusiones	110
5.2. Recomendaciones.....	112
VI. BIBLIOGRAFIA	113
VII.ANEXOS	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición proximal de cupcake (por 100 g).....	10
Tabla 2: Composición de micronutrientes del cupcake (mg/100g).....	10
Tabla 3: Composición química porcentual de la harina de trigo	12
Tabla 4: Contenido de nutrientes en Cáscaras de Maracuyá amarilla (P. edulis fo. falvicarpa)	13
Tabla 5: Resultados de análisis químico de la Harina de Corteza de Maracuyá (100g de materia seca).....	14
Tabla 6: Valor nutricional de la quinua comparado con otros cereales	16
Tabla 7: Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos por cada 100g.....	17
Tabla 8: Cuadro comparativo de aminoácidos con el trigo y la leche.....	18
Tabla 9: Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100g de materia seca)	25
Tabla 10: Equipos para la elaboración de harina de cascara de maracuyá y quinua	31
Tabla 11: Equipos para la elaboración de cupcakes.....	31
Tabla 12: Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.....	32
Tabla 13: Formulación base para la producción de cupcakes.....	37
Tabla 14: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2 ²	43
Tabla 15: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	44
Tabla 16: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina.	45
Tabla 17: Composición químico proximal de la Harina de cascara de maracuyá en 100g de harina.....	46
Tabla 18: Composición químico proximal de la Harina de Quinua en 100g de harina.	48
Tabla 19: Colorimetría de las harinas de trigo y cascara de maracuyá.....	49
Tabla 20: Polifenoles para la harina de cáscara de maracuyá	50
Tabla 21: Volumen específico del cupcake	51
Tabla 22: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes.....	52
Tabla 23: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de los cupcakes.	54

Tabla 24: Coeficientes de regresión para respuesta color de los cupcakes.	55
Tabla 25: Análisis de varianza para la respuesta color del cupcake	57
Tabla 26: Coeficientes de regresión para respuesta textura de los cupcakes.	60
Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta textura del cupcake	61
Tabla 28: Coeficientes de regresión para respuesta sabor de los cupcakes.	63
Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta sabor del cupcake	65
Tabla 30: Coeficientes de regresión para respuesta apariencia de los cupcakes. 67	
Tabla 31: Análisis de varianza para la respuesta apariencia del cupcake	69
Tabla 32: Coeficientes de regresión para respuesta aroma de los cupcakes.....	72
Tabla 33: Coeficientes de regresión para respuesta intención de compra de los cupcakes.....	74
Tabla 34: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la corteza de los cupcakes.	76
Tabla 35: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.....	77
Tabla 36: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la corteza del cupcake.....	78
Tabla 37: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la corteza de los cupcakes.....	81
Tabla 38: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la corteza del cupcake.....	83
Tabla 39: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.....	85
Tabla 40: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza del cupcake.....	87
Tabla 41: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la miga de los cupcakes....	89
Tabla 42: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la miga de los cupcakes.....	90
Tabla 43: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la miga del cupcake.	91
Tabla 44: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la miga de los cupcakes.....	95
Tabla 45: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la miga del cupcake.	96

Tabla 46: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes.....	99
Tabla 47: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la miga del cupcake.....	100
Tabla 48: Analisis fisicoquímicos para los mejores tratamientos de cupcakes.....	102
Tabla 49: Pruebas de Múltiple Rangos.....	106
Tabla 50: Tabla ANOVA para los análisis fisicoquímicos de los cupcakes.....	107
Tabla 51: Polifenoles obtenidos para los tratamientos con mayor aceptación sensorial	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: "Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) el Grano de los Andes"	15
Figura 2: Diagrama de Flujo del proceso de elaboración.....	40
Figura 3: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.....	53
Figura 4: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta color. 56	
Figura 5: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el color de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.	58
Figura 6: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta textura. 60	
Figura 7: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la textura de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua	62
Figura 8: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta sabor. 64	
Figura 9: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el sabor de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.	66
Figura 10: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta apariencia.	68
Figura 11: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la apariencia de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua	70
Figura 12: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta aroma.73	
Figura 13: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta intención de compra.....	75
Figura 14: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de corteza	78
Figura 15: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la luminosidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.....	80
Figura 16: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza	82
Figura 17: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la cromacidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.....	84

Figura 18: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad de la corteza	86
Figura 19: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua	88
Figura 20: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga.....	91
Figura 21: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la luminosidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.....	93
Figura 22: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga	95
Figura 23: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la cromacidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.....	97
Figura 24: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad de la miga	99
Figura 25: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua	101
Figura 26: Análisis físico químicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial	102
Figura 27: Gráficos de caja y bigotes para los análisis fisicoquímicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.....	105
Figura 28: Gráficos de medias para los análisis fisicoquímicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.....	106
Figura 29: Polifenoles para los análisis fisicoquimicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial	108

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de evaluación sensorial.....	117
ANEXO 2: Cuadro para el procesamiento de datos por cada variable respuesta.	119
ANEXO 3: Datos para el volumen específico de los cupcakes.....	120
ANEXO 4: Datos para el color de la corteza de los cupcakes.....	121
ANEXO 5: Color de la miga de los cupcakes	122
ANEXO 6: Datos de los 33 panelistas para el análisis sensorial de los cupcakes	123
ANEXO 7: Fotos del proceso de elaboración de cupcakes	125
ANEXO 8: Fotos para la evaluación de los polifenoles totales	127

RESUMEN

En este trabajo de investigación, “efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*critican estivan*) por harina de cáscara de maracuyá (*pasiflora edulis*) y harina de quinua (*chenopodium quinoa*) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake”, se elaboraron cupcakes con adición de harina de cáscara de maracuyá y quinua con el objetivo de estudiar la influencia de ambos en el producto terminado. Las formulaciones fueron realizadas utilizándose un delineamiento factorial completo 2^2 , considerando como variables independientes los niveles de harina de cascara de maracuyá y de quinua. Los efectos de estas variables fueron evaluados en función de las características tecnológicas (volumen específico y color de la corteza y miga del cupcake), polifenoles y propiedades sensoriales realizados con 30 panelistas. Los resultados fueron analizados por la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR), indicando que la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá (3% a 6%) y harina de quinua (3% a 10%), dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el volumen específico del producto final (1.960 ml / g). Así mismo, la incorporación de harina de cascara de maracuyá influyen en la calidad obteniéndose cupcakes con 20.61 mg AGE/100 g de polifenoles totales, para el T4.

La superficie de respuesta para el parámetro sabor del cupcake indica que al adicionar niveles de harina de quinua (de 4.03 a 8.97%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.56 a 6.0%), se obtendrá valores mayores 3.6 en el parámetro en estudio.

El contenido de polifenoles para los cuatro mejores tratamientos en el cupcake de harina de cascara de maracuyá y harina de quinua fueron para el T1 (11.229 mg AGE/100 g), T2 (19.626 mg AGE/100 g), T4 (20.61 mg AGE/100 g) y T5 (20.553 mg AGE/100 g).

Palabras claves: cupcake, harina de cascara de maracuyá, harina de quinua, metodología de superficie de respuesta (MSR), polifenoles.

ABSTRACT

In this research paper, "the effect of the partial substitution of wheat flour (*triticum aestivum*) for passion fruit peel flour (*passionflower edulis*) and quinoa flour (*chenopodium quinoa*) on the technological and sensory characteristics of cupcake", were elaborated cupcakes with addition of passion fruit and quinoa peel flour with the aim of studying the influence of both in the finished product. The formulations were made using a complete factorial delineation 2², considering as independent variables the flour levels of passion fruit and quinoa. The effects of these variables were evaluated according to the technological characteristics (specific volume and color of the crust and crumb of the cupcake), polyphenols and sensory properties made with 30 panelists. The results were analyzed by the Response Surface Methodology (MSR), indicating that the selection of any level of passion fruit peel flour (3% to 6%) and quinoa flour (3% to 10%), within the ranges studied, will not lead to a difference in the specific volume of the final product (1,960 ml / g). Likewise, the incorporation of passion fruit peel flour influences the quality obtaining cupcakes with 20.61 mg AGE / 100 g of total polyphenols, for T4.

The response surface for the flavor parameter of the cupcake indicates that when adding levels of quinoa flour (from 4.03 to 8.97%) and passion fruit peel flour (from 5.56 to 6.0%), higher values 3.6 will be obtained in the parameter under study.

The content of polyphenols for the four best treatments in the cupcake of passion fruit peel flour and quinoa flour were for T1 (11,229 mg AGE / 100 g), T2 (19,626 mg AGE / 100 g), T4 (20.61 mg AGE / 100 g) and T5 (20,553 mg AGE / 100 g).

Key words: cupcake, passion fruit peel flour, quinoa flour, response surface methodology (MSR), polyphenols

I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Arteaga y Silva (2015) Realizaron un trabajo investigación donde sustituyeron la harina de trigo por harina de tarwi y cascara de maracuyá en la elaboración de cupcakes, para lo cual utilizaron un DCCR (Diseño compuesto central rotacional 2²), totalizando 11 formulaciones; las cuales fueron evaluadas en cuanto al color de la corteza y la miga, textura y volumen específico de los cupcakes. Concluyendo que la mejor formulación fue la contenía en su composición 87% de Harina de Trigo, 5% Harina de Tarwi y 12% Harina de cascara de Maracuyá. Dicha formulación presento mayor contenido de fibra y proteína que el cupcake patrón; debido al uso de las harinas mencionadas.

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

Faria y Gustafarro (2015) desarrollaron un pan de molde utilizando la harina de cáscara de maracuyá y evaluaron los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de este pan. Modificaron la formulación tradicional del pan de molde sustituyendo la harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá; para lo cual realizaron pruebas preliminares con sustituciones de 5% y 10% de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá, comparándolos con

el pan tradicional (100% de harina de trigo). A partir de estos resultados se realizó el diseño experimental con sustituciones entre 5% y 10% de harina de cáscara de maracuyá, además de adicionar masa base de maracuyá variando entre el 5% y 15%; obteniendo resultados de firmeza que varían de 4.2 a 18 N, en cuanto al control que presento un valor de 4.6 N. Para el análisis de volumen los resultados variaron de 2.4 a 4.5 cm³/g con respecto al control con 5.2 cm³/g. La formulación con 5% de harina de cascará de maracuyá y 15% de masa base; fue la que presento valores más próximos a los obtenidos en el pan control para los parámetros estudiados.

Arellano y Rojas, (2017) Desarrollaron una investigación donde evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arveja y harina de camote en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes, para lo cual elaboraron 11 formulaciones, aplicando un Diseño Compuesto Central Rotacional 2² (DCCR); las cuales fueron evaluadas en función de las características tecnológicas (Textura instrumental, Colorimetría, Volumen específico y Aw) y sensoriales (Color, Olor, Sabor y textura). Indicando que se obtendrán características tecnológicas similares al cupcake control cuando se adicione porcentajes de harina de camote y arveja de 7-15 % y 4-6% para la textura, 7-15 % y 3- 6 % para el Volumen específico, 6-15 % y 2-7 % en colorimetría y 13-15 % y 3-5% para la actividad del agua. En la determinación de las características sensoriales, solo los atributos de Color, Sabor y Textura presentaron diferencia estadísticamente significativa. Obteniendo los mayores valores de aceptación cuando los porcentajes de harina de camote y arveja fueron de 7.5-15% y 0-4% para el color, 13-15% y 1-4% para el sabor y 7.5-14% y 3-5% para la textura. La Formulación (15% H. Camote, 4% H. Arveja y 81% H. Trigo) fue seleccionada un cómputo químico elevado, puntuaciones altas en los parámetros sensoriales, proteínas (11.41%), un incremento evidente en fibra (2.86%) y una reducción en el contenido de grasa (12.72%) respecto la formulación control (proteínas=11.30 %, fibra=0.33 y grasa=12.87%).

Beltrán y Sáenz (2014), realizaron un trabajo de investigación para la optimización de sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y harina de zapallo en la elaboración de un producto de pastelería, denominado cupcake, que cumpla con los estándares de calidad, logrando 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 34.2% de harina de trigo, 20.5% de azúcar, 13.7% huevos, 17.1% de margarina, 13.7% de leche, 0.7% de levadura química, 0.2% de emulsionante y 0.09% de antimoho. Para lograr la optimización se elaboró cupcakes a partir de, 14 mezclas constituidas por proporciones de las tres harinas (H. Trigo, H. Quinua, H. Zapallo), proporciones que fueron establecidas utilizando un Diseño de Mezclas Simplex Reticular y el programa estadístico Minitab versión 17 y manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base; los cuales fueron evaluados en función al porcentaje de proteína, sabor, textura, volumen específico, datos que se analizaron con un nivel de significancia del 95% y utilizando el mismo programa.

Se obtuvo la mezcla óptima de las harinas con los siguientes porcentajes: 87.475% H. Trigo, 7.525% H. Quinua, 5% H. Zapallo (con respecto a 100% Harina); a ésta se le realizó análisis reológicos para ver su comportamiento versus la harina de trigo. Se elaboró el cupcake con la mezcla óptima, el cual se analizó a través de 13 días de almacenamiento con respecto a los parámetros exigidos por la norma técnica peruana (%Acidez, %Humedad y %Cenizas), contrastándolos con los valores reportados por el cupcake "control" (100% H. trigo), obteniendo el primero un % de proteína de 7.89, valor que fue superior al obtenido en el cupcake control.

Adicionalmente, se analizaron los cupcakes óptimos almacenados en tres tipos de envases plásticos (polietileno, polipropileno y PET) en función del % de humedad, variación de peso y textura, encontrándose al polipropileno como mejor conservador. Finalmente, se determinó el tiempo de vida útil del producto a temperatura ambiente (26°C aproximadamente), mediante el Método de Cinética de Reacción y el Método de Análisis de

Supervivencia, encontrándose un tiempo de vida en anaquel de 11 días para el producto.

Guzmán y López (2015), desarrollaron un trabajo de investigación que tenía como objetivo principal evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha y grano entero de chía en las propiedades fisicoquímicas, nutritivas y organolépticas en la elaboración de un producto de pastelería, denominado cupcake, que cumpla con los estándares de calidad, logrando 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: 34.2% harina de trigo, 20.5% de azúcar, 13.7% de huevos, 17.1% de margarina, 13.7% de leche, 0.7% de levadura química, 0.2% de emulsionante y 0.09% de Antimoho. Se elaboró cupcakes a partir de, 11 formulaciones constituidas por Harina de trigo, Harina de Kiwicha y grano entero de chía proporciones que fueron establecidas utilizando un Diseño Compuesto Central Rotacional 2 2 y el programa STATISTICA versión 8.0 y manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base; los cuales fueron evaluados en función al sabor, textura, aroma y color, datos que fueron analizados con un nivel de significancia de 5 y 10%.

El cupcake con mayor aceptabilidad se consiguió con los siguientes porcentajes 79% de harina de trigo, 12% de harina de kiwicha, 9% de grano entero de chía (con respecto al 100%).

El cupcake de mayor aceptabilidad se analizó a través de 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente con respecto a los parámetros exigidos a la Norma Técnica Peruana (% proteína y % fibra). Contrastándolos con los valores reportados por el cupcake control (100% harina de trigo), se obtuvo para el primero un % de Proteína de 7.83 frente a 7.29 y en % de Fibra se obtuvo 2.72 frente a 0.2. Finalmente, se determinó que el tiempo de vida útil del producto a temperatura ambiente (26°C aproximadamente), mediante el Método de Cinética de Reacción del % de Acidez, se determinó un tiempo de vida útil de 19 días para el producto.

Castillo y Celestino (2016), evaluaron por el método de superficie de respuesta el efecto de la sustitución parcial de las harinas de maíz morado y de tarwi (*Lupinus Mutabilis*); en las propiedades fisicoquímicas, nutritivas y organolépticas del cupcakes. Así mismo se trabajó con el planeamiento experimental Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) empleándose dos variables operacionales: harina de maíz morado y harina de tarwi, obteniéndose 11 tratamientos de los cuales 4 son factoriales, 4 axiales y 3 centrales. De las cuales al final se obtuvo una formulación optima, considerando que cumpla con nuestros objetivos, que son prevalecer el contenido en porcentaje de proteína, textura y sabor.

Se trabajó con harina de maíz morado en el rango de 0% a 10 % y harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) en el rango de 0% a 15%. Los resultados fueron evaluados en el software STATISTIC 7.0 mediante el diseño de Superficie de Respuesta empleándose un nivel de significancia de $p < 0.05$.

La formulación optima alcanza la mayor cantidad de % de proteína cuando las concentraciones de tarwi y maíz morado están en un rango de 11.5 % y 8.5% respectivamente, la mayor aceptabilidad de sabor cuando las concentraciones de tarwi y maíz morado están en un rango de 5 % y 7% respectivamente y la mayor aceptabilidad de textura alcanza cuando las concentraciones de tarwi y maíz morado están en un rango de 5 % y 7% respectivamente.

Se determinó que al hacer el uso de mayor cantidad de Tarwi se obtiene un mayor porcentaje de proteína, pero el sabor disminuye constantemente. Entonces de acuerdo al análisis que se realizó gracias al software STATISTIC 7.0 se determinó que los porcentajes óptimos son: Harina de Trigo 87.978%, Harina de Tarwi 5.393% y Harina de Maíz morado 6.629%.

Silva (2017), desarrolló el trabajo de investigación titulado Optimización de Cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo. Se trabajó con una harina muy poco utilizada como harina sucedánea en productos de panificación en el Perú; esta harina que por sus características sensoriales y nutritivas es muy especial y aporta mucho al producto en la cual es utilizada, es la harina de algarrobo.

Se trabajó con tres formulaciones de cupcakes 5%,10%, y 15% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo; se determinó las cualidades sensoriales, fisicoquímicas, químico-proximal y por último la vida y útil de las diferentes formulaciones de cupcakes.

Se determinó cuál es la formulación óptima de cupcake utilizando las pruebas estadísticas principalmente las de tukey, analizando parámetros como Aw, pérdida de peso, textura, parámetros que fueron medidos durante 5 días para poder observar así la diferencia al transcurrir de los días y el comportamiento de las diferentes formulaciones con respecto a estos parámetros.

Además, se analizó, Acidez, PH, porcentaje de proteínas de los cupcakes. Se llegó a la conclusión que las tres formulaciones cumplen con los requisitos de calidad tanto a nivel sensorial como fisicoquímico y también a nivel químico proximal para ser producidos como un producto apto para consumo y comercialización también evaluamos su intención de compra y los resultados nos indican que es un producto con muchas posibilidades de comercialización.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascará de maracuyá y harina de quinua en las características tecnológicas y sensoriales del pan de molde?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake; mediante la metodología de superficies de respuestas aplicando un Diseño Compuesto Central Rotacional 2².

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los análisis fisicoquímicos de la harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua.

- Determinar el cómputo químico de aminoácidos del diseño compuesto central rotacional 2².
- Determinar las características tecnológicas (volumen específico, textura instrumental, fibra dietética total y colorimetría), características sensoriales (Color, apariencia general, aroma, textura, sabor) e intención de compra de los cupcakes, obtenidos del diseño compuesto central rotacional DCCR 2².
- Determinar una región óptima con los rangos de harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua mediante el análisis de las superficies de respuestas obtenidas para cada variable dependiente.
- Realizar la composición proximal del cupcake con mejor aceptabilidad y características fisicoquímicas.

1.4. Formulación de la Hipótesis.

La sustitución parcial de harina de trigo por concentraciones de harina de cáscara de maracuyá (3-6%) y harina de quinua (3-10%) elevan el score químico de aminoácidos esenciales en el cupcake; disminuyen el volumen específico del cupcake y generan un producto con buena aceptabilidad e intención de compra.

1.5. Justificación

La disponibilidad de nutrientes es un serio problema a nivel mundial. La desnutrición persiste y va en aumento sobre todo en los países en vías de desarrollo. La mayoría de los países subdesarrollados proveen su dieta con proteína de origen vegetal, principalmente cereales; esta proteína está considerada de baja calidad nutricional comparada con la de origen animal y por sí sola no satisface los requerimientos para un buen desarrollo.

En el Perú un estudio preliminar de la ENDES 2016 confirma el poco avance en el combate contra la anemia y la desnutrición en los últimos. En el año 2016 se registró una reducción no tan notoria de 14,4% (2015) a 13.5% (2016) en cuanto la desnutrición crónica infantil. En relación a la anemia infantil se señala en el año 2016 que un 43.5% de menores la padecía; manteniendo este porcentaje sin variación desde el año 2015.

Por estos motivos la propuesta del uso del maracuyá, por ser un fruto muy importante por sus propiedades funcionales en la cáscara, especialmente en relación al contenido y tipo de fibra; y la quinua por su excelente fuente de aminoácidos esenciales; además de que tanto el maracuyá y la quinua son propios de la región y por lo tanto de fácil acceso en el mercado; es que este proyecto busca obtener los efectos positivos y negativos de la sustitución parcial de harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua en cuanto a las características tecnológicas y sensoriales de un cupcake. Generando un producto que ayude a combatir el problema ya mencionado.

1.6. Limitaciones del trabajo

Existieron limitaciones con respecto a la disponibilidad de la Planta Piloto, lo que permitió que las 11 corridas experimentales se hicieran en unos dos días.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Aspectos generales sobre cupcakes.

2.1.1. Definición.

Los cupcakes (pastel o queque de taza) son pequeños queques individuales hechos a base de harina, margarina o mantequilla, huevo y azúcar, y cuya denominación parte del tamaño en partes iguales de cada ingrediente y la forma de distribuirlos en moldes pequeños el cuál ahorra mucho tiempo en la cocina, presentan una base cilíndrica y una superficie más ancha, con forma de hongo. La parte de abajo suele estar envuelta con papel especial de repostería o aluminio, y aunque su tamaño puede variar presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta. **(Bardón Iglesias, R. et al., 2010).**

El cupcake es un postre rico en minerales como calcio, fosforo y hierro los cuales son aportados por las harinas, son de consumo masivo al que se le puede adicionar componentes que aumenten sus propiedades nutritivas y saludables o simplemente que mejoren sus características organolépticas. **(Beltran y Saenz, 2014).**

2.1.2. Características de Calidad de los Cupcakes.

Los cuatro ingredientes básicos (harina, grasa, azúcar y huevos) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas y minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser una buena fuente de energía. En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son mucho más calóricos, contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más proteínas del alto valor biológico, debido a la adición de huevo o leche; mas grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azucares. La cantidad de vitaminas y minerales es

muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en su elaboración. (Mijan, 2007).

Tabla 1: Composición proximal de cupcake (por 100 g).

Composición proximal de cupcake	
Agua (g)	24.33
Calorías (kcal)	377
Proteína (g)	4.54
Lípidos (g)	15.85
Carbohidratos (g)	53.98

Fuente: Guzmán y López, (2015)

Tabla 2: Composición de micronutrientes del cupcake (mg/100g).

Composición de micronutrientes del cupcake	
Potasio (mg)	115
Calcio (mg)	46
Fosforo (mg)	145
Magnesio (mg)	10
Hierro (mg)	1.26
Vitamina C (mg)	0.9
Tiamina (mg)	0.161
Riboflavina (mg)	0.166
Niacina (mg)	1.330

Fuente: Guzmán y López, (2015)

2.2. Materias primas en la elaboración de cupcakes.

2.2.1. Harina de trigo.

Según la Legislación peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cáscara (ITINTEC, 1982). La designación “harina” es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces le corresponde la denominación de “harina” seguida del nombre del vegetal de que provienen. A este tipo de harinas se les denomina sucedáneas según ITINTEC (1976).

La harina de trigo es la materia prima esencial en el completo sentido de la palabra: formadora de la masa para la elaboración de productos panificables.

La harina de trigo tiene gluten que se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina. **(De la Cruz, 2009)**

El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas. **(De la Cruz, 2009)**

La cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de harina. Especial influencia sobre el contenido de proteínas y con ello sobre la cantidad de gluten tiene el tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción. **(De la Cruz, 2009)**

A las harinas que contienen menos proteína – gluten se las llama pobres en gluten, en cambio, ricas en gluten son aquellas cuyo contenido de gluten húmedo es superior al 30 %. Harinas ricas en gluten se prefieren para masas de levadura, especialmente las utilizadas en la elaboración de masas para hojaldre. Para masas secas, en cambio, es inconveniente un gluten tenaz y formador de masa. **(De la Cruz, 2009).**

Clasificación de la harina de trigo

La harina se clasifica comercialmente en varios grupos, los más importantes son:

-Harina Fuerte: Es la harina que contiene un elevado contenido de gluten, hecho que facilita que la masa pueda fermentar y retener el gas generado es una especie de burbujas. Debe proceder de trigos especiales o duros. Debido a que la harina puede absorber más cantidad de agua, da como resultado un pan más tierno y que aguanta más tiempo sin secarse. **(De la Cruz, 2009)**

-Harina Floja: Se utiliza para preparar aquellas elaboraciones de pastelería y repostería que no se deben trabajarse excesivamente para evitar que tomen correa. **(De la Cruz, 2009)**

Si se elabora un pan esta harina presenta problemas en la fermentación, la masa no esponja tanto, hace que quede más apelmazado, y tiende a secarse rápidamente. **(De la Cruz, 2009)**

-Harinas acondicionadas y enriquecidas: Las harinas no siempre reúnen las condiciones óptimas para poder proporcionar un buen resultado en las elaboraciones de pastelería que deban prepararse utilizando tecnología moderna. **(De la Cruz, 2009)**

En estas ocasiones se le añaden ciertos productos (aditivos) con objeto de mejorar el nivel de plasticidad de la masa obtenida y sus características organolépticas de sabor, aroma y color, así como reducir el tiempo de fermentación. En el caso de harinas enriquecidas únicamente se aumentan el número de nutrientes, por ejemplo, las proteínas. **(De la Cruz, 2009).**

Tabla 3: Composición química porcentual de la harina de trigo.

Componentes	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteínas	7.5	15.0
Cenizas	0.3	1.0
Grasas	1.0	1.5
Fibras	0.4	0.5
Carbohidratos	68.0	75.0

Fuente: De la Cruz, (2009)

2.2.2. Harina de cáscara de maracuyá.

Se observaron por medio de un estudio clínico piloto que el tratamiento con la harina de cáscara de fruta de la pasión (*P. edulis fo. Flavicarpa*) dio lugar a la disminución de los niveles de colesterol en las mujeres entre 30 y 60 años que tenían hipercolesterolemia (colesterol \geq 200 mg / dL). La corteza de la fruta de la pasión también es rica en niacina (vitamina B3), hierro, calcio, y fósforo y estos son presentados en la siguiente tabla. (Quintero, 2013).

Tabla 4: Contenido de nutrientes en Cáscaras de Maracuyá amarilla (*P. edulis fo. falvicarpa*)

Parámetros	Cantidades en 100g de cáscaras
Unidades	87,64g
Cenizas	0.57g
Lípidos	0.01g
Proteínas	0.67g
Fibras	4.33g
Carbohidratos	6.78g
Calorías	29.91kcal
Calcio	44.51mg
Hierro	0.89mg
Sodio	43.77mg
Magnesio	27.82mg
Zinc	0.32mg
Cobre	0.04mg
Potasio	178.40mg

Fuente: Quintero, (2013)

El maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) contiene fibra soluble puede ayudar prevenir la enfermedad cardiovascular y gastrointestinal, cáncer de colon, la hiperlipidemia, la diabetes y la obesidad, entre otros. (Quintero, 2013).

Analizando los datos de la tabla 5, parece que la cáscara de la fruta de la pasión tiene bajos niveles de proteína y el extracto de éter.

Tabla 5: Resultados de análisis químico de la Harina de Corteza de Maracuyá (100g de materia seca).

Análisis	Resultado
Humedad	6.96
Extracto de éter	0.74
Ceniza	8.30
Proteína	9.8
Fibra insoluble	54.27
Fibra soluble	3.49

Fuente: Quintero, (2013)

2.2.3. Harina de quinua

A. Generalidades de la Quinua:

La quinua (*Chenopodium quinoa*) no es en realidad un cereal, sino que botánicamente se le asocia con la familia de las legumbres, clasificación a la cual también pertenecen la acelga y la espinaca. El contenido de proteínas es alto ya que el embrión constituye una gran parte de la semilla, cuyo valor nutritivo es comparable con los alimentos de origen animal como la leche, carne, huevos y pescado, así como también recientes estudios establecen que el valor biológico y nutricional de este cereal se asemeja a la leche materna (Toapanta ,2005)

Para que la quinua fuera reivindicada en cuanto a su importancia alimenticia, tuvieron que pasar más de 500 años. Irónicamente, siendo originaria de la zona Andina, ahora es Europa uno de los continentes más interesados en investigar las propiedades de tal grano. (Garcia,2011)

Hay que destacar que la NASA en los EE.UU., eligió a la quinua como alimento nutritivo por excelencia para los viajes espaciales. Por su parte la FAO, organismo perteneciente a las Naciones Unidas, no se ha cansado en divulgar que la quinua es lo más cercano que existe como alimento ideal para el ser humano. Considerada por muchos investigadores como “el súper grano del futuro”.



Figura 1: "Quinua (*Chenopodium quinoa*) el Grano de los Andes"

B. Clasificación Botánica

DIVISION	<i>Fanerógamas</i>
CLASE	<i>Angiospermas</i>
SUBCLASE	<i>Dicotiledóneas</i>
ORDEN	<i>Centrospermales</i>
FAMILIA	<i>Quenopodiáceas</i>
GENERO	<i>Chenopodium</i>

Fuente: Wilson, 1999

La Quinoa posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas, además la quinoa posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio, y calcio entre otros minerales. Ver Tabla 6.

Tabla 6: Valor nutricional de la quinoa comparado con otros cereales

	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz
Valor energético Kcal/100g	350,00	305,00	353,00	308,00
Proteínas g/100g	16,5	14,20	7,40	9,20
Grasa g/100g	5,01	2,00	2,20	3,80
Hidratos de Carbono g/100g	59,74	59,40	74,60	65,20
Agua g/100g	12,65	13,20	13,10	12,50
Ca mg/100g	66,60	43,70	23,00	150,00
P mg/ 100g	408,30	406,00	325,00	256,00
Mg mg/ 100g	204,20	147,00	157,00	120,00
k mg/ 100g	1040,0	502,00	150,00	330,00
Fe mg/ 100g	10,9	3,30	2,60	-
Mn mg/ 100g	2,21	3,40	1,10	0,48
Z mg/ 100g	7,47	4,10	-	2,50

Fuente: FAO, 2006

C. Valor Nutritivo

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor.

La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de la familia de los Andes, fue base nutricional en las principales culturas americanas. Desde el punto de Vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales.

El valor calórico es mayor que otras cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 370 Cal/100gr., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías.

Es una de las principales fuentes de proteína, comparado parcialmente con porcentajes proteicos de alimentos de origen animal como se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7: Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos por cada 100g.

Componentes	Proteínas %	Grasas %	Carbohidratos %	Hierro %	Kcal 100 g
Quinua	13,00	6,10	71,00	5,20	370,00
Carne	30,00	50,00	-	2,20	431,00
Huevo	14,00	3,20	-	3,20	200,00
Queso	18,00	-	-	-	24,00
Leche Vacuno	3,50	3,50	-	2,50	66,00
Leche Materna	1,80	3,50	-	-	80,00

Fuente: Delgado, 2006

La Quinoa ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada (Delgado,2006)

La quinua proporciona altos porcentajes de Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano y valina, según el patrón establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Lo cual hace que la proteína de la quinua sea de excelente calidad; sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche (Terranova, 1995).

Tabla 8: Cuadro comparativo de aminoácidos con el trigo y la leche

Aminoácidos (AA): %AA/100grs. De proteínas:

AMINOACIDOS	QUINOA	TRIGO	LECHE
Histidina *	4.6	1.7	1.7
Isoleucina *	7.0	3.3	4.8
Leucina *	7.3	5.8	7.3
Lisina *	8.4	2.2	5.6
Metionina *	5.5	2.1	2.1
Fenilalanina *	5.3	4.2	3.7
Treonina *	5.7	2.7	3.1
Triptofano *	1.2	1.0	1.0
Valina *	7.6	3.6	4.7
Acido Aspártico	8.6	--	--
Acido Glutámico	16.2	--	--
Cisterina	7.0	--	--
Serina	4.8	--	--
Tirosina	6.7	--	--
Argina *	7.4	3.6	2.8
Prolina	3.5	--	--
Alanina	4.7	3.7	3.3
Glicina	5.2	3.9	2.0

**Aminoácidos esenciales*

Fuente: Cerón, 2002.

Estos datos representan comparaciones hechas en base a los análisis químicos sobre la fracción proteica e indican que los aminoácidos limitantes de la proteína de la quinua son los azufrados y el déficit deberá suplirse en la alimentación con proteínas de otros alimentos que sean ricos en estos aminoácidos.

La FAO señala que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón.

Las proteínas que poseen uno o más aminoácidos limitantes, es decir que se encuentran en menor proporción que la quinua perlada establecida para la proteína patrón, se consideran biológicamente incompletas, debido a que no puede utilizarse totalmente.

Otro factor de corrección de la calidad biológica de las proteínas es la digestibilidad. La digestibilidad de las proteínas del huevo, la leche y la carne es cercana al 100%. Los cereales y las leguminosas debido a su contenido de fibra presentan una digestibilidad menor. Se estima que la digestibilidad de la quinua es aproximadamente 80%. (Magno,2006).

❖ **Proteínas:**

La literatura en nutrición humana indica que sólo cuatro aminoácidos esenciales probablemente limiten la calidad de las dietas humanas mixtas. Estos aminoácidos son la lisina, la metionina, la treonina y el triptófano. Es así que, si se compara el contenido de aminoácidos esenciales de la quinua con el trigo y arroz, se puede apreciar su gran ventaja nutritiva: por ejemplo, para el aminoácido lisina, la quinua tiene 5,6 gramos de aminoácido/ 16 gramos de nitrógeno, comparados con el arroz que tiene 3,2 y el trigo 2,6 (Repo, 1991).

En algunas zonas de producción los agricultores desamargan la quinua sometiendo el grano al calor y luego la lavan. Este proceso de tostado con calor seco es utilizado por algunas empresas para eliminar la cáscara que contiene saponinas (Tapia, 1992). Después del tostado los granos de la

quinua adquieren una coloración marrón que es producto de la presencia de azúcares reductores que producen una reacción de Maillard. La lisina en esta forma no es biológicamente útil (pierde su valor nutricional).

Entre el 16 y el 20% del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas todos los aminoácidos, incluidos los esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación. Los valores del contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quinua cubren los requerimientos de aminoácidos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos (FAO/OMS/UNU, 1985). Las proteínas de quinua son principalmente del tipo albúmina y globulina. Estas, tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche.

Cien gramos de quinua contienen casi el quintuple de *lisina*, más del doble de *isoleucina*, *metionina*, *fenilalanina*, *treonina* y *valina*, y cantidades muy superiores de *leucina* (todos ellos aminoácidos esenciales junto con el *triptófano*) en comparación con 100 gramos de trigo. Además, supera a éste –en algunos casos por el triple- en las cantidades de *histidina*, *arginina*, *alanina* y *glicina* además de contener aminoácidos no presentes en el trigo como la *prolina*, el *ácido aspártico*, el *ácido glutámico*, la *cisteína*, la *serina* y la *tirosina* (todos ellos aminoácidos no esenciales).

La excepcional riqueza en aminoácidos que tiene la quinua le confiere propiedades terapéuticas muy interesantes. Y ello porque la biodisponibilidad de la *lisina* de la quinua –el aminoácido esencial más abundante en sus semillas-, es muy alta mientras en el trigo, el arroz, la avena, el mijo o el sésamo es notablemente más baja. Este aminoácido que mejora la función inmunitaria al colaborar en la formación de anticuerpos, favorece la función gástrica, colabora en la reparación celular, participa en el metabolismo de los ácidos grasos, ayuda al transporte y absorción del calcio e, incluso, parece retardar o impedir – junto con la vitamina C- las metástasis cancerosas, por mencionar sólo algunas de sus numerosas actividades terapéuticas.

En cuanto a la *isoleucina*, la *leucina* y la *valina* participan, juntos, en la producción de energía muscular, mejoran los trastornos neuromusculares, previenen el daño hepático y permiten mantener en equilibrio los niveles de azúcar en sangre, entre otras funciones. Por lo que respecta a la *metionina* se sabe que el hígado la utiliza para producir *s-adenosimetionina*, una sustancia especialmente eficaz para tratar enfermedades hepáticas, depresión, osteoartritis, trastornos cerebrales, fibromialgia y fatiga crónica, entre otras dolencias. Además, actúa como potente agente detoxificador que disminuye de forma considerable los niveles de metales pesados en el organismo y ejerce una importante protección frente a los radicales libres.

La quinua también contiene cantidades interesantes de *fenilalanina* (un estimulante cerebral y elemento principal de los neurotransmisores que promueven el estado de alerta y el alivio del dolor y de la depresión, entre otras funciones), de *treonina* (que interviene en las labores de desintoxicación del hígado, participa en la formación de colágeno y elastina, y facilita la absorción de otros nutrientes) y *triptófano* (precursor inmediato del neurotransmisor *serotonina* por lo que se utiliza con éxito en casos de depresión, estrés, ansiedad, insomnio y conducta compulsiva).

Por lo que respecta a los aminoácidos “no esenciales” la quinua contiene más del triple de *histidina* que el trigo, sustancia que sí es en cambio esencial en el caso de los bebés ya que el organismo no la puede sintetizar hasta ser adultos por lo que es muy recomendable que los niños la adquieran mediante la alimentación, especialmente en épocas de crecimiento. Además, tiene una acción ligeramente antiinflamatoria y participa en el sistema de respuesta inmunitaria.

La *arginina*, por su parte, también es considerada un aminoácido casi esencial en la infancia, niñez y adolescencia ya que estimula la producción y liberación de la hormona de crecimiento, además de mejorar la actividad del timo y de los linfocitos T, participar en el crecimiento y reparación muscular, y ser un protector y detoxificador hepático. En cuanto a la

alanina es fuente de energía para músculos, cerebro y sistema nervioso y la *glicina* actúa como un neurotransmisor tranquilizante en el cerebro y como regulador de la función motora.

Además, la *prolina* –aminoácido que no contienen otros cereales como el trigo- participa en la reparación de las articulaciones, es necesaria para la cicatrización de lesiones y úlceras, parece ser eficaz para tratar los casos de impotencia y frigidez, es protector cardiovascular y se utiliza junto a la *lisina* y la vitamina C para impedir o limitar las metástasis cancerosas.

Tampoco es común en los cereales corrientes el *ácido aspártico* (que mejora la función hepática y es indispensable para el mantenimiento del sistema cardiovascular), el *ácido glutámico* (que participa en los procesos de producción de energía para el cerebro y en fenómenos tan importantes como el aprendizaje, la memorización y la plasticidad neuronal), la *cisteína* (protector hepático al unirse a los metales pesados para favorecer su eliminación además de destruir radicales libres y potenciar el sistema inmune), la *serina* (potente agente hidratante natural) y la *tirosina* (que tiene un importante efecto antiestrés y juega un papel fundamental en el alivio de la depresión y la ansiedad, entre otras funciones).

La digestibilidad de la proteína o biodisponibilidad (digestibilidad verdadera) de los aminoácidos de la quinua varía según la variedad y el tratamiento a que son sometidas. (Ayala *et al.*, 2004)

❖ **Grasas**

Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado, que la convierte en una fuente potencial para la extracción de aceite (Repo-Carrasco *et al.*, 2001).

Estudios realizados en el Perú al determinar el contenido de ácidos grasos encontraron que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50,24% para quinua, valores muy similares a los encontrados en el aceite de germen de maíz, que tiene un rango de 45 a 65%.

El Omega 9 (ácido oleico) se encuentra en segundo lugar, siendo 26,04% para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico) son de 4,77%, seguido del ácido palmítico con 9,59%. Encontramos también ácidos grasos en pequeña proporción, como el ácido esteárico y el eicosapentaenoico. La composición de estos ácidos grasos es muy similar al aceite de germen de maíz.

Wood et al. (1993) encontraron que el 11% de los ácidos grasos totales de la quinua eran saturados, siendo el ácido palmítico el predominante.

Los ácidos linoleico, oleico y alfa-linolénico eran los ácidos insaturados predominantes con concentraciones de 52,3, 23,0 y 8,1% de ácidos grasos totales, respectivamente. Ellos encontraron también aproximadamente 2% de ácido erúxico. Otros investigadores (Przybylski et al., 1994) encontraron que el ácido linoleico era el principal ácido graso (56%) en la quinua, seguido por el ácido oleico (21,1%), el ácido palmítico (9,6%) y el ácido linolénico (6,7%). Según estos autores, el 11,5% de los ácidos grasos totales de la quinua son saturados.

La quinua ayuda a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL (o colesterol bueno) gracias a su contenido en ácidos grasos omega 3 y omega 6.

En algunos casos el 82,71% de ácidos grasos en el aceite de quinua pertenece a ácidos grasos insaturados. En las últimas décadas los ácidos grasos insaturados han cobrado gran importancia por la actividad benéfica para el organismo que se les atribuye, al mantener la fluidez de los lípidos de las membranas.

❖ **Carbohidratos**

Los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Llorente J.R., 2008).

El almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales. Constituye aproximadamente del 60 a 70% de la materia seca. En la

quinua, el contenido de almidón es de 58,1 a 64,2%. El almidón en las plantas se encuentra en la forma de gránulos. Los gránulos de cada especie tienen tamaño y forma característicos. Los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2 μm , siendo más pequeños que los granos comunes. El almidón de la quinua ha sido estudiado muy poco. Sería importante estudiar sus propiedades funcionales. Ahamed *et al.* (1998) mencionan que el almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación.

La variación genética del tamaño de gránulo de almidón de la colección boliviana de quinua fluctuó entre 1 a 28 μm , permitiendo esta variable dar una orientación agroindustrial para realizar las distintas mezclas con cereales y leguminosas y establecer el carácter funcional de la quinua (Rojas *et al.*, 2010).

❖ **Minerales**

Si se hace una comparación entre trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno, triticale y quinua, en la quinua resalta el alto contenido de calcio, magnesio y zinc.

La quinua es un alimento muy rico en:

Calcio, fácilmente absorbible por el organismo (contiene más del cuádruple que el maíz, casi el triple que el arroz y mucho más que el trigo), por lo que su ingesta ayuda a evitar la descalcificación y la osteoporosis. El calcio es responsable de muchas funciones estructurales de los tejidos duros y blandos del organismo, así como de la regulación de la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos, la secreción celular y la coagulación sanguínea. Por esta razón el calcio es un componente esencial de la alimentación.

Hierro: contiene el triple que el trigo y el quintuple que el arroz, careciendo el maíz de este mineral).

Potasio (el doble que el trigo, el cuádruple que el maíz y ocho veces más que el arroz).

Magnesio, en cantidades bastante superiores también al de los otros tres cereales. Ruales y Nair (1992)

Fósforo: los niveles son parecidos a los del trigo, pero muy superiores a los del arroz y, sobre todo, a los del maíz.

Zinc: casi dobla la cantidad contenida en el trigo y cuadruplica la del maíz, no conteniendo el arroz este mineral).

Manganeso: sólo el trigo supera en este mineral a la quinua mientras el arroz posee la mitad y el maíz la cuarta parte.

Pequeñas cantidades de cobre y de litio (Llorente J.R., 2008).

❖ **Vitaminas**

En la tabla 11 se presenta el contenido de vitaminas en el grano de quinua. La vitamina A, que es importante para la visión, la diferenciación celular, el desarrollo embrionario, la respuesta inmunitaria, el gusto, la audición, el apetito y el desarrollo, está presente en la quinua en rango de 0,12 a 0,53 mg/100 g de materia seca.

La vitamina E tiene propiedades antioxidantes e impide la peroxidación de los lípidos, contribuyendo de esta forma a mantener estable la estructura de las membranas celulares y proteger al sistema nervioso, el músculo y la retina de la oxidación. (Ayala *et al.*, 2004).

Tabla 9: Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100g de materia seca)

VITAMINAS	RANGO
Vitamina A (Carotenos)	0.12-0.53
Vitamina E	4.60-5.90
Tiamina	0.05-0.60
Rivoflavina	0.20-0.46
Niacina	0.16-1.60

Fuente: Ruales et al. 1992

A. Saponinas:

La saponina es una enzima perteneciente al grupo de los glucósidos triptenoides, que se encuentran en la constitución del grano de quinua confiriéndole un sabor amargo peculiar. De acuerdo a estudios histológicos se sabe que la mayor cantidad de saponina está contenida en la parte externa o epispermo del grano. La saponina es soluble en agua, por lo que para su consumo se recomienda el lavado del grano con abundante agua y darle frotaciones para eliminarle la mayor parte de saponina.

Todas las quinuas tienen saponina incluso las variedades dulces. La connotación “dulces” proviene del hecho de que registran cantidades infinitesimales de saponina, pero no significa ello que las dulces puedan consumirse sin el proceso de desaponificación.

Naturalmente este proceso será más simple en las quinuas dulce que en las amargas, pero es inevitable hacerlo, pues la saponina es toxica e imprime un sabor amargo al grano (sabor de jabón) (Tapia, 1979).

Efectos de la Saponina. El principal efecto de la saponina es producir la hemólisis de los eritrocitos y afectar el nivel de colesterol en el hígado y la sangre, con lo que puede producirse un detrimento en el crecimiento, a través de la acción sobre la absorción de nutrientes.

Aunque se sabe que la saponina es altamente tóxica para el humano cuando se administra por vía endovenosa, queda en duda su efecto por vía oral.

Se afirma que los medicamentos a base de saponina pueden ser administrados en grandes dosis por vía oral, ya que no son absorbidos por las mucosas intestinales y además se desdoblan bajo la acción de los álcalis y fermentos intestinales. (Vera,1997)

B. Principales formas de transformación y usos. Los principales productos que se obtienen de la quinua y sus usos se detallan a continuación:

- **Harina cruda de quinua.** Es el producto resultante de la molienda de la quinua perlada, su finura dependerá del número de zaranda o malla que se usan en la molienda. Se utiliza en Panificación, galletería, repostería, etc.
- **Harina Pre-Tostada de Quinua:** utilizada para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de: galletas, barritas, tartas, batidos, pasteles, spaghettis, pan etc. Aportando un alto valor nutritivo. Se utiliza igualmente en la elaboración de salsas y alimentos rebozados, enriqueciéndolos conservando su humedad y aportando un sabor muy agradable así como una textura fina y especial (Quaglia, 1991).
- **Harina Tostada de Quinua.** Es el producto resultante de la tostada sometido a un proceso de molienda, se usa en repostería. (Magno,2006)

2.3. Diseño Compuesto Central Rotacional.

La elección del planeamiento adecuado dependerá del número de variables independientes involucradas en el estudio, la disponibilidad de la materia prima, la viabilidad del número de pruebas que se pueden alcanzar y el costo en el proceso de estudio. No obstante, hay un número mínimo de ensayos que deben realizarse de acuerdo a los factores a estudiar, para que la discusión, los resultados y la interpretación no se vean comprometidos. En esta óptica, los planeamientos factoriales completos y fraccionados deben seguir estrategias secuenciales para lograr el objetivo deseado. **(Rodríguez, 2005)**

El número de planeamientos experimentales depende principalmente del número de variables independientes que serán estudiadas inicialmente.

En caso de 2 o 3 variables independientes se recomienda realizar un diseño compuesto central rotacional (DCCR). **(Rodríguez, 2005)**

El procesamiento de los datos obtenidos se realiza en el programa STATISTICA Statsoft. **(Rodríguez, 2005)**

Un diseño compuesto central rotacional o factorial completo está conformado por formulaciones con condiciones factoriales, axiales y con condición de punto central (repeticiones). **(Rodríguez, 2005)**

La utilización de un DCCR tiene las siguientes ventajas:

- Permite determinar los efectos positivos y negativos de las variables independientes en las variables respuestas.
- Menos formulaciones a diferencia de otros métodos tradicionales (Ejemplo: Un factor a la vez, combinación de factores).
- Optimización de procesos y productos.
- Menos costo y menos tiempo. **(Rodríguez, 2005)**

2.3.1. Etapas para la optimización de un proceso.

a. Definir claramente cuáles son los objetivos a ser alcanzados con los experimentos.

-Realizar reuniones para analizar profundamente el proceso en estudio.

-Verificar las restricciones del proceso.

-Definir las variables independientes del estudio y respuestas de interés a ser analizadas.

b. Elaborar un procedimiento experimental considerando las variables independientes definidas.

Cuando el número de variables independientes es igual 2 o 3, una factorial completa debe ser aplicado.

c. Realizar los experimentos para obtener las respuestas.

d. Calcular los efectos de las variables, los errores y analizar estadísticamente.

e. Elaborar los modelos predictivos de las respuestas en función de las variables independientes.

- f. Realizar el ANOVA para verificar la calidad de ajuste del modelo. Calcular las respuestas a través del modelo ajustado y los desvíos entre la respuesta experimental y la estimada por el modelo.
- g. Generar superficies de respuestas y curvas de contorno para análisis y definición de rangos óptimos operacionales de cada variable del proceso.
- h. Validar experimentalmente los resultados realizando ensayos en condiciones optimizadas. **(Rodríguez, 2005)**

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Lugar de Ejecución.

El presente proyecto de investigación se realizará en los siguientes ambientes:

- Instituto de Investigación Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales- Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición Productos Agroindustriales- Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial- Universidad Nacional del Santa.
- Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales (COLECBI S.A.C.).

3.2. Materia Prima e Insumos.

3.2.1. Materia Prima.

Para la producción de cupcake, se utilizará como materia prima:

- Harina de trigo.
- Harina de cáscara de maracuyá.
- Harina de quinua.

3.2.2. Insumos.

Para la producción de cupcake, se utilizará los siguientes insumos:

- Azúcar Rubia.
- Margarina.
- Huevos.
- Leche evaporada.
- Polvo para hornear.
- Emulsionante.
- Antimoho.

3.3. Equipos, Materiales y reactivos.

3.3.1. En la elaboración y evaluación de cupcake.

3.3.1.1. Equipos para la elaboración de harinas.

- Secadora de bandejas.
- Molino.
- Centrifuga.
- Rodajadora circular.

Tabla 10: Equipos para la elaboración de harina de cascara de maracuyá y quinua

	Secadora de bandejas	Módulo de molienda y tamizado	Centrifuga	Rodajadora circular
Modelo	SBT-10X10	MDMT-60XL	CET-3IX	RFT-200X
Serie	JP 001 01 13	JP 001 11 12	JP 008 10	JP-006-10
País	Perú	Perú	Perú	Perú

3.3.1.2. Equipos para la elaboración de cupcakes.

Tabla 11: Equipos para la elaboración de cupcakes.

	Batidora	Balanza analítica	Horno rotatorio
Marca	NOVA	PRECISA	NOVA
Modelo	30 L	LX320A	MAX 1000
Serie	0549026	321LX	0501028
País	Perú	Suiza	Perú

3.3.1.3. Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.

Tabla 12: Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes

	MARCA	MODELO	SERIE	PAÍS
Balanza Gramera	PRECISA	XB4200C	-	Suiza
Cámara bioseguridad, biohazard safety	CHC	CHC-777 2-04	777A2-04-BF19-026	Corea
Cabinet Cocina eléctrica	KESSEN	HPY6870-26	46804273	China
Colorímetro, KONICA MINOLTA	CR-400	-	-	EE.UU
Determinador de humedad	PRECISA	XM-50	-	Suiza
Equipo de AW	ROTRONIC	HydroLab2	-	Perú
Estufa	POL-EKO APARATURA	SW-17TC	SW-1990	EE.UU
Mufla	THERMOLYNE	347034984		Alemania
Selladora	TEW	207-MCSX	20460047	China
Texturometro	BROOKFIELD	CT34500	8555940	EE.UU
Viscosímetro de BROOKFIELD	-	B15-01-LCC	-	UK
pH metro digital	TERMOCIENTIFIC	Orión Star A21	Orión 8302BNUND	EE.UU

3.3.1.4. Materiales de Laboratorio.

- Bureta.
- Crisoles de porcelana.
- Desecador.
- Embudo de vidrio.
- Espátula.
- Matraces de Erlenmeyer (250 y 500 ml).
- Mortero.
- Papel filtro.

- Pera succionadora.
- Pinzas de metal y de madera.
- Pipetas (1, 5 y 10 ml).
- Placas Petri
- Probetas (50 y 100 ml)
- Termómetro
- Varillas de vidrio
- Vasos precipitados (50 y 100 ml)

3.3.1.5. Otros materiales.

- Mesa de acero inoxidable.
- Tinajas.
- Baldes.
- Cernidores.
- Cuchillos.
- Tamices.
- Cubetas.
- Jarras plásticas.
- Moldes y recipientes de aluminio.
- Espátula
- Pirotines de papel especial para hornear.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.
- Papel toalla.
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.

3.3.1.6. Reactivos.

- Hexano puro 98 %.
- Ácido sulfúrico (0.05 N)
- Éter de petróleo
- Rojo de metilo

- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio (0.01N)

3.4. Métodos.

3.4.1. Caracterización de las materias primas.

3.4.1.1. Caracterización de la harina de trigo.

La harina de trigo será caracterizada por las siguientes propiedades.

3.4.1.1.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina serán realizadas por los métodos N°44-15A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa será determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos se determinarán por diferencia. Las pruebas serán realizadas por triplicado.

3.4.1.1.2. Niveles e índice de gluten.

Los niveles de gluten húmedo y seco, así como el índice de gluten se determinarán de acuerdo al método N°38-12^a de la AACC (1995).

3.4.1.1.3. Amilograma.

Para la determinación del amilograma se utilizará el Amilógrafo Brabender de AACC STANDARD N° 22-10 AND N° 22-12 (American Association of Cereal Chemists), ICC STANDARD N° 126/1 (Internacional Association of Cereal Chemistry), ISO 7973 (Internacional Organization for Standardization)

3.4.1.1.4. Farinograma.

El farinógrafo Brabender se empleará para medir las características y aptitudes de las harinas en el amasado.

3.4.1.1.5. Extensógrama.

Para determinar las cualidades elásticas de la masa, su capacidad de estiramiento y su resistencia a la extensión se utilizarán el extensógrafo Brabender.

3.4.1.1.6. Colorimetría.

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*), será calculado según Minolta (1993).

3.4.1.2. Caracterización de la harina de cáscara de maracuyá.

La harina de cáscara de maracuyá será caracterizada por las siguientes propiedades.

3.4.1.2.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina serán realizadas por los métodos N°44-15A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa será determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos se determinarán por diferencia. Las pruebas serán realizadas por triplicado.

3.4.1.2.2. Fibra.

Las cantidades de fibra alimentaria soluble e insoluble serán determinadas segundo el método 991.43 da AOAC (1997). La fibra dietética total se determinará por el método 32.05 de la AOAC (2000).

3.4.1.3. Caracterización de la harina de quinua.

La harina de quinua será caracterizada por las siguientes propiedades.

3.4.1.3.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina de quinua serán realizadas por los métodos N°44-15A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa será determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos se determinarán por diferencia. Las pruebas serán realizadas por triplicado.

3.4.1.3.2. Fibra.

La fibra dietética total se determinará por el método 32.05 de la AOAC (2000).

3.4.2. Cómputo químico.

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

Los resultados se expresarán de manera porcentual. Un valor menor al 100% para un aminoácido indicará ser limitante en el mismo; por el contrario, un aminoácido con un score mayor a 100% expresará una proteína completa.

Para la realización del cómputo químico se tomará los datos bibliográficos de la composición de aminoácidos (mg/g de proteína) de cada una de las harinas; y datos del porcentaje de proteínas obtenidas en laboratorio que contiene cada harina en estudio.

3.4.2. Producción de Cupcakes.

3.4.3.1. Formulación.

La formulación base para la elaboración de los cupcakes, se realizará tomando en cuenta la formulación mostrada en la Tabla 12.

Tabla 13: Formulación base para la producción de cupcakes.

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina	100
Azúcar	60
Huevos	40
Margarina	50
Leche	40
Polvo para hornear	2
Emulsionante	0.5
Antimoho	0.25

Fuente: Muñoz, (2010).

3.4.3.2. Procedimiento para elaboración de cupcakes.

El procedimiento para la elaboración de cupcakes esta descrito por las siguientes etapas:

A. Recepción.

Se recepcionará la materia prima e insumos respectivos para la elaboración de los cupcakes cuidando las adecuadas condiciones de higiene, y la calidad de cada ingrediente.

B. Pesado.

En esta etapa, se pesará la materia prima e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Para llevar a cabo esta operación se hará uso de una balanza que permita obtener las cantidades requeridas.

C. **Cremado.**

En esta etapa se batirá por aproximadamente 15 min la margarina y el azúcar a fin de obtener una pasta homogénea y sin grumos. Con este procedimiento la grasa de la mantequilla duplica su volumen inicial y, además, se logra disolver el azúcar en dicha grasa. La margarina fricciona esos pequeños cristales del azúcar logrando que se formen burbujas de aire. Estas burbujas se hacen más grandes y se multiplican en el proceso de batido. Con un batido bien aireado se logra un cupcake con buen volumen y de miga suave

D. **Mezclado 1.**

En esta operación se agregará los huevos por un espacio de 1 minuto aproximadamente entre cada uno, batiendo durante 5 minutos. A continuación, se añadirá el emulsionante y se batió por 10 minutos más.

E. **Mezclado 2.**

En esta etapa, se agregará leche a la mezcla 1 y se procederá a batir por 2 minutos para lograr su completa integración a la masa.

F. **Mezclado 3.**

En esta operación se procederá a incorporar a la mezcla 2 todos los ingredientes secos, mezclando las harinas según corresponda a la formulación, previamente cernidas, asimismo se agregará el polvo de hornear y el antimoho, mezclando hasta obtener una masa homogénea

G. **Moldeado.**

En esta operación, el dosificado se realizará en pirotines número 7, colocados previamente en moldes de acero inoxidable, y en cada uno se agregará 50 gramos de masa con ayuda de una balanza. Esta operación se realizará de manera manual.

H. **Horneado.**

El horneado se llevará a cabo en un horno rotatorio marca Nova, a una temperatura de 120 °C durante 15 minutos para la cocción y 140 °C por 10 minutos para el dorado.

I. **Enfriado.**

Los cupcakes se enfriarán sobre unas bandejas de acero inoxidable a temperatura ambiente por un espacio de aproximadamente 45 minutos.

J. **Envasado.**

Después de enfriar, se procederá a desmoldar los cupcakes y luego serán envasados en bolsas de polietileno de alta densidad para ser sellados herméticamente

K. **Almacenamiento.**

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

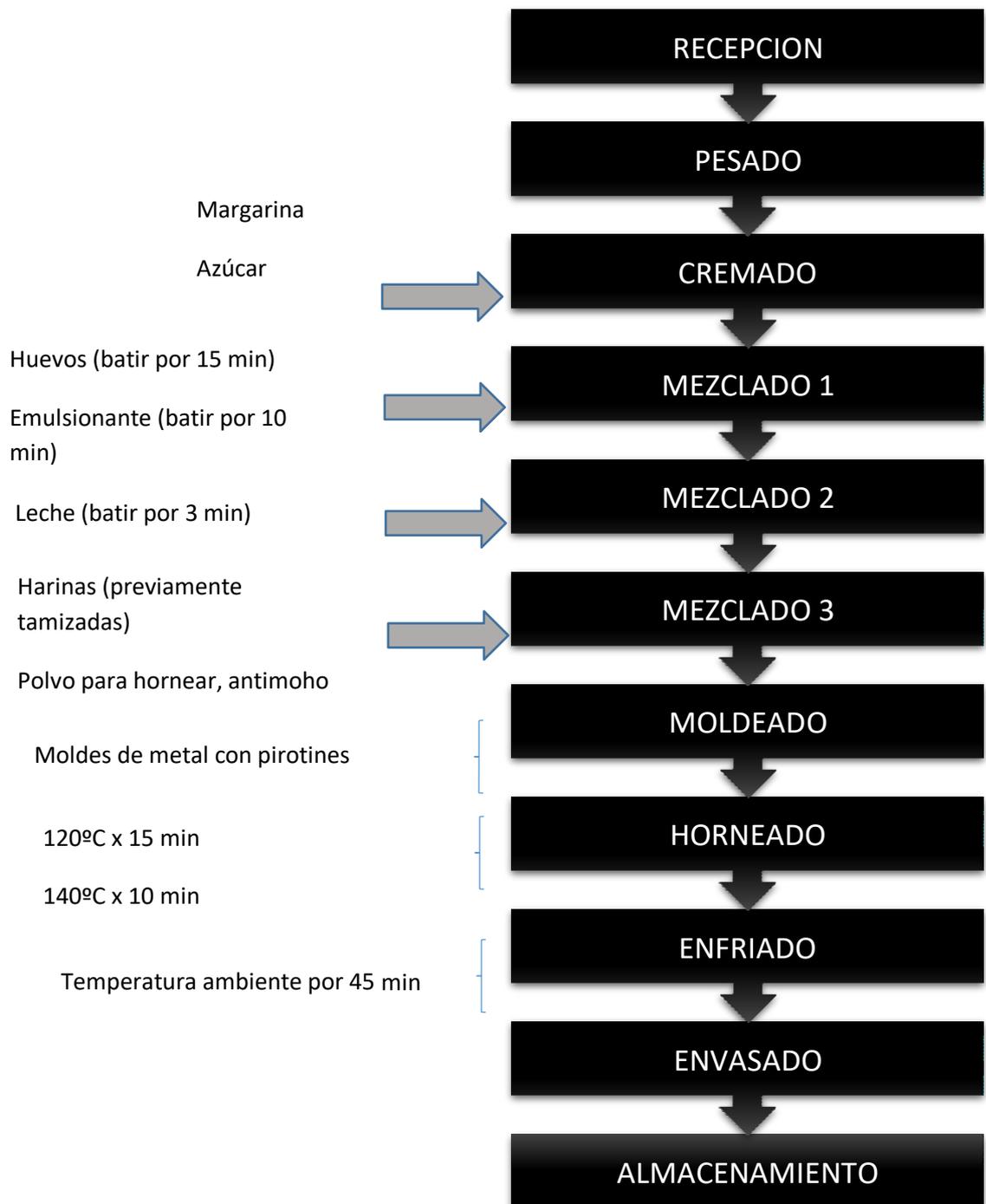


Figura 2: Diagrama de Flujo del proceso de elaboración

3.4.3. Evaluación de los cupcakes.

Los cupcakes producidos serán caracterizados a través de los siguientes análisis:

3.4.3.1. Volumen específico.

El volumen del producto se determinará por el método de desplazamiento de semillas de baja densidad (alpiste), una hora después del horneado. El recipiente utilizado fue de metal. Se seguirá el método AACC N° 1005 (2000)

3.4.3.2. Color de la corteza y de la miga.

Para la determinación del color de la corteza y la miga de los cupcakes será utilizado el colorímetro (Marca. KONICA MINOLTA CR-400T) 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).

El color de la miga será realizado en el centro del cupcake, por triplicado y el color de la corteza en la parte superior del cupcake, en el punto medio.

La cromacidad será determinado utilizando la siguiente ecuación:

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

El ángulo de tonalidad h será determinado por:

$$h = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

3.4.3.3. Textura instrumental.

Para determinar la resistencia a la extensión se utilizará el extensógrafo BROOKFIELD siguiendo el método AOAC 74-10A (2000)

3.4.3.4. Análisis sensorial.

Será realizado el análisis sensorial de todas las formulaciones de cupcakes incluyendo el cupcake patrón.

Los cupcakes serán evaluados por 30 panelistas no entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad. Las características evaluadas serán: apariencia general, color, aroma, textura, sabor e intención de compra.

Las muestras estarán codificadas con números de tres cifras. Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial serán realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos (1=me disgusta mucho a 5=me gusta mucho). Los panelistas serán cuestionados en cuanto a la intención de compra, en caso de que el producto estuviera en venta, en una escala de 5 puntos.

3.4.3.5. Análisis estadístico.

El programa estadístico Statistica 12.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes en la variable respuestas, para calcular los coeficientes de regresión, el análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5% o 10% según sea el caso.

3.4.4. Evaluación de la mejor formulación de cupcake.

La elección de la mejor formulación del Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2 aplicado, se realizó teniendo en cuenta principalmente que el cómputo químico de aminoácidos sea elevado y que en el análisis sensorial la formulación goce de la mayor aceptación e intención de compra. A la formulación seleccionada como el mejor conjunto con el patrón se le determinará los siguientes análisis:

3.4.4.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la mejor formulación y el patrón serán realizadas por los métodos N°44-15A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa será determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos se determinarán por diferencia. Las pruebas serán realizadas por triplicado.

3.4.4.2. Fibra.

La fibra dietética total se determinará por el método 32.05 de la AOAC (2000).

3.4.4.2. Polifenoles

El contenido de polifenoles totales fue determinado por el método Folin-Ciocalteu.

3.5. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado para la siguiente investigación será el Diseño Compuesto Central Rotacional o diseño factorial 2^2 , donde las variables independientes son los niveles de harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua (Tabla 14).

El diseño experimental que se muestra en la tabla 15 incluye un total de 11 ensayos, 4 ensayos en condiciones axiales, 4 ensayos en condiciones factoriales y 3 repeticiones del punto central.

Mediante el diseño estadístico, el procesamiento y análisis de los datos (programa STATISTICA Statsoft v 12.0) obtenidos se evaluará los efectos las variables independientes sobre las variables dependientes.

A través de las superficies de respuestas obtenidas para cada variable dependiente se seleccionará una región óptima, donde se obtenga un cupcake con las mejores propiedades físico-químicas y organolépticas.

Tabla 14: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2^2 .

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
X1 : Harina de Cáscara de maracuyá (%)	3	3.4	4.5	5.56	6
X2 : Harina de quinua (%)	3	4.02	6.5	8.97	10

$\alpha=1.4142$

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

Ensayo	Valores codificados		Valores reales	
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂
1	-1	-1	3.4	4.0
2	+1	-1	5.56	4.0
3	-1	+1	3.4	8.97
4	+1	+1	5.56	8.97
5	- α	0	3	6.5
6	α	0	6	6.5
7	0	- α	4.5	3
8	0	α	4.5	10
9	0	0	4.5	6.5
10	0	0	4.5	6.5
11	0	0	4.5	6.5

X₁: Harina de cáscara de maracuyá, X₂: Harina de quinua

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Análisis proximal de la harina de trigo

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de trigo se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina.

Componentes	(%)
Humedad	13.68±0.5
Proteína	11.37±0.08
Ceniza	1.28±0.33
Grasa	0.65±0.15
Carbohidratos	73.02
Fibra	1.53±0.15

Los resultados mostrados en la tabla 16 muestran que la humedad asciende a los 13.68±0.5%, valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986.

El contenido de proteína de la harina es de 11,37%, siendo mayor al 7,0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 1.28±0.33%, lo cual cumple con la N.T.P. 205.027:1986, para harina de trigo enriquecida.

El contenido de carbohidratos en la harina fue de 73.02%, valor cercano a (Bilbao, 2007), el cual menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos.

También (Bilbao, 2007) menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como máximo es de 1.5%, lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros ya que se reportó una cantidad de fibra del 1.53±0.15%.

4.2. Análisis proximal de la harina de cascara de maracuyá

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de cascara de maracuyá se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17: Composición químico proximal de la Harina de cascara de maracuyá en 100g de harina.

Componentes	(%)
Humedad	10.90±0.21
Proteína	4.86±0.16
Cenizas	8.10±0.15
Grasa	1.23±0.11
Carbohidratos totales	74.91
Fibra	26.58

La harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 10.90 % de humedad, con una desviación estándar de 0.21 estando dentro de las tolerancias indicadas en la norma técnica peruana 205.040 de INDECOPI (1976) para harinas sucedáneas de trigo, la cual tiene una humedad de 15%.

El contenido de humedad es un valor que influye en las características composicionales, depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a los cuales se sometieron durante su procesamiento. (Cruz, 2002).

El contenido de proteína en la harina de cáscara de maracuyá, presentó un promedio de 4.86%, con una desviación estándar de 0.16.

El contenido de cenizas obtenido presentó un promedio de 8.10%, con una desviación estándar de 0.15, teniendo que considerar que el contenido de

cenizas también puede variar de acuerdo al fruto, estado de madurez, variedad y temporada de cosecha del mismo, así como por las condiciones de cultivo (Priego, 2007).

El contenido de grasa que se observa en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 1.23 %, con una desviación estándar de 0.11. Este resultado es mayor que el porcentaje de grasa de 0.45% encontrado por Pérez y Márquez (2006) para residuos fibrosos de espárrago, lo cual se debe a la naturaleza del fruto.

La cantidad de carbohidratos totales obtenidos en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 74.91 %, y los carbohidratos netos, 48.33%. Se puede decir que los carbohidratos de las frutas son azúcares y en frutas cítricas, están conformados por monosacáridos (glucosa y fructosa), oligosacáridos (sacarosa) y polisacáridos (celulosa, almidón, hemicelulosas y pectinas) (Repo y Encina, 2008); y debido al alto contenido de carbohidratos de la cáscara que se obtuvieron en esta investigación es posible tener en cuenta estos componentes como posible estudio posterior en las cáscaras.

El contenido de fibra para la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 26.58%, siendo ligeramente menor a la reportada por García (2003), el cual obtuvo 29.05% de fibra cruda en los residuos fibrosos de maracuyá.

4.3. Análisis proximal de la harina de quinua

Los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de camote se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Composición químico proximal de la Harina de Quinua en 100g de harina.

Componentes (%)	Harina de Quinua
Humedad	10.38±0.54
Proteína	12.58
Cenizas	2.3±0.18
Grasa	3.15
Carbohidratos	71.59

Los resultados mostrados en tabla 18, nos indican que la Harina de Quinua tiene un porcentaje de 10.38% de Humedad y 2.3% de Cenizas, los cuales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles por la **Norma Técnica Peruana 205.062 de INDECOPI**; (11.5 y 2.5 % respectivamente).

El contenido de grasa obtenido en este trabajo de investigación fue 3.15% la cual se encuentra dentro del rango de 1.8% a 9.3% reportado por Bo (1991) y Morón (1999) citados por por Jacobsen y Sherwood (2002), quienes indican que el contenido de grasa de la quinua tiene un alto valor debido a su alto porcentaje de ácidos grasos insaturados. Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado, pero que la convierte en una fuente potencial de omega 3 y omega 6, ayudando a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL (o colesterol bueno).

En general, si se hace una comparación entre la composición de nutrientes de la quinua y los del trigo, arroz y maíz (que tradicionalmente se mencionan en la bibliografía como los granos de oro) se puede corroborar que los valores promedios que reportan para la quinua son superiores a los tres cereales en cuanto al contenido de proteína, grasa y ceniza (Rojas et al., 2010). Dicho resultado de la composición porcentual para la harina de quinua concuerda con los reportados por Bilbao, 2007.

4.4. Colorimetría de la harina de trigo, de quinua y cascara de maracuyá.

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

Tabla 19: Colorimetría de las harinas de trigo y cascara de maracuyá.

Materia Prima	Luminosidad (L)	Cromacidad		Angulo de tonalidad (H)	
		a *	b *		
Harina de trigo	101.29±0.09	-1.67±0.09	14.88±0.18	14.98±0.18	83.61±0.16
Harina de cascara maracuyá	74.81±0.78	3.85±0.52	35.97±0.07	36.17±0.1	86.47
Harina de quinua	92.76±0.12	-0.38±0.01	14.12±0.61	13.90±0.61	91.88±0.01

Para la harina de trigo, el valor presentado de a* (-1.67) muestra una ligera tendencia al color verde, con respecto al valor de b* (14.88), el cual muestra una tendencia al color amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides. El ángulo de tonalidad presentó un valor de 83.61 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo). La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 14.98.

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

Con respecto a la harina de cascara de maracuyá observamos que el valor presentado de b^* (35.97), el cual muestra una tendencia al color amarillo mayor que la harina de trigo. El valor de a^* (3.85) muestra una tendencia al color rojo y con respecto al ángulo de tonalidad presentó un valor de 86.47 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 36.17.

4.5. Polifenoles en la harina de cascara de maracuyá

En la tabla 20 se muestra el resultado de los polifenoles para la harina de cascara de maracuyá por el método de Folin Ciocalteu.

Tabla 20: Polifenoles para la harina de cáscara de maracuyá.

Materia Prima	Polifenoles mg AGE/100 g
Harina de cascara maracuyá (HCM)	104.005±0.19

El valor de 104.005 para la harina de cascara de maracuyá es menor al reportado por Carvajal De Pabón, et al. (2011) quienes obtuvieron el valor de 125.211 mg AGE/100 g para un macerado de pulpa de maracuyá y el de Moreno (2017), quien obtuvo 1434.40 mg AGE/100 g para la harina de cascara de mango, variedad kent.

4.6. Volumen específico.

Tabla 21: Volumen específico del cupcake.

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de quinua	Volumen Específico (ml/g)
1	-1.00 (3.44)	-1.00 (4.03)	1.980
2	1.00 (5.56)	-1.00 (4.03)	1.763
3	-1.00 (3.44)	1.00 (8.97)	1.915
4	1.00 (5.56)	1.00 (8.97)	1.621
5	-1.41 (3.00)	0 (6.5)	1.740
6	1.41 (6.00)	0 (6.5)	1.702
7	0 (4.5)	-1.41 (3)	1.605
8	0 (4.5)	1.41 (10)	1.793
9	0 (4.5)	0 (6.5)	1.480
10	0 (4.5)	0 (6.5)	1.530
11	0 (4.5)	0 (6.5)	1.435
Patrón	-	-	1.960

La **tabla 21** muestra los valores codificados y reales del diseño factorial aplicado y los resultados obtenidos para la variable respuesta de volumen específico.

Como se puede observar en la **tabla 21**, se muestra los resultados de volumen específico para cada una de los ensayos. Los valores se encuentran entre 1.530(Formulación 10) y 1.980 (Formulación 1); valores mínimos y máximo respectivamente.

Las formulaciones 9, 10 y 11 considerados repeticiones y/o con condición de punto central mostraron valores próximos; lo que indica la buena repetitividad del proceso realizado.

Al realizar el procesamiento de datos en el software STATISTICA STATSOFT se obtuvo los coeficientes de regresión de los términos lineales y cuadráticos, e interacción de las variables independientes en estudio (**tabla 22**) y los efectos significativos para la variable en estudio que se muestra en el diagrama de Pareto (**figura 3**). Además de los coeficientes de regresión, se muestra el error estándar, el valor de t-student (en función a los grados de libertad del error experimental); y los valores de probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q); así como de la interacción de las variables independientes de Harina de cáscara de maracuyá (x_1) y Harina de quinua (x_2).

Tabla 22: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	1.48	0.07	19.99	<0.0001
x_1 (L)	-0.14	0.09	-1.55	0.1809
x_1 (Q)	0.29	0.11	2.73	0.0415
x_2 (L)	0.01	0.09	0.16	0.8767
x_2 (Q)	0.27	0.11	2.52	0.0531
$x_1 \times x_2$	-0.04	0.13	-0.30	0.7750

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá, x_2 =Harina de quinua, L=término lineal, Q=término cuadrático. * Valores estadísticamente significativos al 10% de significancia ($p < 0.10$).

El porcentaje de significancia considerado en el análisis estadístico fue el 10%. Por tanto, se concluye que los términos significativos (ver tabla 21 y figura 3) en el estudio de la variable Volumen Específico; fueron los términos cuadráticos de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

El valor de coeficiente de determinación o coeficiente de explicación (r^2); para el diseño factorial 2^2 completo fue de **72.528%**. Este valor indica el buen ajuste del modelo. Así mismo al excluir en el software STATISTICA los términos que no fueron significativos ($p > 0.10$); el nuevo valor de coeficiente de determinación para el diseño factorial es de **58.617%**. Lo que indica una falta de ajuste en el modelo; no pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

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

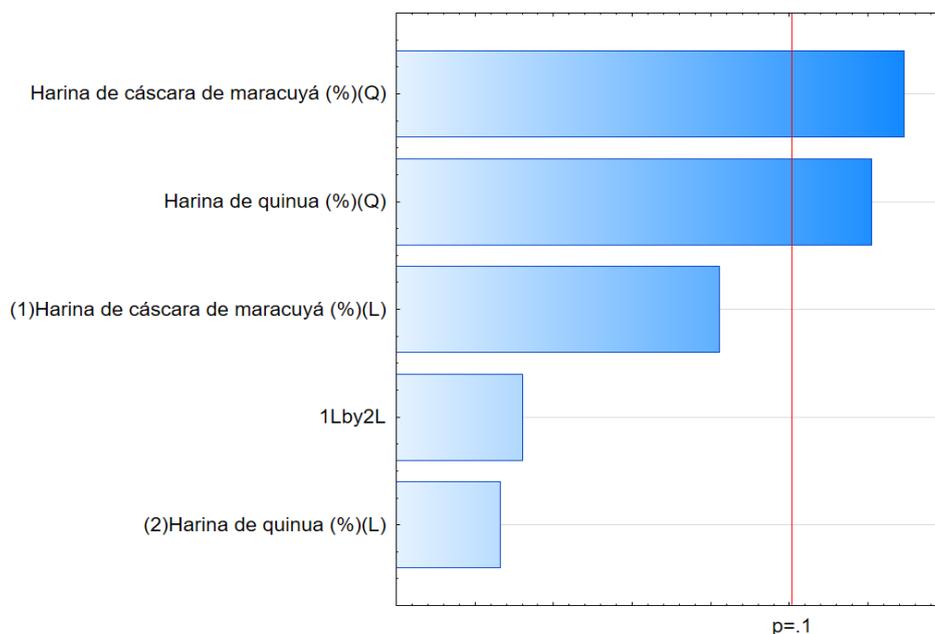


Figura 3: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.

4.7. Evaluación sensorial.

La tabla 23 muestra los resultados de la evaluación sensorial de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

Tabla 23: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de los cupcakes.

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de quinua	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	% de Intención de compra
1	-1.00 (3.44)	-1.00 (4.03)	3.78	4	4.63	3.4	3.28	80.00
2	1.00 (5.56)	-1.00 (4.03)	3.91	3.4	4.06	3.75	3.53	75.00
3	-1.00 (3.44)	1.00 (8.97)	3.28	3.9	3.75	3.4	3.41	70.00
4	1.00 (5.56)	1.00 (8.97)	3.25	3.25	4.03	3.75	3.22	75.00
5	-1.41 (3.00)	0 (6.5)	4.313	3.781	4.313	3.719	3.78	78.13
6	1.41 (6.00)	0 (6.5)	3.75	3.4	3.63	3.6	3.4	57.50
7	0 (4.5)	-1.41 (3)	3.13	3.09	3.38	2.91	2.28	42.50
8	0 (4.5)	1.41 (10)	2.44	2.9	2.75	2.44	2.69	41.25
9	0 (4.5)	0 (6.5)	2.85	2.85	3.88	2.91	3.25	65.63
10	0 (4.5)	0 (6.5)	2.91	2.81	3.25	2.85	3.2	63.50
11	0 (4.5)	0 (6.5)	2.66	2.88	3.56	2.75	3.22	60.00
Patrón	-	-	3.41	3.66	3.78	3.78	3.66	72.50

4.7.1. Color del cupcake.

Los valores reportados para el color del cupcake presentan un rango de 2.70 a 4.00 (tabla 23).

La tabla 23 muestra al ensayo 1,3 y 5 como los que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

Tabla 24: Coeficientes de regresión para respuesta color de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	2.85	0.14	20.01	<0.0001
x₁ (L)	-0.45	0.17	-2.57	0.0502
x₁ (Q)	0.92	0.21	4.42	0.0067
x₂ (L)	-0.13	0.17	-0.74	0.4901
x₂ (Q)	0.32	0.21	1.55	0.1826
x₁ x x₂	-0.03	0.25	-0.10	0.9231

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

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

A través del análisis de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los coeficientes y efectos de las variables independientes en estudio sobre la respuesta color de los cupcakes, tabla 24 y figura 4. Analizando estos efectos se observa que los términos que tuvieron efecto significativo (p<0.10) fueron los términos lineal y cuadrático de harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño factorial completo 2^2 de la variable en estudio fue de **84.252%**. Este valor indica el buen ajuste del modelo.

Al excluir los términos no significativos ($p > 0.10$); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **74.938%**; manteniendo su condición de buen ajuste.

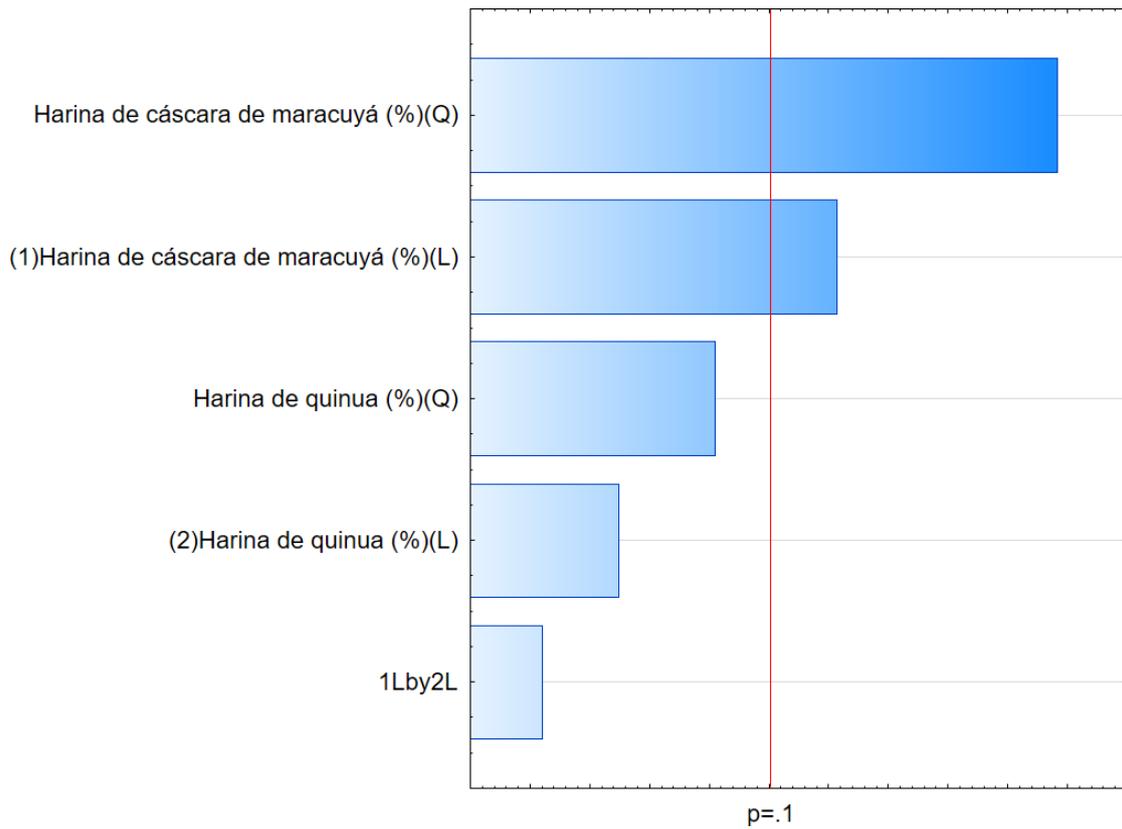


Figura 4: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta color.

Tabla 25: Análisis de varianza para la respuesta color del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.05)
Regresión	1.45	2	0.73		
Residuos	0.48	8	0.06	12.17	4.46
Total	1.93	10	0.19		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 25, se observa que el modelo que describe la respuesta color en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ fue mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de una superficie de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo codificado representado en la ecuación 1, que muestra la posibilidad del color de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Color} = y = 2.85 - 0.45x_1 + 0.92x_1^2 \dots(1)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

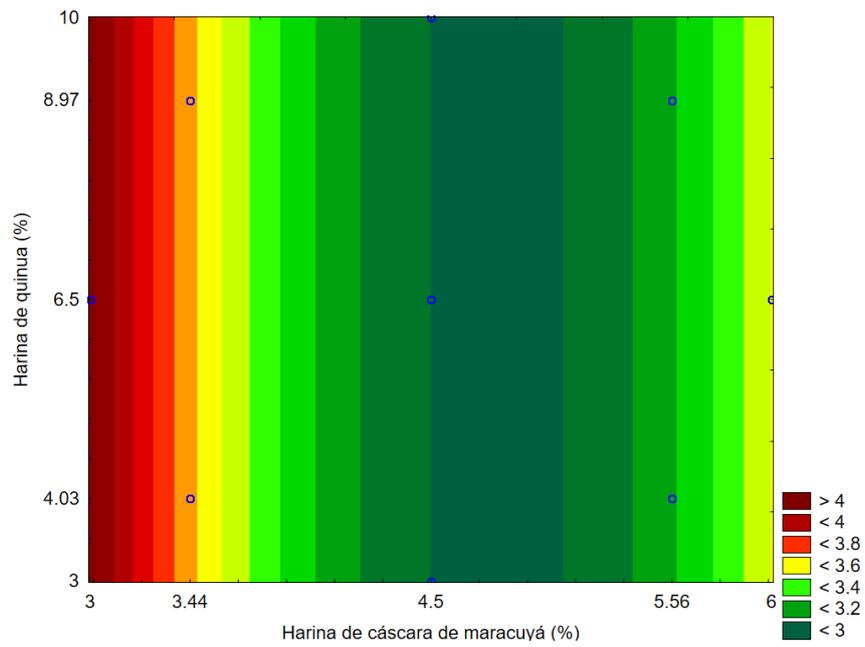
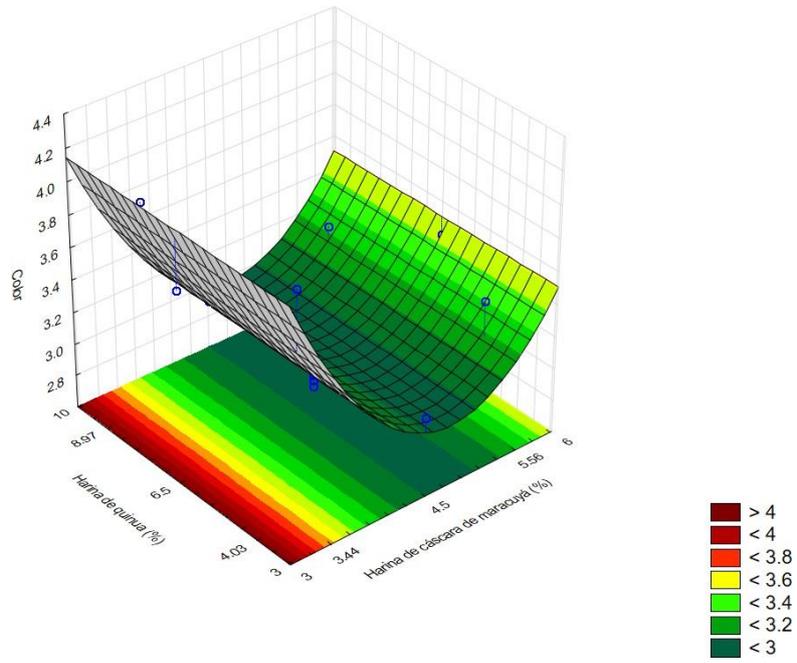


Figura 5: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el color de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 5 indica claramente la influencia de la harina de cáscara de maracuyá en la variable en estudio, además indica la no significancia del término Harina de quinua en los niveles estudiados en esta investigación (de 3 a 10%). La figura indica que al adicionar porcentajes de 3 a 3.44% de Harina de cáscara de maracuyá se obtendrán valores mayores a 4.0 en el parámetro en estudio.

4.7.2. Textura del cupcake.

La tabla 23 muestra los resultados de textura para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

La tabla 23 muestra al ensayo 2,4 y 5 como los que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta textura, tabla 25 y figura 6. Analizando las probabilidades de cada término se concluye que solo el término cuadrático de Harina de cáscara de maracuyá tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la textura de los cupcakes.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **77.271%**. Lo que indica un buen ajuste en los datos. Al excluir los términos no significativos ($p > 0.05$); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **72.998%**; pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

Tabla 26: Coeficientes de regresión para respuesta textura de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(9)	p-valor*
Media	2.84	0.18	15.61	<0.0001
x₁ (L)	0.13	0.22	0.59	0.5762
x₁ (Q)	1.03	0.26	3.88	0.0117
x₂ (L)	-0.17	0.22	-0.75	0.4888
x₂ (Q)	0.04	0.26	0.16	0.8796
x₁ x x₂	0	0.31	0	1.000

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

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

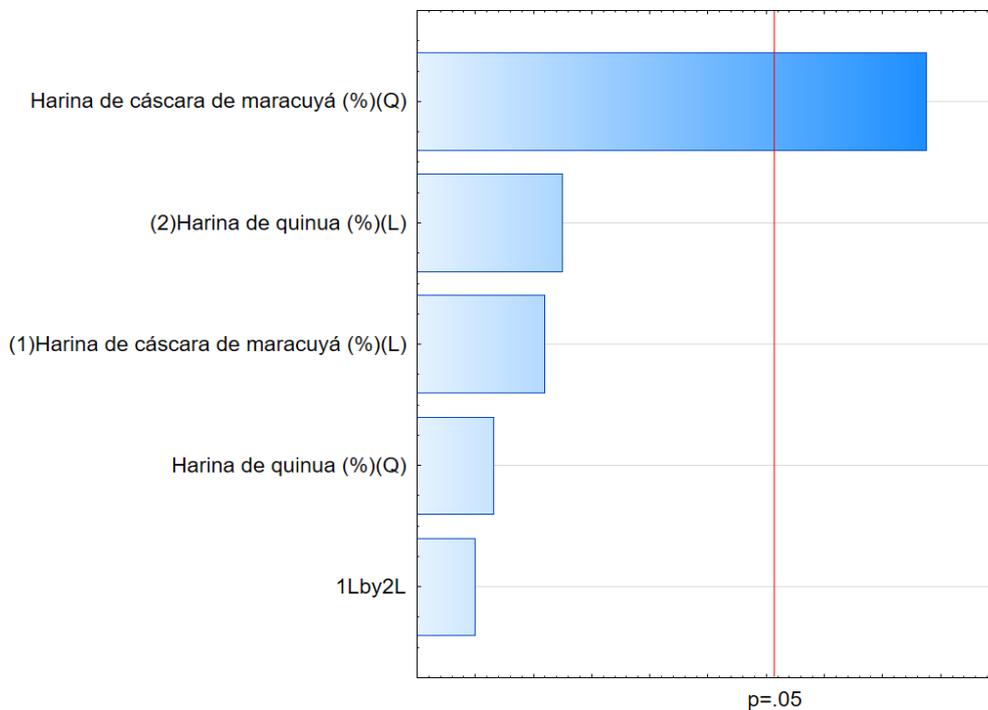


Figura 6: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta textura.

Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta textura del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (1, 9;0.05)
Regresión	1.59	1	1.59		
Residuos	0.59	9	0.07	22.71	5.12
Total	2.18	10	0.22		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 27, se observa que el modelo que describe la respuesta textura en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ fue mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de una superficie de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo codificado representado en la ecuación 2, que muestra la posibilidad de la textura de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Textura} = y = 2.84 + 1.03 x_1^2 \dots (2)$$

Donde:

x_1 = Harina de cáscara de maracuyá.

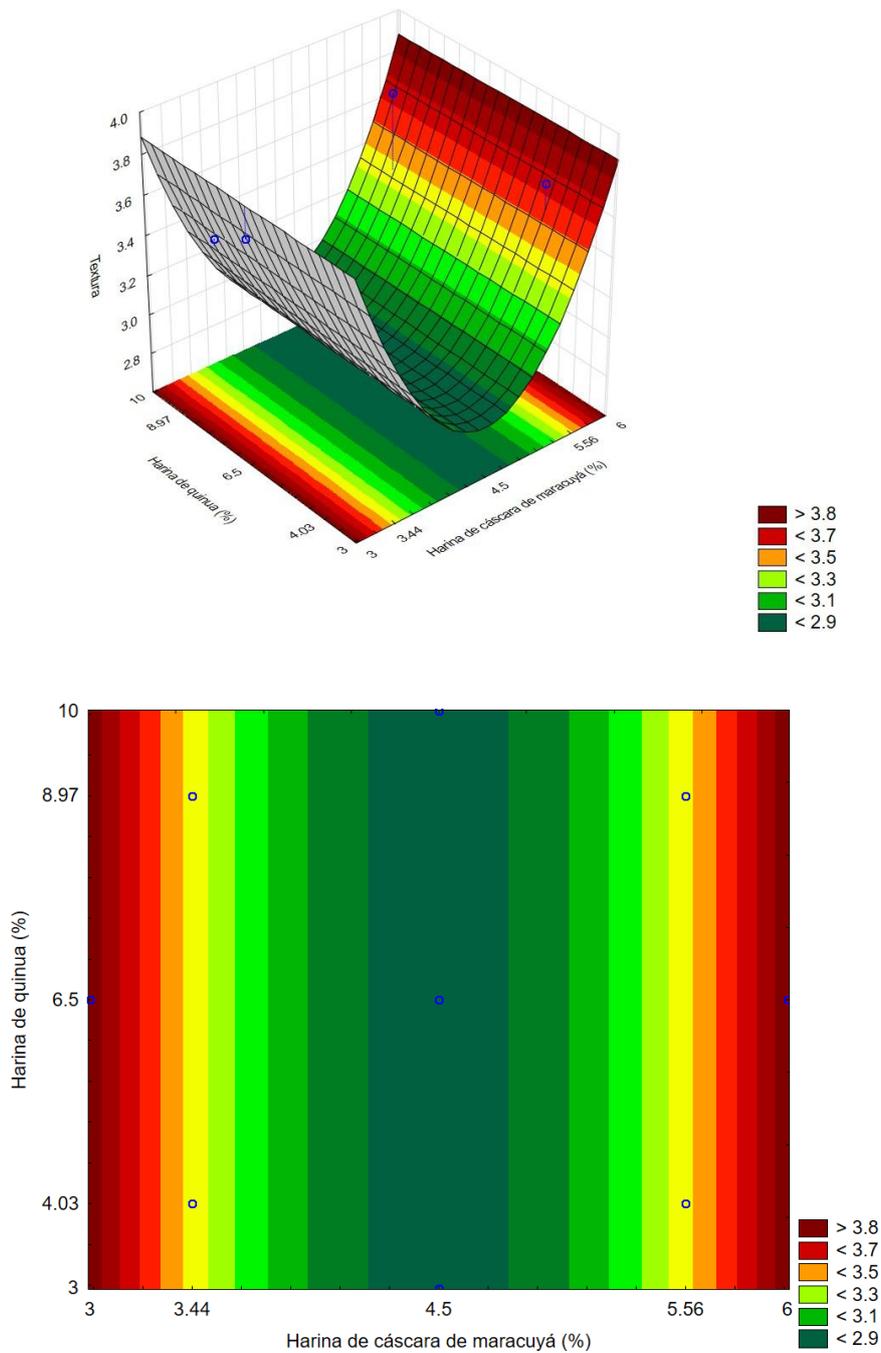


Figura 7: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la textura de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 7 indica la influencia del término cuadrático de harina de cáscara de maracuyá en la variable

en estudio, además indica la no significancia del término Harina de quinua en los niveles estudiados en esta investigación (de 3 a 10%).

4.7.3. Sabor del cupcake.

La tabla 22 muestra los resultados de sabor sensorial para cada formulación del diseño factorial 2².

La tabla 22 muestra al ensayo 5 como el que goza de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta sabor, presentados en la tabla 28. Los valores de probabilidad indican que los términos cuadráticos de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua fueron significativos.

Tabla 28: Coeficientes de regresión para respuesta sabor de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	3.22	0.15	21.86	<0.0001
x₁ (L)	-0.12	0.18	-0.66	0.5379
x₁ (Q)	0.53	0.21	2.46	0.0575
x₂ (L)	0.09	0.18	0.55	0.6037
x₂ (Q)	-0.58	0.21	-2.69	0.0436
x₁ x x₂	-0.22	0.26	-0.86	0.4283

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

* Valores estadísticamente significativos al 10% de significancia (p<0.10).

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño experimental completo de la variable en estudio fue de **80.182%**. Este valor indica un alto ajuste modelo.

Al excluir del diseño experimental completo, aquellos términos por no ser significativos ($p > 0.10$); el nuevo r^2 que se presenta para el modelo ajustado es de **74.294%**.

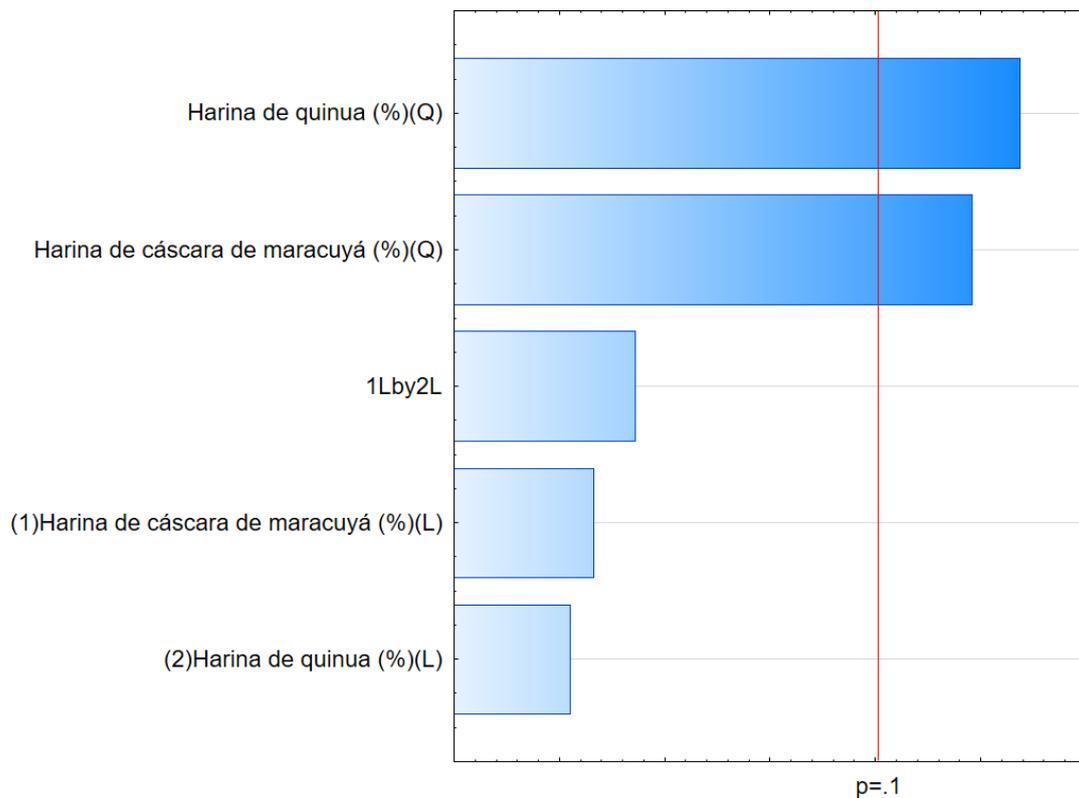


Figura 8: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta sabor.

Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta sabor del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.10)
Regresión	1.23	2	0.62		
Residuos	0.42	8	0.05	12.40	4.46
Total	1.65	10	0.17		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 29, se observa que el modelo que describe la respuesta sabor en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ es mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 3, que muestra la posibilidad del sabor de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Sabor} = 3.22 + 0.53x_1^2 - 0.58x_2^2 \dots\dots(3)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el sabor en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 9**.

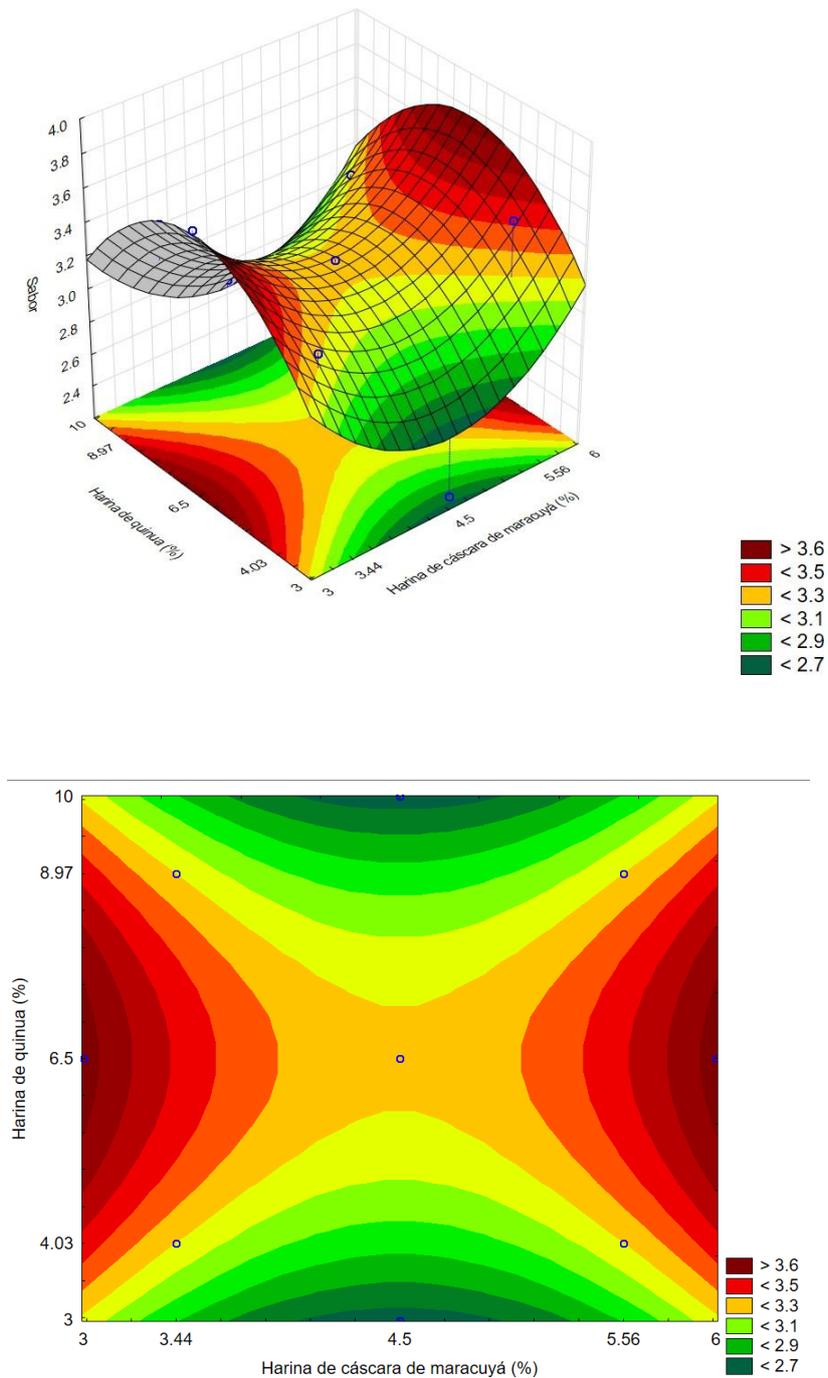


Figura 9: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el sabor de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 9 indica que al adicionar niveles de Harina de quinua (de 4.03 a 8.97%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.56 a 6.0%); se obtendrá valores mayores 3.6 en el parámetro en estudio.

4.7.4. Apariencia del cupcake.

Los valores reportados para la apariencia del cupcake presentan un rango de 2.44 a 3.91 (tabla 23)

La tabla 23 muestra al ensayo 2 y 5 como los que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

Tabla 30: Coeficientes de regresión para respuesta apariencia de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	2.81	0.11	25.49	<0.0001
x₁ (L)	-0.17	0.13	-1.29	0.2532
x₁ (Q)	1.29	0.16	8.09	0.0005
x₂ (L)	-0.53	0.13	-3.96	0.0107
x₂ (Q)	0.05	0.16	0.32	0.7603
x₁ x x₂	-0.08	0.19	-0.42	0.6922

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

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

A través del análisis de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los coeficientes y efectos de las variables independientes en estudio sobre la respuesta apariencia de los cupcakes, tabla 30 y figura 10. Analizando estos efectos se observa que los términos que tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) fueron el término cuadrático de harina de cáscara de maracuyá y el término lineal de Harina de quinua.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño factorial completo 2^2 de la variable en estudio fue de **94.601%**. Este valor indica el buen ajuste del modelo.

Al excluir los términos no significativos ($p > 0.05$); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **92.499%**; manteniendo su condición de buen ajuste.

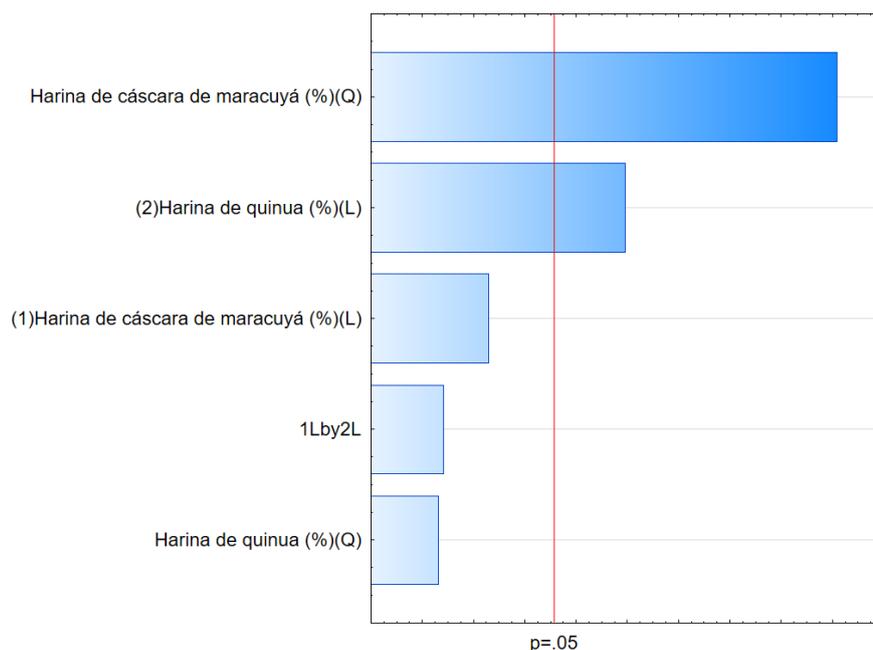


Figura 10: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta apariencia.

Tabla 31: Análisis de varianza para la respuesta apariencia del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.05)
Regresión	3.12	2	1.56		
Residuos	0.25	8	0.03	52.00	4.46
Total	3.37	10	0.34		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 31, se observa que el modelo que describe la respuesta color en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ fue mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de una superficie de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo codificado representado en la ecuación 4, que muestra la posibilidad de la apariencia de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Apariencia} = y = 2.81 + 1.29x_1^2 - 0.53x_2 \dots (4)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el sabor en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 11**.

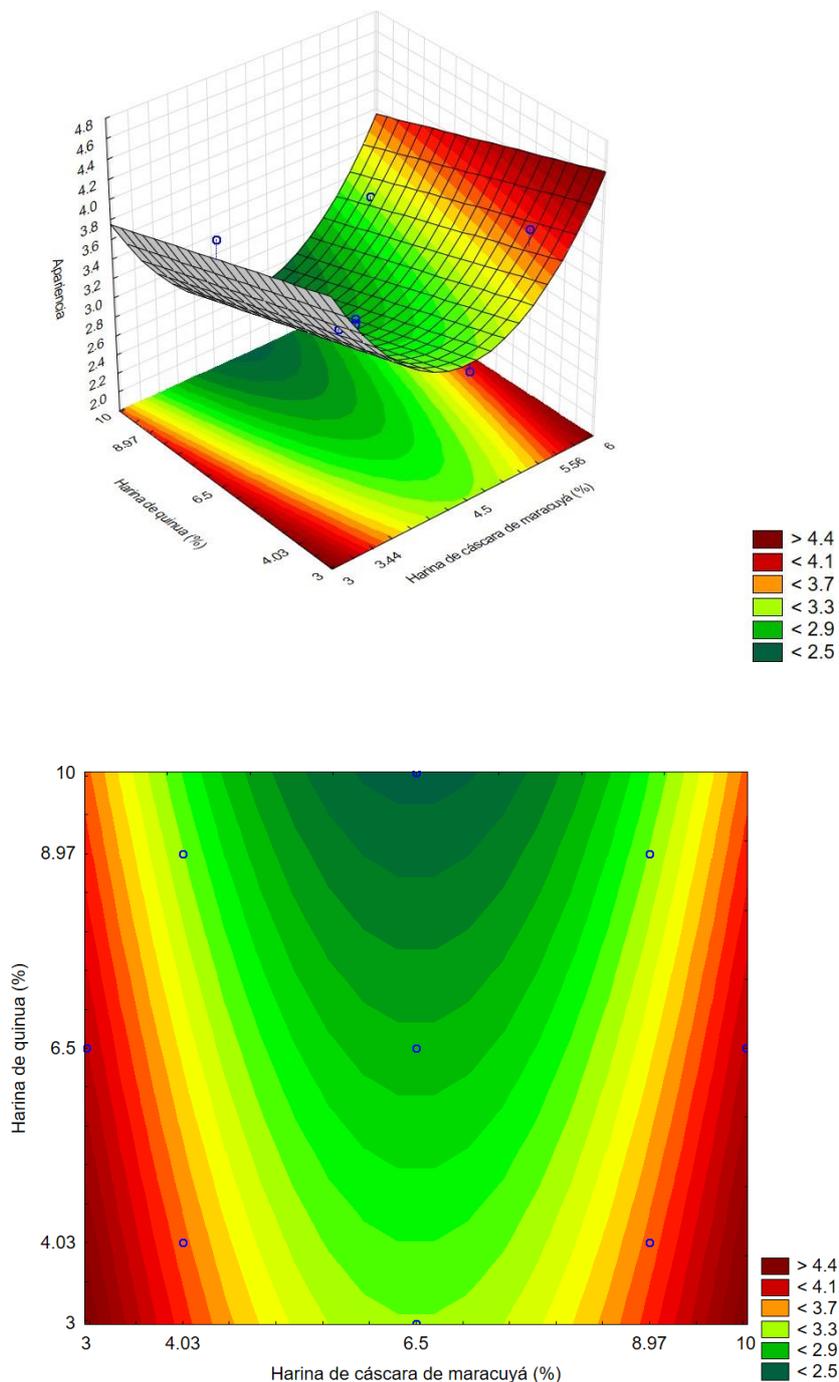


Figura 11: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la apariencia de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 12, indica que al adicionar niveles de harina de quinua entre 8.97 y 10% y harina de cascara de maracuyá alrededor 6.5% se obtendrá valores menores a 2.9 para la respuesta en estudio.

4.7.5. Aroma.

La **tabla 23** muestra los valores codificados y reales del diseño factorial aplicado y los resultados obtenidos para la variable respuesta de volumen específico.

Como se puede observar en la **tabla 23**, se muestra los resultados de aroma para cada una de los ensayos. Los valores se encuentran entre 2.75 y 4.63; valores mínimos y máximo respectivamente.

Al realizar el procesamiento de datos en el software STATISTICA STATSOFT se obtuvo los coeficientes de regresión de los términos lineales y cuadráticos, e interacción de las variables independientes en estudio (**tabla 32**) y los efectos significativos para la variable en estudio que se muestra en el diagrama de Pareto (**figura 12**). Además de los coeficientes de regresión, se muestra el error estándar, el valor de t-student (en función a los grados de libertad del error experimental); y los valores de probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q); así como de la interacción de las variables independientes de Harina de cáscara de maracuyá (x_1) y Harina de quinua (x_2).

Tabla 32: Coeficientes de regresión para respuesta aroma de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	3.56	0.25	13.99	<0.0001
x₁ (L)	-0.31	0.31	-1.01	0.3605
x₁ (Q)	0.71	0.37	1.91	0.1150
x₂ (L)	-0.45	0.31	-1.44	0.2087
x₂ (Q)	-0.19	0.37	-0.53	0.6159
x₁ x x₂	0.43	0.44	0.96	0.3798

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=Harina de quinua, L=término lineal, Q=término cuadrático. * Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

El porcentaje de significancia considerado en el análisis estadístico fue el 5%. Por tanto se concluye que los términos significativos (ver tabla 32 y figura 12) en el estudio de la variable Aroma; fueron los términos cuadráticos de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

El valor de coeficiente de determinación o coeficiente de explicación (r^2); para el diseño factorial 2² completo fue de **64.200%**. Este valor indica un ajuste bajo en el modelo; no pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

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

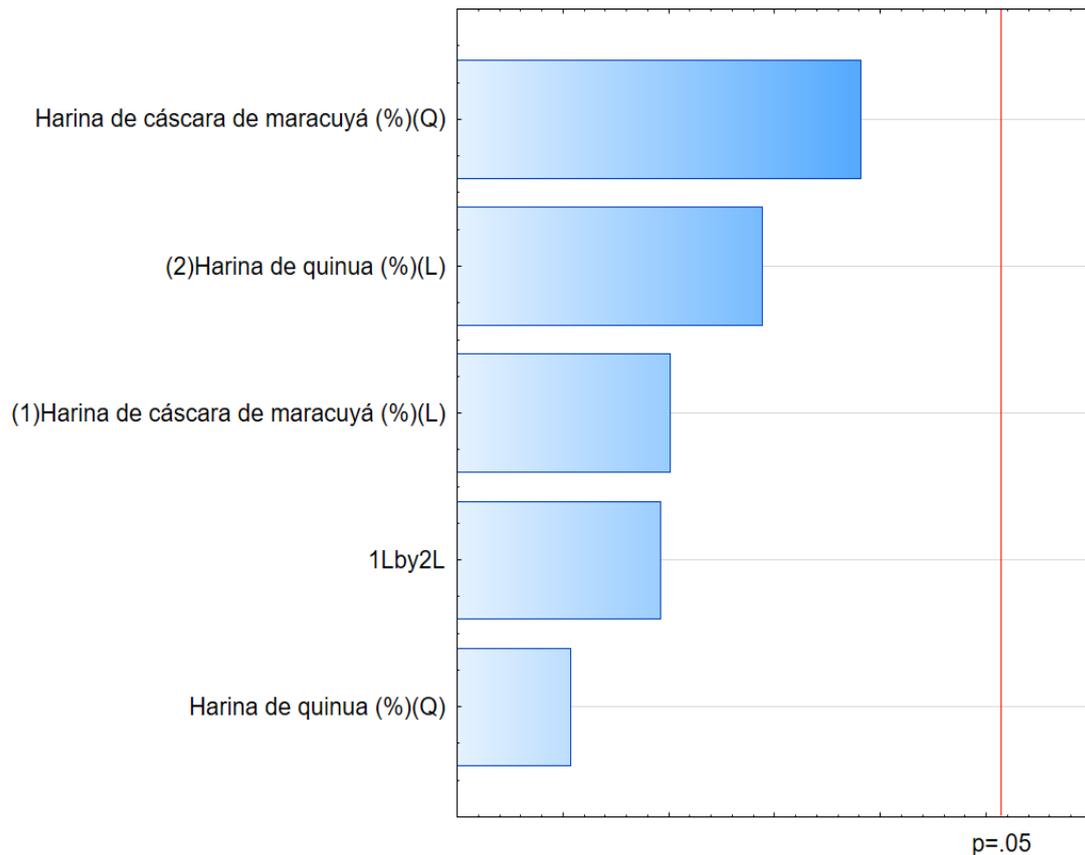


Figura 12: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta aroma.

4.7.6. Intención de compra del cupcake.

La **tabla 23** muestra los valores codificados y reales del diseño factorial aplicado y los resultados obtenidos para la variable respuesta de intención de compra.

Como se puede observar en la **tabla 23**, se muestra los resultados de volumen específico para cada una de los ensayos. Los valores se encuentran entre 41.25 y 80; valores mínimos y máximo respectivamente.

Al realizar el procesamiento de datos en el software STATISTICA STATSOFT se obtuvo los coeficientes de regresión de los términos lineales y cuadráticos, e interacción de las variables independientes en estudio (**tabla 33**) y los efectos significativos para la variable en estudio

que se muestra en el diagrama de Pareto (**figura 13**). Además de los coeficientes de regresión, se muestra el error estándar, el valor de t-student (en función a los grados de libertad del error experimental); y los valores de probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q); así como de la interacción de las variables independientes de Harina de cáscara de maracuyá (x_1) y Harina de quinua (x_2).

Tabla 33: Coeficientes de regresión para respuesta intención de compra de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	63.04	7.93	7.95	<0.0001
x_1 (L)	-7.29	9.71	-0.75	0.4865
x_1 (Q)	14.85	11.56	1.28	0.2553
x_2 (L)	-2.94	9.71	-0.30	0.7742
x_2 (Q)	-11.09	11.56	-0.96	0.3815
$x_1 \times x_2$	5	13.74	0.36	0.7308

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá, x_2 =Harina de quinua, L=término lineal, Q=término cuadrático. * Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

El porcentaje de significancia considerado en el análisis estadístico fue el 5%. Por tanto, se concluye que no hubo términos significativos (ver tabla 33 y figura 13) en el estudio de la variable intención de compra.

El valor de coeficiente de determinación o coeficiente de explicación (r^2); para el diseño factorial 2^2 completo fue de **46.780%**. Este valor indica un ajuste bajo en el modelo; no pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

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

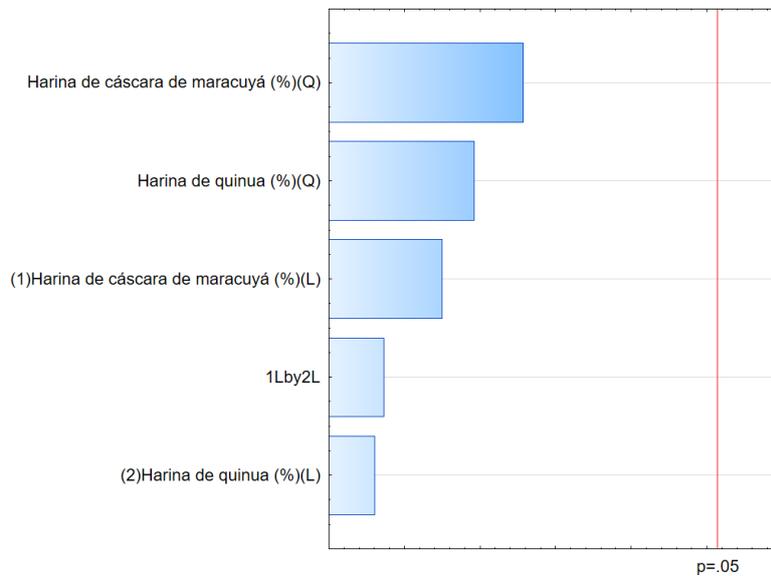


Figura 13: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta intención de compra.

4.8. Colorimetría de la corteza:

La tabla 34 muestra la luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

Tabla 34: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la corteza de los cupcakes.

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de quinua	Luminosidad	Cromacidad	Angulo de tonalidad
1	-1.00 (3.44)	-1.00 (4.03)	61.533	37.813	73.825
2	1.00 (5.56)	-1.00 (4.03)	60.687	40.447	76.726
3	-1.00 (3.44)	1.00 (8.97)	61.567	38.947	76.058
4	1.00 (5.56)	1.00 (8.97)	60.447	39.588	75.846
5	-1.41 (3.00)	0 (6.5)	64.093	37.315	73.672
6	1.41 (6.00)	0 (6.5)	60.68	39.468	76.012
7	0 (4.5)	-1.41 (3)	61.66	40.9	76.458
8	0 (4.5)	1.41 (10)	60.277	40.031	74.996
9	0 (4.5)	0 (6.5)	60.23	39.52	73.883
10	0 (4.5)	0 (6.5)	60.75	39.262	74.897
11	0 (4.5)	0 (6.5)	60.557	39.184	74.729
Patrón	-	-	61.32	41.079	74.632

4.8.1. Luminosidad de la corteza.

Los valores reportados para la luminosidad de la corteza del cupcake presentan un rango de 41.25 a 80.00 (tabla 34)

A través del análisis de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los coeficientes y efectos de las variables independientes en estudio sobre la respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes, tabla 35 y figura 14. Analizando estos efectos se observa que los términos que tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) fueron el término lineal y cuadrático de harina de cáscara de maracuyá.

Tabla 35: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	60.51	0.39	154.19	<0.0001
x₁ (L)	-1.69	0.48	-3.53	0.0167
x₁ (Q)	1.56	0.57	2.74	0.0410
x₂ (L)	-0.54	0.48	-1.12	0.3119
x₂ (Q)	0.15	0.57	0.26	0.8079
x₁ x x₂	-0.14	0.68	-0.20	0.8482

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

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

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño factorial completo 2² de la variable en estudio fue de **81.201%**. Este valor indica el buen ajuste del modelo.

Al excluir los términos no significativos (p>0.05); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **76.047%**; manteniendo su condición de buen ajuste.

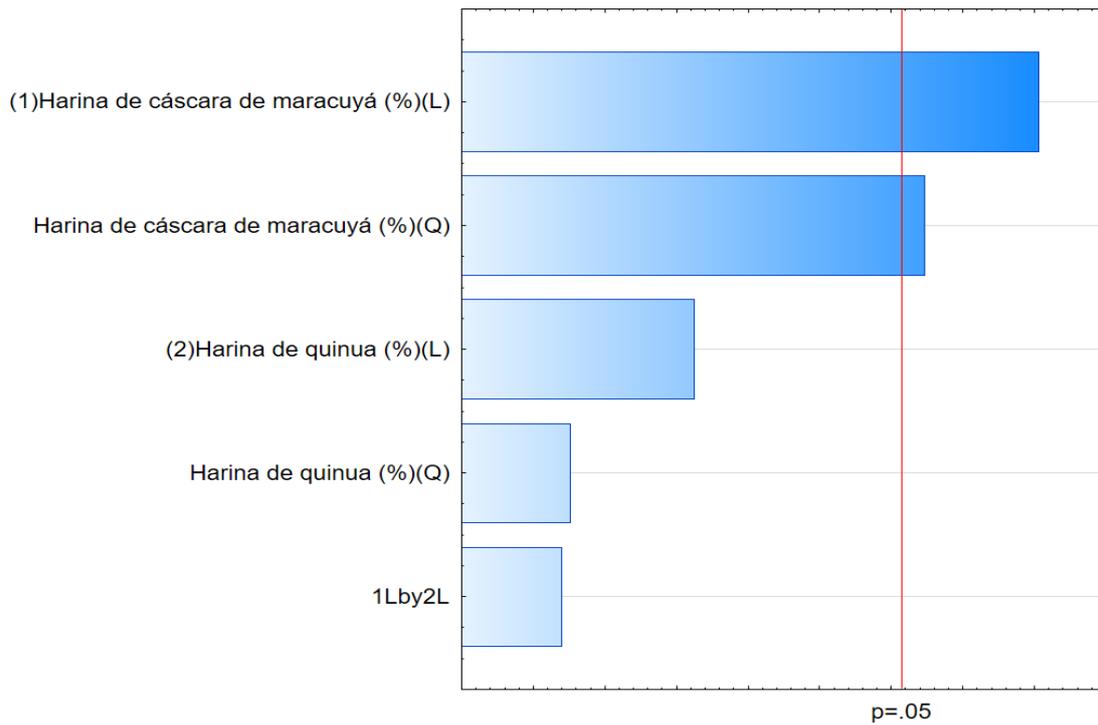


Figura 14: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de corteza.

Tabla 36: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la corteza del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2, 8;0.05)
Regresión	9.35	2	4.68		
Residuos	2.94	8	0.37	12.65	4.46
Total	12.29	10	1.23		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 36, se observa que el modelo que describe la respuesta luminosidad de la corteza en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{\text{calculado}}$ fue mayor al F_{tabulado} , permitiendo la construcción de una superficie de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo codificado representado en la ecuación 5, que muestra la posibilidad de la luminosidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Luminosidad de la corteza} = y = 60.51 - 1.69x_1 + 1.56x_1^2 \dots (5)$$

Donde:

x_1 = Harina de cáscara de maracuyá.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el sabor en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 15**.

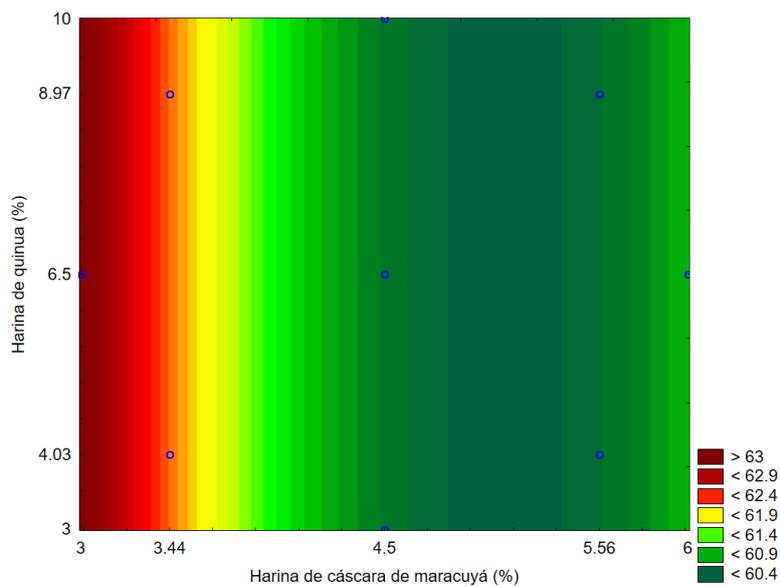
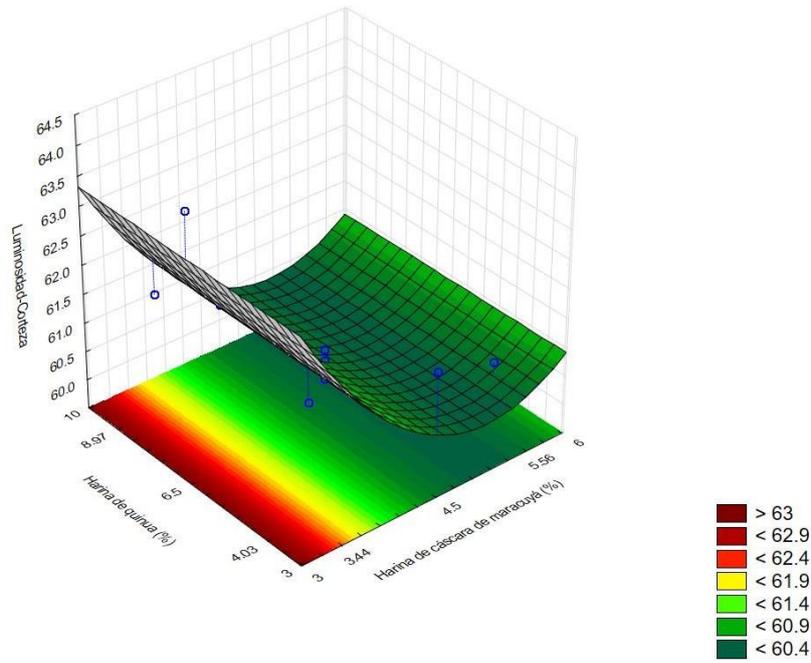


Figura 15: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la luminosidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 15, indica que al utilizar niveles de harina de cáscara de maracuyá entre 3 y 3.44% se obtendrá valores de luminosidad en la corteza mayores a 63. También se

evidencia que el uso de niveles de harina de quinua entre 3 y 10% no tiene influencia estadísticamente significativa en la respuesta en estudio.

4.8.2. Cromacidad de la corteza.

La tabla 37 muestra los resultados de cromacidad de la corteza para cada formulación del diseño factorial 2².

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta cromacidad de la corteza, presentados en la tabla 36. Los valores de probabilidad indican que los términos cuadráticos de Harina de quinua y harina de cáscara de maracuyá, término lineal de harina de cáscara de maracuyá; y la interacción de harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua fueron significativos.

Tabla 37: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la corteza de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	39.32	0.17	225.34	<0.0001
x₁ (L)	1.58	0.21	7.39	0.0007
x₁ (Q)	-1.05	0.25	-4.11	0.0093
x₂ (L)	-0.24	0.21	-1.12	0.3152
x₂ (Q)	1.03	0.25	4.04	0.0099
x₁ x x₂	-0.99	0.30	-3.29	0.0215

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

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

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño experimental completo de la variable en estudio fue de **95.793%**. Este valor indica un alto ajuste modelo.

Al excluir del diseño experimental completo, aquellos términos por no ser significativos ($p > 0.05$); el nuevo r^2 que se presenta para el modelo ajustado es de **94.745%**.

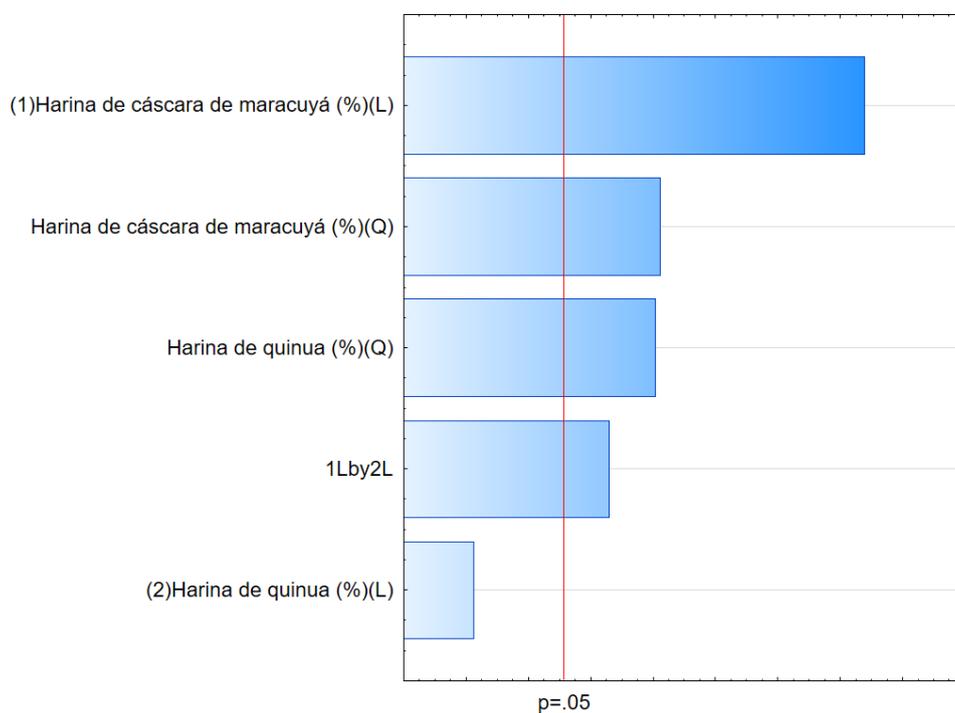


Figura 16: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza.

Tabla 38: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la corteza del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (4, 6;0.05)
Regresión	10.29	4	2.57		
Residuos	0.57	6	0.095	27.05	4.53
Total	10.86	10	1.09		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 38, se observa que el modelo que describe la respuesta cromacidad de la corteza en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ es mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 6, que muestra la posibilidad de la cromacidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Cromacidad de la corteza} = 39.32 + 1.58x_1 - 1.05x_1^2 + 1.03x_2^2 - 0.99x_1x_2$$

.....(6)

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el sabor en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 17**.

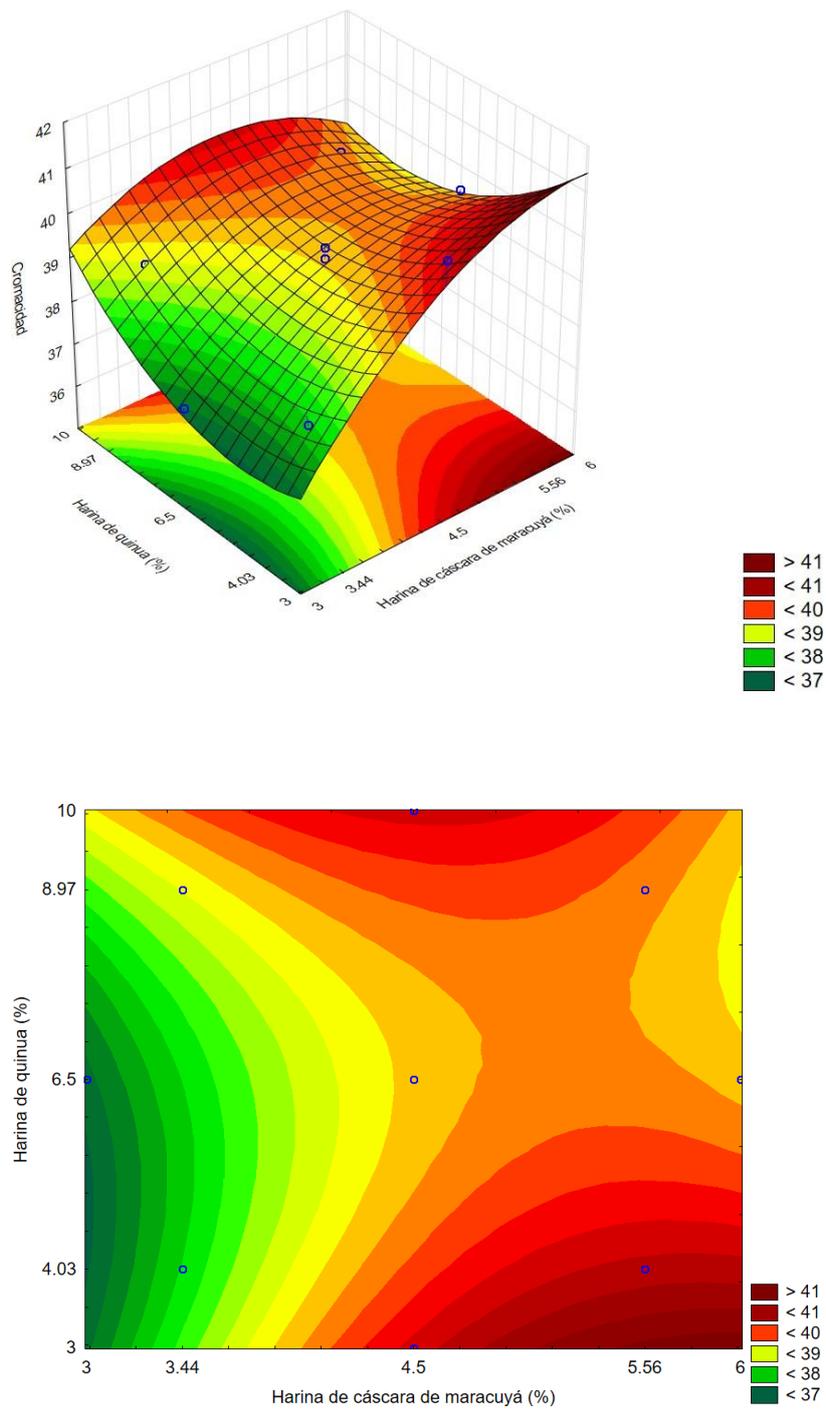


Figura 17: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la cromacidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 18 indica que al adicionar niveles de Harina de quinua (de 3.00 a 4.03%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.56 a 6.0%); se obtendrá valores mayores 41 en el parámetro en estudio.

4.8.3. Angulo de tonalidad de la corteza.

La tabla 39 muestra los resultados de Angulo de tonalidad de la corteza para cada formulación del diseño factorial 2².

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza, presentados en la tabla 39. Los valores de probabilidad indican que todos los términos fueron significativos, excepto el término lineal de harina de quinua.

Tabla 39: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	74.50	0.39	189.52	<0.0001
x₁ (L)	1.49	0.48	3.11	0.0264
x₁ (Q)	0.50	0.57	0.88	0.4197
x₂ (L)	-0.18	0.48	-0.37	0.7258
x₂ (Q)	1.39	0.57	2.42	0.0599
x₁ x x₂	-1.56	0.68	-2.29	0.0710

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

* Valores estadísticamente significativos al 10% de significancia (p<0.10).

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño experimental completo de la variable en estudio fue de **80.744%**. Este valor indica un alto ajuste modelo.

Al excluir del diseño experimental completo, aquellos términos por no ser significativos ($p > 0.10$); el nuevo r^2 que se presenta para el modelo ajustado es de **72.239%**.

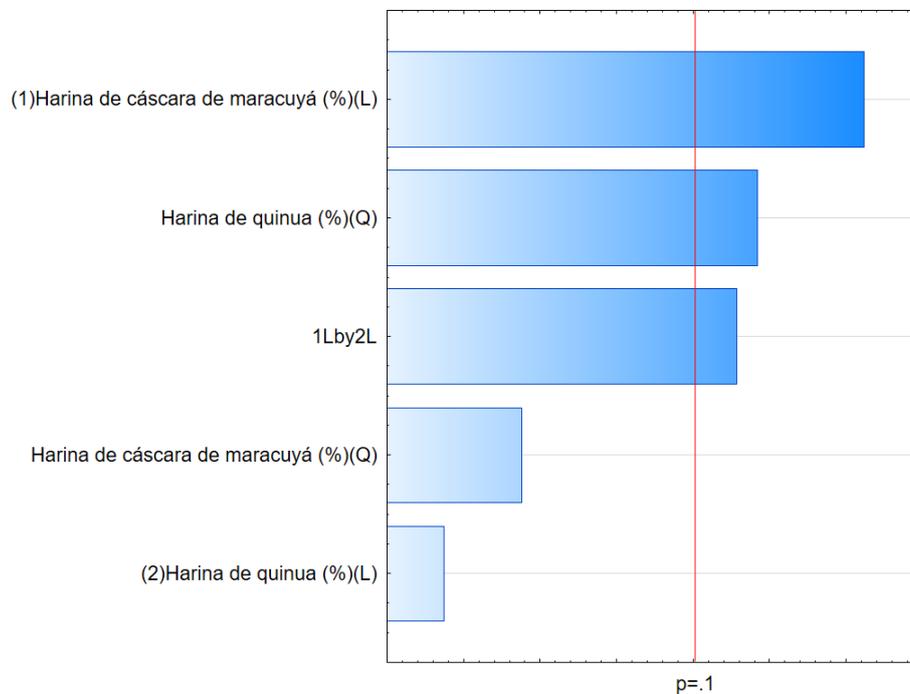


Figura 18: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza.

Tabla 40: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.05)
Regresión	9.30	3	3.10		
Residuos	2.74	7	0.39	7.95	4.35
Total	12.04	10	1.02		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 40, se observa que el modelo que describe la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ es mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 7, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Angulo de tonalidad de la corteza} = 74.50 + 1.49x_1 + 1.39x_2^2 - 1.56x_1 * x_2 \dots(7)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la corteza en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 19**.

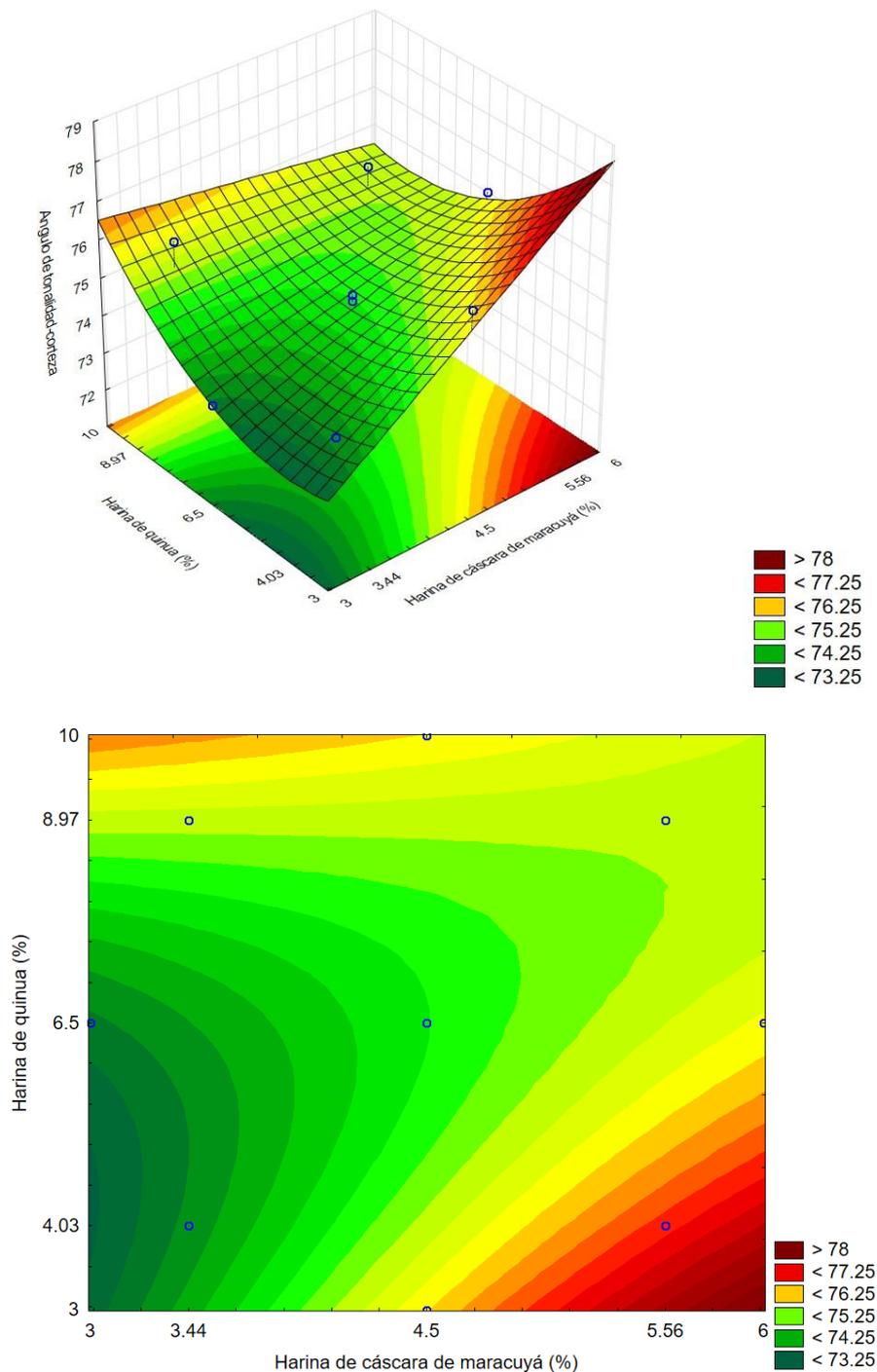


Figura 19: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 20 indica que al adicionar niveles de Harina de quinua (de 3.0 a 4.03%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.56 a 6.0%); se obtendrá valores mayores 78 en el parámetro en estudio.

4.9. Colorimetría de la miga.

La tabla 41 muestra la luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

Tabla 41: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la miga de los cupcakes.

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de quinua	Luminosidad	Cromacida d	Angulo de tonalidad d
1	-1.00 (3.44)	-1.00 (4.03)	81.703	30.956	87.389
2	1.00 (5.56)	-1.00 (4.03)	78.733	35.112	87.164
3	-1.00 (3.44)	1.00 (8.97)	79.83	30.452	87.107
4	1.00 (5.56)	1.00 (8.97)	76.113	34.625	87.407
5	-1.41 (3.00)	0 (6.5)	82.46	29.57	87.26
6	1.41 (6.00)	0 (6.5)	77.03	36.223	87.663
7	0 (4.5)	-1.41 (3)	77.073	33.636	87.319
8	0 (4.5)	1.41 (10)	76.177	30.785	87.281
9	0 (4.5)	0 (6.5)	72.81	29.711	86.868
10	0 (4.5)	0 (6.5)	73.707	30.036	86.863
11	0 (4.5)	0 (6.5)	71.747	30.1	86.622
Patrón	-	-	76.333	26.725	84.489

4.9.1. Luminosidad de la miga.

La tabla 42 muestra los resultados de luminosidad de la miga para cada formulación del diseño factorial 2².

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta luminosidad de la miga, tabla 41 y figura 20. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que el termino lineal y cuadrático de Harina de cáscara de maracuyá y el término cuadrático de harina de quinua, tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la luminosidad de la miga de los cupcakes.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **95.843%**. Lo que indica un buen ajuste en los datos; que al excluir los términos que no fueron significativos sigue presentando un valor de coeficiente de determinación **92.282%**; pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

Tabla 42: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la miga de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	72.75	0.58	125.96	<0.0001
x₁ (L)	-3.59	0.71	-5.08	0.0038
x₁ (Q)	7.45	0.84	8.84	0.0003
x₂ (L)	-1.44	0.71	-2.04	0.0974
x₂ (Q)	4.33	0.84	5.14	0.0037
x₁ x x₂	-0.37	1.00	-0.37	0.7242

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

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

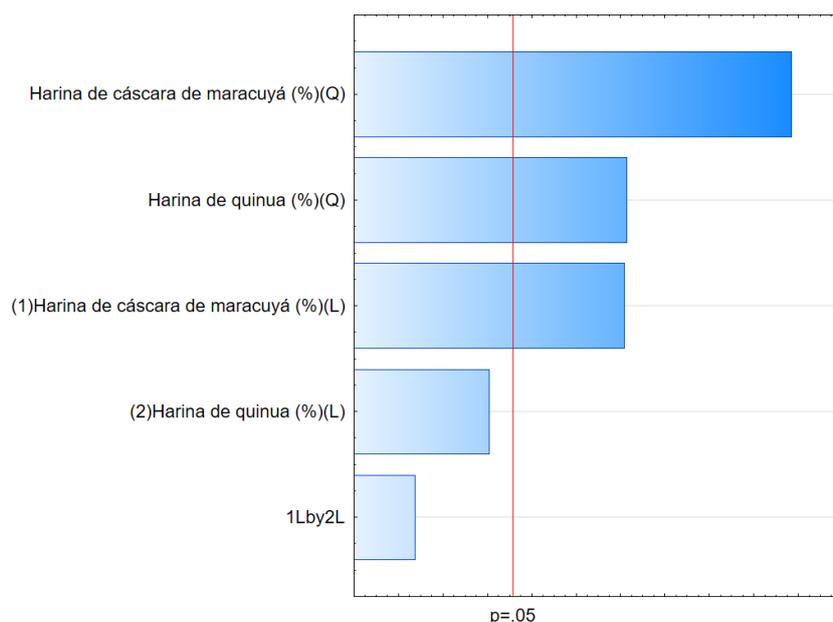


Figura 20: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga.

Tabla 43: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la miga del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7; 0.05)
Regresión	111.10	3	37.03		
Residuos	9.29	7	1.33	27.84	4.35
Total	120.39	10	12.04		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 43, se observa que el modelo que describe la luminosidad de la miga en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de

r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{\text{calculado}}$ es mayor al F_{tabulado} , permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 8, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Luminosidad de la miga} = 72.75 - 3.59x_1 + 7.45 x_1^2 + 4.33 x_2^2 \dots (8)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para la luminosidad de la miga en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 22**.

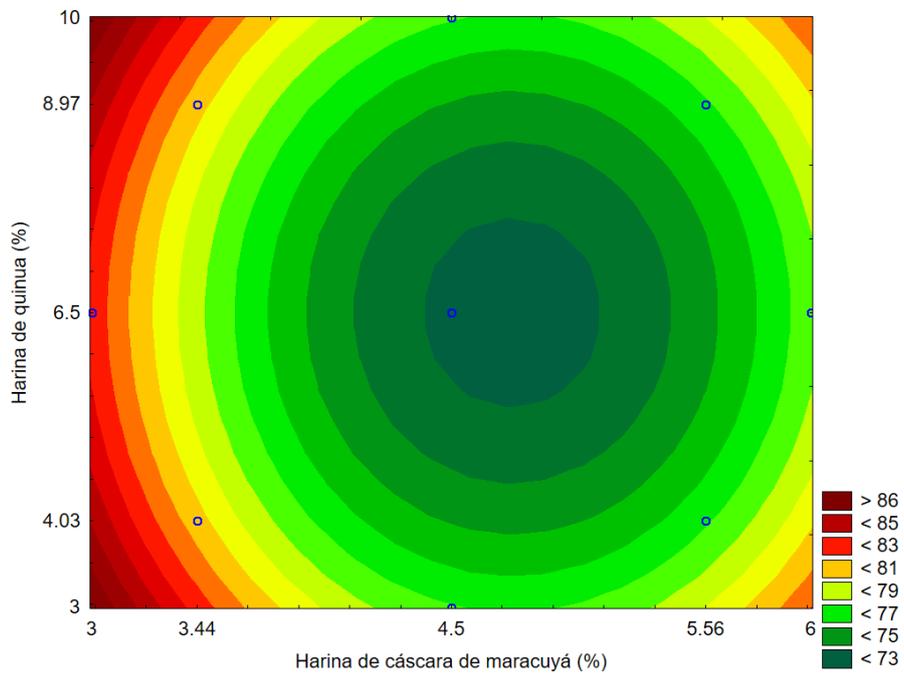
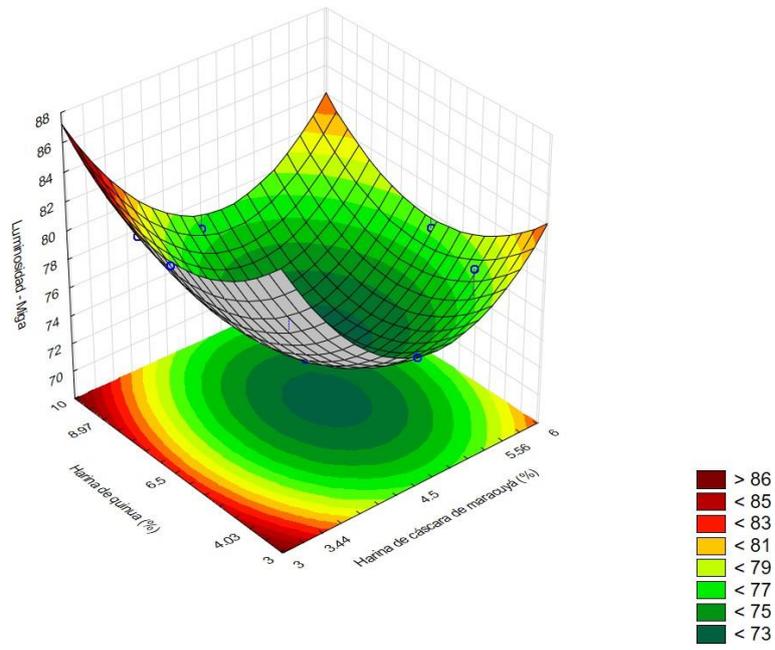


Figura 21: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la luminosidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 21 indica que al adicionar niveles de harina de quinua alrededor de 6.5% y harina de cáscara de maracuyá alrededor de 4.5%; se obtendrá valores menores a 73 en el parámetro en estudio.

4.9.2. Cromacidad de la miga.

La tabla 44 muestra los resultados de luminosidad de la miga para cada formulación del diseño factorial 2².

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta cromacidad de la miga, tabla 43 y figura 23. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que los términos lineales y cuadráticos de la Harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua, tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromacidad de la miga de los cupcakes. El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **97.530%**. Lo que indica un buen ajuste en los datos; que al excluir los términos que no fueron significativos sigue presentando un valor de coeficiente determinación **97.530%**; pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

Tabla 44: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la miga de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(6)	p-valor*
Media	29.95	0.32	94.80	<0.0001
x₁ (L)	4.43	0.39	11.46	0.0001
x₁ (Q)	3.06	0.46	6.65	0.0012
x₂ (L)	-1.26	0.39	-3.25	0.0228
x₂ (Q)	2.38	0.46	5.16	0.0036
x₁ x x₂	0.01	0.55	0.02	0.9882

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

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

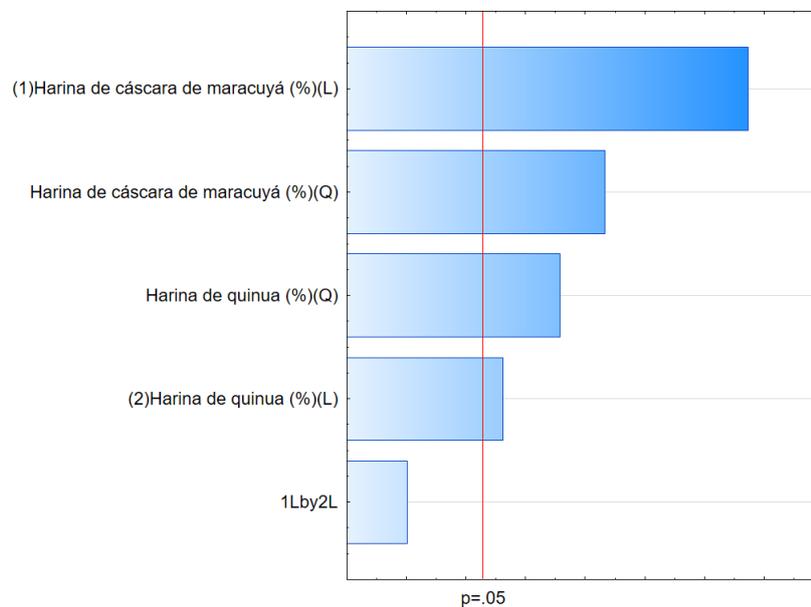


Figura 22: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga.

Tabla 45: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la miga del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (4, 6;0.05)
Regresión	59.11	4	14.78		
Residuos	1.49	6	0.25	59.12	4.53
Total	60.60	10	6.06		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 45, se observa que el modelo que describe la cromacidad de la miga en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ es mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 9, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Cromacidad de la miga} = 29.95 + 4.43x_1 + 3.06x_1^2 - 1.26x_2 + 2.38x_2^2 \dots (9)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para la cromacidad de la miga en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 23**.

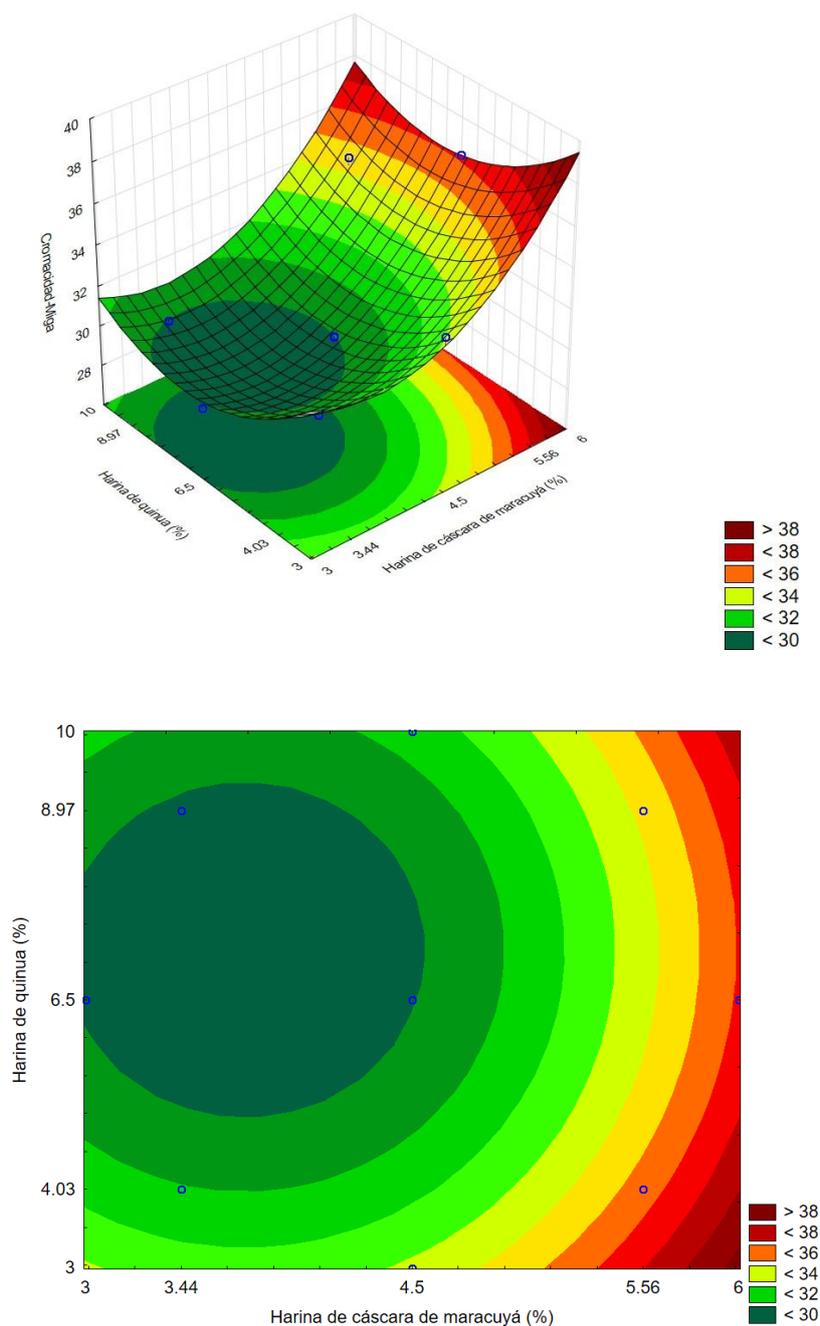


Figura 23: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la cromacidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 23 indica que al adicionar niveles de Harina de quinua (de 6.5 a 8.97%) y harina de cáscara de maracuyá (3 a 4.5%); se obtendrá valores menores a 30 en el parámetro en estudio.

4.9.3. Angulo de tonalidad de la miga.

La tabla 40 muestra los resultados de luminosidad de la miga para cada formulación del diseño factorial 2².

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta cromacidad de la miga, tabla 45 y figura 25. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que los términos cuadráticos de la Harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua, tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes. El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **89.059%**. Lo que indica un buen ajuste en los datos; que al excluir los términos que no fueron significativos sigue presentando un valor de coeficiente de determinación **75.184%**; pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

Tabla 46: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	86.78	0.08	1083.79	<0.0001
x₁ (L)	0.16	0.09	1.64	0.1611
x₁ (Q)	0.62	0.12	5.31	0.0032
x₂ (L)	-0.02	0.09	-0.24	0.8225
x₂ (Q)	0.46	0.12	3.93	0.0111
x₁ x x₂	0.26	0.14	1.89	0.1169

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

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

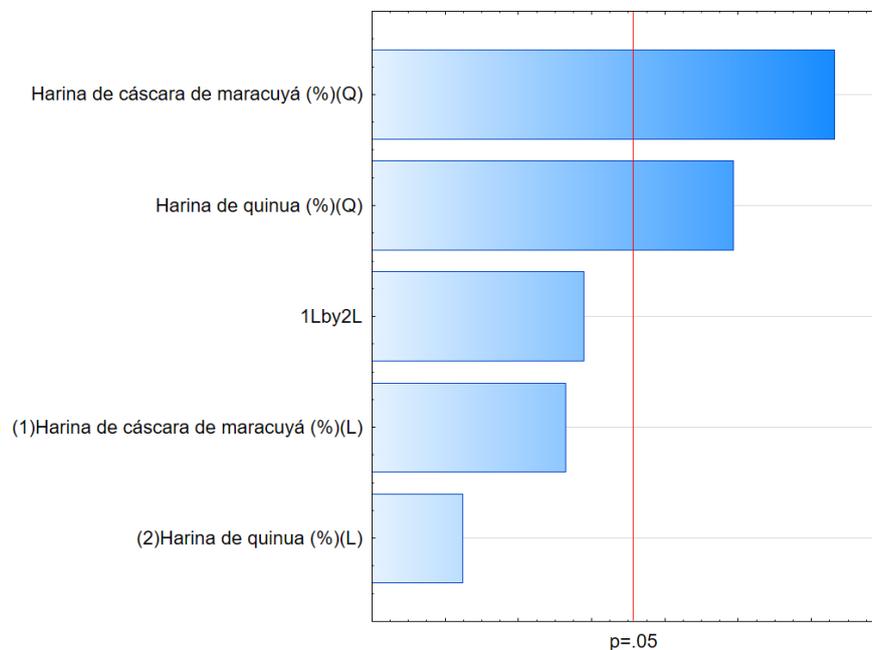


Figura 24: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la miga.

Tabla 47: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la miga del cupcake.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (2,8;0.05)
Regresión	0.66	2	0.33		
Residuos	0.22	8	0.03	11.00	4.46
Total	0.88	10	0.09		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 47, se observa que el modelo que describe el ángulo de tonalidad de la miga en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r^2 fue mayor a 70% y el valor de $F_{calculado}$ es mayor al $F_{tabulado}$, permitiendo la construcción de superficies de respuesta.

En vista de los resultados obtenidos del análisis de varianza, se obtuvo un modelo de variables codificadas representado en la ecuación 10, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de la corteza de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y Harina de quinua.

$$\text{Angulo de tonalidad de la miga} = 86.78 + 0.62 x_1^2 + 0.46 x_2^2 \dots (10)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de quinua.

Así mismo, es posible construir una superficie de respuesta para el ángulo de tonalidad de la miga en función de las variables independientes, la cual se presenta en la **figura 25**.

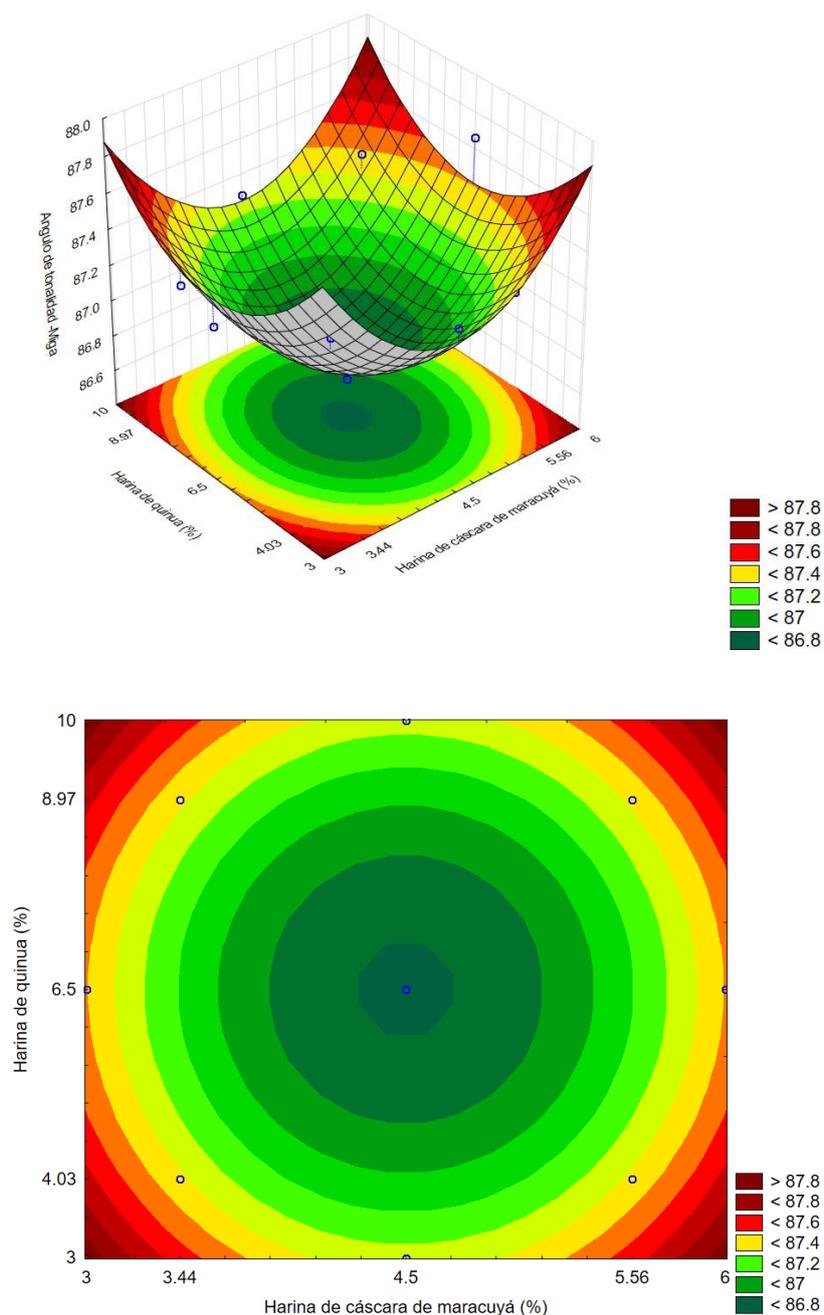


Figura 25: Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y Harina de quinua.

La superficie de respuesta representada en la figura 25 indica que al adicionar niveles de Harina de quinua (6.5%) y harina de cáscara de maracuyá (4.5%); se obtendrá valores menores a 86.8 en el parámetro en estudio.

4.10. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos

En la tabla 48 se detalla los resultados de proteína, grasa, humedad y cenizas practicada a los mejores tratamientos de cupcakes.

Tabla 48: Analisis fisicoquímicos para los mejores tratamientos de cupcakes.

Tratamientos	PROTEINA (%)	GRASA (%)	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)
T1	8.85	18.59	18.5	2.16
T2	8.81	20.59	17.8	2.3
T4	9.09	19.19	17.7	2.37
T5	8.99	19.35	17.6	2.37
PATRON	9.08	16.78	19.1	2.2

Fuente: Informe de Ensayo N° 20181016-017, COLECBI SAC

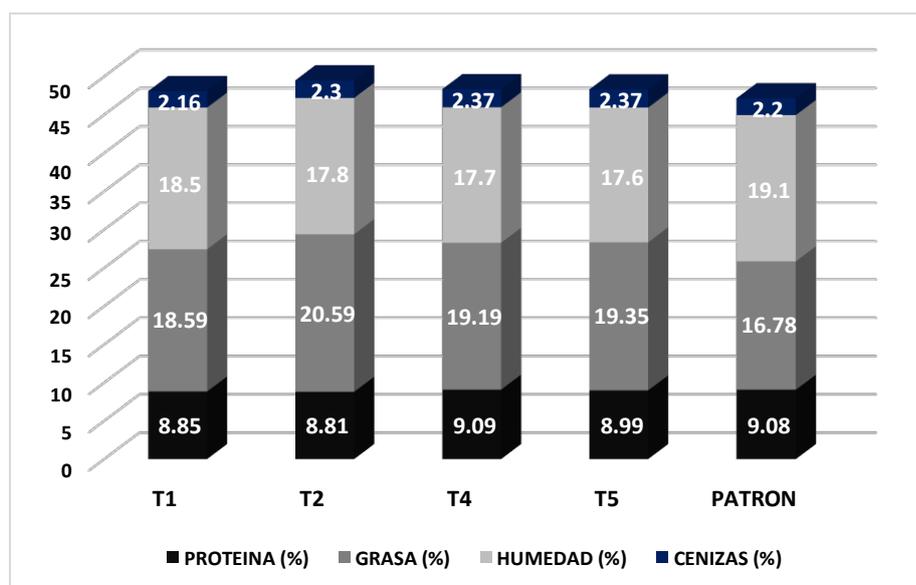


Figura 26: Análisis físico químico realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.

En la figura 26 se observa que, para el caso del contenido de proteína, los tratamientos T1(3.44% HCM y 4.03% HQ), T2 (5.56% HCM y 4.03% HQ), T4 (5.56% HCM y 8.97% HQ) y T5 (3.0% HCM y 6.5% HQ), quienes muestran valores de 8.85%, 8.81%, 9.09% y 8.99% respectivamente, tienen valores cercanos a la cupcake patrón (0.0% HCM y 0.0% HQ), que fue de 9.08%.

Según (Pongjanta, et. al., 2006), citado por Beltrán y Sáenz (2014), reportaron un valor de 8.47% de proteína para un queque (80% H. de trigo pastelera, 20% H. zapallo%; 8% leche en polvo, 4% polvo de hornear, 0.2% vainilla, 80% azúcar, 1% sal, 100% yema, 170% clara, 75% agua, 50% aceite de arroz, 0.5% crémor tártaro), que si comparamos con el obtenido por nosotros resulta ser menor. También, (Bath, et. al., 2013), reportaron valores de 14.64% de proteína para un queque a base de sólo harina de trigo (25.32% H. de trigo, 25.32% azúcar, 12.66% mantequilla, 10.13% leche descremada, 0.76% polvo de hornear, 0.51% bicarbonato de sodio, 25.32% agua) y un valor 12.87%, para un quequito reforzado con harina de zapallo (20.25% H. de trigo, 5.06% H. de zapallo, 25.32% azúcar, 12.66% mantequilla, 10.13% leche descremada, 0.76% polvo de hornear, 0.51% bicarbonato de sodio, 25.32% agua); evidenciando que al agregar la harina de camote no se mejoró el contenido proteico.

Para el caso de las grasas, los valores son significativamente altos con respecto al patrón, dado que la HCM tiene porcentajes de grasa de 1.23% y la quinua de 3.15%, que influyen en el producto final.

En cuanto al porcentaje de grasa, el cupcake control presentó un mayor porcentaje que el cupcake óptimo, esto debido al reemplazo de la harina de trigo por la harina de quinua y cascara de maracuyá. El valor promedio obtenido por los cupcakes óptimos fue menor al reportado (Bhat, et. al., 2013), quien obtuvo un valor de 28.07% en un quequito (17.72% H. trigo, 7.59% H. zapallo, 25.32% azúcar, 12.66% mantequilla, 10.13% leche descremada, 0.76% polvo de hornear, 0.51% bicarbonato de sodio, 25.32% agua) y 29.68% grasa para un quequito con pura harina de trigo; valor que también es mayor al cupcake control. Según (El-Demery, 2011), citado por Beltrán y Sáenz (2014), observó que mientras el porcentaje de sustitución

de harina de zapallo era mayor el porcentaje de grasa disminuía, es así que en su investigación sobre panes fortificados con harina de zapallo obtuvo los siguientes valores: 5% H. zapallo + 95% H. trigo = 2.60, 10% H. zapallo + 90% H. trigo = 2.46, 15% H. zapallo + 85% H. trigo = 2.41, 20% H. zapallo + 80% H. trigo = 2.20; resultados que comparados con los obtenidos por este trabajo son mucho menores, y esto debido a que El-Demery no utilizó mantequilla para la elaboración de los panes.

Villanueva (2018) obtuvo 16.84% para un cupcake elaborado con harina de camote y harina de cascara de maracuyá, valor que es menor al promedio de 19.43% obtenido en este estudio.

El promedio en el porcentaje de cenizas observado en el cupcake óptimo fue ligeramente mayor que para el cupcake control esto debido a que el primero está hecho a base no solo de harina de trigo sino de harina de quinua y de cascara de maracuyá, las cuales son superiores, en cuanto al contenido de cenizas, sobre todo la de maracuyá con respecto a la harina de trigo floja empleada para el cupcake control. (Bhaduri, 2013), reportó valores de 2.74% para un queque con 100% H. de trigo, 3.12% para uno con 90% H. de trigo, 10% H. de zapallo, 3.57% para un queque con 80% H. de trigo y 20% H. de zapallo y 4.01% con 70% H. de trigo, 30% H. de zapallo, concluyendo que el contenido de ceniza se incrementaba debido al alto contenido de cenizas de la harina de zapallo. (García, 2011) obtuvo un valor de 2% de cenizas para un pan con 90% H. de trigo, 10% H. de quinua, y 2.1% para uno con 80% H. de trigo y 20% H. de quinua, concluyendo que el porcentaje de quinua no influyó significativamente en el porcentaje de cenizas del pan.

Villanueva (2018), obtuvo 2.17% de cenizas para un cupcake elaborado con harina de camote y de cascara de maracuyá, ligeramente menor al obtenido por este estudio, que fue de 2.3%.

La humedad máxima permisible en este tipo de productos es 40%, según, la norma técnica peruana NTP 206.011, 1981 (revisada el 2011) y la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de

Panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-2010/MINSA, por tanto según la tabla 47, se puede observar que tanto los T1, T2, T4 y T5 de cupcake, como el control cumplieron con este requisito.

Según (Pongjanta, et. al., 2006), citado por Beltran y Sáenz (2014), en la investigación *Utilización de harina de zapallo en productos de panificación*, reportaron un valor de 34.02% de humedad para un cupcake con 20% de harina de zapallo, valor alto en comparación con los obtenidos para esta investigación, cuyo valor más alto lo obtiene el T1 con 18.3% humedad y el control, con 19.1%.

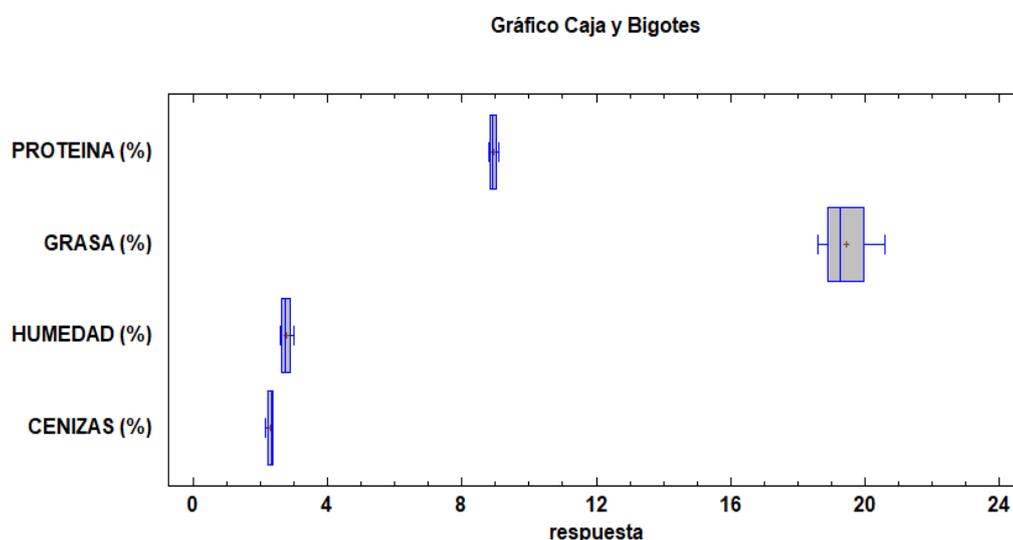


Figura 27: Gráficos de caja y bigotes para los análisis fisicoquímicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.

La figura 27 que muestra el gráfico de caja y bigotes, permite observar que tan lejos están los valores en cada análisis realizado. Por ejemplo, se nota que, para el caso de la grasa, existen valores dispersos de la media; no así, para la proteína, grasa y cenizas.

La figura 28 indica el gráfico de medias, donde se puede visualizar que el mayor aporte de los cupcakes está en las grasas (19.43%), le sigue las proteínas con 8.94%, la humedad con 2.78% y las cenizas con 2.3%

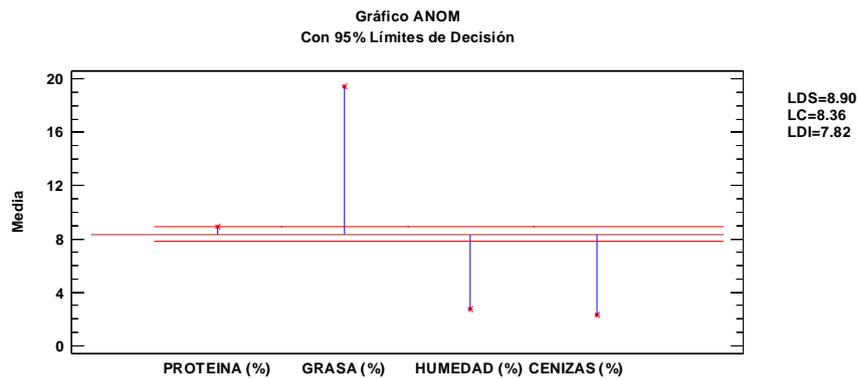


Figura 28: Gráficos de medias para los análisis fisicoquímicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.

Tabla 49: Pruebas de Múltiple Rangos.

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CENIZAS (%)	4	2.3	X
HUMEDAD (%)	4	2.775	X
PROTEINA (%)	4	8.935	X
GRASA (%)	4	19.43	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
PROTEINA (%) - GRASA (%)	*	-10.495	0.671851
PROTEINA (%) - HUMEDAD (%)	*	6.16	0.671851
PROTEINA (%) - CENIZAS (%)	*	6.635	0.671851
GRASA (%) - HUMEDAD (%)	*	16.655	0.671851
GRASA (%) - CENIZAS (%)	*	17.13	0.671851
HUMEDAD (%) - CENIZAS (%)		0.475	0.671851

* indica una diferencia significativa.

La tabla 49 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han

identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 50: Tabla ANOVA para los análisis fisicoquímicos de los cupcakes.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	773.677	3	257.892	1148.53	0.0000
Intra grupos	2.6945	12	0.224542		
Total (Corr.)	776.372	15			

En la Tabla 50 se muestra la tabla ANOVA para los mejores cupcakes, donde se descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a **1148.53**, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

4.11. Análisis de polifenoles de los mejores tratamientos

En la tabla 51 se muestran los resultados de los polifenoles practicados a los tratamientos con mayor aceptación sensorial.

Tabla 51: Polifenoles obtenidos para los tratamientos con mayor aceptación sensorial.

Tratamientos	POLIFENOLES (mg AG/100g)
T1	11.229
T2	19.626
T4	20.61
T5	20.553
PATRON	5.765

Fuente: Laboratorio de control de calidad del IITA-UNS

En la figura 29, en los valores de los tratamientos de los cupcakes con mayor aceptabilidad se nota que tanto los T1, T2, T3 y T4 tienen valores de polifenoles muy altos con respecto al patrón (5.765 mg AG/100 g). El mayor valor en polifenoles corresponde al T4 ((5.56% HCM y 8.97% HQ) con 20.61 mg AG/100 g, le sigue el T5 (3.0% HCM y 6.5% HQ), con 20.553 mg AG/100 g, el T2 (5.56% HCM y 4.03% HQ), con 19.626 mg AG/100 g y el T1(3.44% HCM y 4.03% HQ), con 11.229 mg AG/100 g.

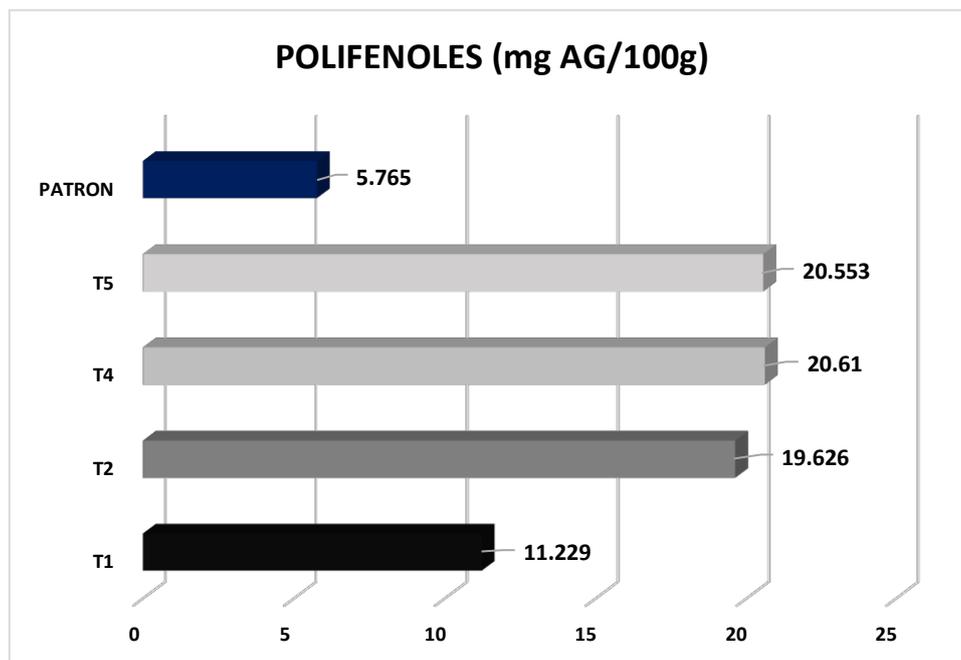


Figura 29: Polifenoles para los análisis fisicoquímicos realizados a los cupcakes con mayor aceptación sensorial.

Los resultados obtenidos para los polifenoles de cupcake con harina de cascara de maracuyá, harina de quinua y de trigo, son bajos para los obtenidos por Guzman Cifuentes (2015), quien obtuvo pan de molde a partir de residuos agroindustriales con la determinación de polifenoles de 32.46 mg AGE/100 g para el T0%, 42.99 mg AGE/100 g para el T4%, 55.45 mg AGE/100 g para el T8%, 67.93 mg AGE/100 g para el T12%.

También son bajos comparado con los resultados obtenidos por Riveros (2012) (galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente

funcional hipoglicémico), en donde se incorporó 4,8 % de IF2 y el contenido de polifenoles alcanzó a 68,79 (mg EAG/100g muestra).

Moreno (2017), en la elaboración de pan de molde con harina de cascara de mango obtuvo 118.7 mg AGE/100 g para el tratamiento 6 con 15% harina de cascara de mango y 44.3 mg AGE/100 g para el tratamiento 5 con el 5%. Esto valores son también altos comparados con los reportados por este estudio, donde el valor más alto es de 20.61 mg AGE/100 g para el tratamiento 4, con el 5.56% de harina de cascara de maracuyá.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de cupcakes: Proteína (11.37%), Humedad (13.68%), Cenizas (1.28%), Grasa (0.65%), Fibra (1.53%) y Carbohidratos (73.02%).

La composición química proximal de la harina de quinua es: Proteína (12.58%), Humedad (10.38%), Cenizas (2.3%), Grasa (3.15%), y Carbohidratos (71.59%).

La composición química proximal de la harina de cascara de maracuyá es: Proteína (4.86%), Humedad (10.90%), Cenizas (8.10%), Grasa (1.23%), Fibra (26.58%) y Carbohidratos (74.91%).

- La harina de cascara de maracuyá presenta un valor de 104.005 mg AGE/100 g para polifenoles totales.
- La selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá (3% a 6%) y harina de quinua (3% a 10%), dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el volumen específico del producto final.
- La superficie de respuesta para el parámetro sabor del cupcake indica que al adicionar niveles de harina de quinua (de 4.03 a 8.97%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.56 a 6.0%), se obtendrá valores mayores 3.6 en el parámetro en estudio.
- Al evaluar el parámetro intención de compra del cupcake indica que la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de quinua, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.
- Los análisis fisicoquímicos para los 4 mejores tratamientos según su intención de compra, fueron T1 (8.85% proteína; 18.59% grasa; 18.5% humedad y 2.16% cenizas), T2 (8.815% proteína; 20.59% grasa; 17.8%

humedad y 2.3% cenizas), T4 (9.09% proteína; 19.19% grasa; 17.7% humedad y 2.37% cenizas) y T5 (8.99% proteína; 19.35% grasa; 17.6% humedad y 2.37% cenizas).

- Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables en estudio (proteína, grasa, humedad y cenizas) para los T1, T2, T4 y T5, con un nivel del 95.0% de confianza.
- El contenido de polifenoles para los cuatro mejores tratamientos en el cupcake de harina de cascara de maracuyá y harina de quinua fueron para el T1 (11.229 mg AGE/100 g), T2 (19.626 mg AGE/100 g), T4 (20.61 mg AGE/100 g) y T5 (20.553 mg AGE/100 g).

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar más investigaciones utilizando harinas sucedáneas, sobre todo harinas provenientes de frutas como de la cascara de mango, de manzana y de uva, ricas en fibra dietética antioxidante y polifenoles totales.
- Realizar investigaciones dirigidas a evaluar la capacidad antioxidante de las harinas sucedáneas y de los cupcakes elaborados, utilizando el método ORAC.
- Complementar el estudio, realizando un análisis de aminoácidos al cupcake óptimo mediante un aminograma.
- Realizar pruebas biológicas en la evaluación del cupcake óptimo como digestibilidad aparente in vivo (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU).
- Desarrollar análisis de FDT, FDS y FDI al cupcake óptimo, dado que la harina de cascara de maracuyá tiene un alto valor de FDT.
- Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la elaboración del cupcake con la mezcla óptima.

VI. BIBLIOGRAFIA.

- Arellano, E., & Rojas, I. (2017). "Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de arvejas (*Pisum Sativum*) y harina de camote (*Ipomoea Batatas*) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcake". Chimbote-Perú.
- Arteaga, P., & Silva, A. (2015). "Sustitución parcial de la Harina de Trigo (*Triticum Aestivum*) por Harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y Harina de Cascara de Maracuyá (*Passiflora Edulís*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes". Chimbote-Perú.
- Ayala, g., I. Ortega y c. Morón (2004). Valor nutritivo y usos de la quinua. In: A. Mujica, S.
- Bardón Iglesias, R.; Belmonte, S. y Fuster, F. (2010). Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor ante el sector de productos de panadería, bollería y pastelería industrial y galletas. Edit. Dirección General de ordenamiento e Inspección e INUTCAM.
- Beltran, X., & Saenz, G. (2014). "Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinua wild.*) y harina de zapallo (*Curcubjta máxima*) en la Elaboración de cupcakes". Chimbote-Perú.
- Camelo, C. (2007). Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum L.*) e Maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais. Fortaleza-Ceará.
- DELGADO David, Grupo de los cereales, tubérculos y legumbres. Internet <http://www.es.geocities.com/bonidavi/nueva/creditos.html> (Consultado el 5/01/ 2013).
- De la Cruz, W. (2009). "Complementación proteica de harina de trigo (*triticum aestivum l.*) por harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y

suero en pan de molde y tiempo de vida útil”. Escuela de postgrado de Universidad nacional agraria la molina. Lima –Perú. pp.18-26.

- Faria, F. y Gustaferro, E. (2015). Utilização da farinha de casca de maracujá (*Passiflora edulis* F. Flapicarpa) na fabricação de pão de forma. Instituto Mauá de Tecnologia.
- Garcia d. (2011) “Desarrollo de un producto de panadería con harina de quinua” trabajo de investigación. Facultad Ciencia y Tecnologia de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia.
- Guzman, F., & Lopez, G. (2015). “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y grano entero de chía (*Salvia hispánica*) en la elaboración de cupcakes”. Chimbote-Perú.
- Magno, Meyhuay, Composición química y valor nutricional del grano de quinua y derivados. Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA).
- Mijan, R; Salomón, N. (2007). “Trigos Argentinos de Calidad”. Bahía Blanca - Argentina.
- Moorthy, S. (2002). Physicochemical and Functional Properties of Tropical Tuber Starches.
- Moreno, R. (2017). Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Kent y ácido ascórbico en las características tecnológicas y sensoriales del pan de molde. Chimbote-Perú.
- Muñoz, L. (2010). Panadería Artesanal: panes, galletitas facturas, budines. 1era edición. Buenos Aires. Editorial Albatros SACI. p. 74-75.

- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T. and Thepjaikat, T. (2006) Utilization of pumpkin powder in bakery products Songklanakarin J. Sci. Technol.
- Quintero, K. (2013). "Niveles de Harina de Cáscara de Maracuyá (*Passiflora edulis*) en Elaboración de yogur natural". Quevedo-Ecuador.
- Repo-carrasco, r. (1991). Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos. En: Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Publicacion 01/91.
- Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C.; Bravo, F.; Ganoza, L. (2009). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud del Perú.
- Riveros, L. 2012. Elaboración de un galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente funcional hipoglicémico. Tesis Ingeniero Agrónomo y Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 64h
- Rodríguez, M & Lemma, A. (2005). Planeamiento de Experimentos y optimización de procesos. Campiñas-Brasil. Editorial Casa del Pan. pp. 10-15.
- Rojas, W., M. Pinto y J. Soto.(2010). Distribución geográfica y variabilidad genética de los granos andinos. In: W. Rojas, M. Pinto, JL. Soto, M. Jagger y S. Padulosi (eds). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia. Pp 11- 23.

- Ruales, J. y B.M. Nair. (1992). Effect of processing on the digestibility of protein and availability of starch in quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) seeds. Department of Applied Nutrition, University of Lund, Sweeden. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 23 p.
- Sarmiento, I. (2014). “Estudio de la adición de harina de camote en pan de molde”. Trabajo previo a la obtención del título de ingeniero de alimentos. Facultad de ciencias de la ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccial – Quito, Ecuador.
- Tapia Mario.et. al. (1997).La Quinoa y la kañiwua, Cultivos Andinos. Tercera Edición. Bogotá Colombia. Editora IICA.
- Vera, A., M. Vargas y G. Delgado. (1997). Actividad biológica de las saponinas de la quinua *Chenopodium quinoa W.* En: IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (Resúmenes).Cusco, Perú. Pp. 85.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de evaluación sensorial

Fecha : _____ Edad: _____ Sexo: Masculino ___
Femenino ___

Por favor, pruebe cada una de las muestras codificadas y evalúe cada una usando la escala de abajo para indicar cuanto gusta o disgusta el producto, colocando el número que usted considere el más apropiado en cada recuadro.

5. Me gusta mucho.

4. Me gusta ligeramente.

3. Ni me gusta/ Ni me disgusta.

2. Me disgusta ligeramente.

1. Me disgusta mucho.

Muestra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor

Con relación a las mismas muestras, evalúe en cuanto a la intención de compra

5. Ciertamente compraría

4. Probablemente compraría

3. Tal vez compraría / talvez no compraría

2. Probablemente no compraría

1. Ciertamente no compraría

Muestra	Valor

Observaciones:.....
.....
.....

GRACIAS POR TU TIEMPO, QUE TENGA UN BUEN DÍA.

ANEXO 2: Cuadro para el procesamiento de datos por cada variable respuesta.

STATISTICA 64 - Spreadsheet1

File Home Edit View Format Statistics Data Mining PROCEED Graphs Tools Data Scorecard

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Neural Nets QC Charts Process Analysis STATISTICA VB Batch By Group Block Data Stats

Mult/Exploratory PLS, PCA, ... Multivariate DOE Predictive Six Sigma Variance

Power Analysis Variance Industrial Statistics Calculators Tools

Data: Spreadsheet1* (16v by 11c)

	1 Harina de cáscara de maracuyá (%)	2 Harina de camote (%)	3 Volumen específico (ml/g)	4 Luminosida d Miga (L)	5 Luminosida d Corteza (L)	6 Cromacida d Miga (C)	7 Cromacida d Corteza (C)	8 Angulo de tonalidad miga (h)	9 Angulo de tonalidad Corteza (h)	10 Aroma sensorial	11 Textura sensorial	12 Sabor sensorial	13 Color sensorial	14 FDT(%)	15 Intención de compra	16 Computo químico (aminoaci do LISINA)
1	-1.00000	-1.00000														
2	1.00000	-1.00000														
3	-1.00000	1.00000														
4	1.00000	1.00000														
5	-1.41421	0.00000														
6	1.41421	0.00000														
7	0.00000	-1.41421														
8	0.00000	1.41421														
9	0.00000	0.00000														
10	0.00000	0.00000														
11	0.00000	0.00000														

Ready

Spreadsheet1 C11.V16 Sel:OFF Weight:OFF MAY NUM GRB

ANEXO 3: Datos para el volumen específico de los cupcakes

Tratamientos	Muestras	Peso (g)	Volumen desplazado (ml)	Volumen específico (ml/g)	Promedio
T1	1	49	96	1.959	1.980
	2	48	96	2.000	
T2	1	49	85	1.735	1.763
	2	48	86	1.792	
T3	1	47	88	1.872	1.915
	2	48	94	1.958	
T4	1	48	76	1.583	1.621
	2	47	78	1.660	
T5	1	49	80	1.633	1.740
	2	46	85	1.848	
T6	1	47	80	1.702	1.702
	2	47	80	1.702	
T7	1	47	78	1.660	1.605
	2	49	76	1.551	
T8	1	49	85	1.735	1.793
	2	47	87	1.851	
T9	1	47	80	1.702	1.731
	2	46	81	1.761	
T10	1	45	63	1.400	1.530
	2	47	78	1.660	
T11	1	46	66	1.435	1.435
	2	46	66	1.435	
PATRON	1	48	94	1.958	1.960
	2	51	100	1.961	

ANEXO 4: Datos para el color de la corteza de los cupcakes

Tratamientos	Muestras	Luminosidad	a	b	Cromacidad	Angulo tonalidad, h	H (grados sexagesimales)
T1	1	63.38	10.6	37.310	38.787	1.294	74.1397
	2	59.2	10.7	34.760	36.370	1.272	72.8902
	3	61.32	10.3	36.880	38.291	1.298	74.3956
	promedio	61.300	10.533	36.317	37.813	1.289	73.8255
T2	1	60.87	9.3	38.680	39.782	1.335	76.4806
	2	60.23	9.29	40.090	41.152	1.343	76.9530
	3	60.66	9.27	39.330	40.408	1.339	76.7374
	Promedio	60.587	9.287	39.367	40.447	1.339	76.7263
T3	1	61.8	6.95	38.300	38.925	1.391	79.7147
	2	61.28	11.21	37.290	38.939	1.279	73.2682
	3	61.62	9.99	37.810	39.107	1.312	75.1996
	Promedio	61.567	9.383	37.800	38.947	1.327	76.0587
T4	1	60.16	8.72	38.660	39.631	1.349	77.2891
	2	60.32	10.61	37.950	39.405	1.298	74.3800
	3	60.95	9.71	38.550	39.754	1.324	75.8622
	Promedio	60.477	9.680	38.387	39.588	1.324	75.8466
T5	1	63.06	10.69	35.810	37.372	1.281	73.3784
	2	65.11	10.3	35.820	37.271	1.291	73.9573
	3	64.11	10.48	35.800	37.302	1.286	73.6831
	Promedio	64.093	10.490	35.810	37.315	1.286	73.6727
T6	1	60.76	10.35	39.330	40.669	1.313	75.2563
	2	60.6	11.41	40.730	42.298	1.298	74.3503
	3	60.68	11.38	39.850	41.443	1.293	74.0620
	Promedio	60.680	11.047	39.970	41.468	1.301	74.5504
T7	1	61.55	9.92	39.130	40.368	1.323	75.7742
	2	62.81	9.19	39.040	40.107	1.340	76.7536
	3	60.62	9.62	41.120	42.230	1.341	76.8323
	Promedio	61.660	9.577	39.763	40.900	1.334	76.4585
T8	1	60.37	10.56	38.990	40.395	1.306	74.8455
	2	60.2	10.18	38.450	39.775	1.312	75.1705
	3	60.26	10.35	38.560	39.925	1.309	74.9750
	Promedio	60.277	10.363	38.667	40.031	1.309	74.9962
T9	1	60.24	10.48	37.320	38.764	1.297	74.3143
	2	59.54	11.28	38.300	39.927	1.284	73.5892
	3	60.91	11.15	38.280	39.871	1.287	73.7603
	Promedio	60.230	10.970	37.967	39.520	1.290	73.8838
T10	1	60.87	9.83	38.730	39.958	1.322	75.7584
	2	60.73	11.01	37.870	39.438	1.288	73.7890
	3	60.65	9.85	37.118	38.403	1.311	75.1378
	Promedio	60.750	10.230	37.906	39.262	1.307	74.8968
T11	1	60.66	10.79	38.380	39.868	1.297	74.2972
	2	60.45	9.92	36.570	37.892	1.306	74.8230
	3	60.56	10.25	38.452	39.795	1.310	75.0738
	Promedio	60.557	10.320	37.801	39.184	1.304	74.7296
PATRON	1	61.51	10.28	39.290	40.613	1.315	75.3374
	2	61.17	11.39	39.960	41.552	1.293	74.0904
	3	61.28	10.99	39.580	41.077	1.300	74.4817
	Promedio	61.320	10.887	39.610	41.079	1.303	74.6318

ANEXO 5: Color de la miga de los cupcakes

Tratamientos	Muestras	Luminosidad	a	b	Cromacidad	Angulo tonalidad, h	H (grados sexagesimales)
T1	1	78.84	-1.49	30.510	33.163	-1.526	-87.425
	2	84.51	-1.35	31.310	36.735	-1.534	-87.894
	3	81.76	-1.39	30.952	35.388	-1.532	-87.749
	promedio	81.703	-1.410	30.924	30.956	-1.525	-87.389
T2	1	78.8	-2.09	33.130	33.196	-1.508	-86.390
	2	78.85	-1.25	36.710	36.731	-1.537	-88.050
	3	78.55	-1.82	35.361	35.408	-1.519	-87.053
	Promedio	78.733	-1.720	35.067	35.112	-1.521	-87.164
T3	1	80.17	-1.59	30.680	30.721	-1.519	-87.033
	2	82.47	-1.5	30.120	30.157	-1.521	-87.149
	3	76.85	-1.52	30.440	30.478	-1.521	-87.141
	Promedio	79.830	-1.537	30.413	30.452	-1.520	-87.107
T4	1	78.81	-1.04	38.400	38.414	-1.544	-88.448
	2	74.01	-1.71	31.060	31.107	-1.516	-86.849
	3	75.52	-1.95	34.310	34.365	-1.514	-86.747
	Promedio	76.113	-1.567	34.590	34.625	-1.526	-87.407
T5	1	78.1	-2.25	30.320	30.403	-1.497	-85.756
	2	86.97	-0.84	29.720	29.732	-1.543	-88.381
	3	82.31	-1.15	28.570	28.593	-1.531	-87.695
	Promedio	82.460	-1.413	29.537	29.570	-1.523	-87.260
T6	1	74.16	-1.94	36.110	36.162	-1.517	-86.925
	2	78.73	-1.34	36.260	36.285	-1.534	-87.883
	3	78.2	-1.15	36.210	36.228	-1.539	-88.181
	Promedio	77.030	-1.477	36.193	36.223	-1.530	-87.663
T7	1	75.55	-1.67	33.470	33.512	-1.521	-87.143
	2	78.42	-1.2	33.770	33.791	-1.535	-87.965
	3	77.25	-1.85	33.558	33.609	-1.516	-86.844
	Promedio	77.073	-1.573	33.599	33.636	-1.524	-87.319
T8	1	76.73	-1.51	29.280	29.319	-1.519	-87.048
	2	75.55	-1.42	30.120	30.153	-1.524	-87.301
	3	76.25	-1.45	32.850	32.882	-1.527	-87.472
	Promedio	76.177	-1.460	30.750	30.785	-1.523	-87.281
T9	1	73	-1.49	28.950	28.988	-1.519	-87.053
	2	73.2	-1.63	29.900	29.944	-1.516	-86.879
	3	72.23	-1.75	30.150	30.201	-1.513	-86.678
	Promedio	72.810	-1.623	29.667	29.711	-1.516	-86.868
T10	1	76.95	-1.67	28.730	28.778	-1.513	-86.673
	2	71.52	-1.59	30.250	30.292	-1.518	-86.991
	3	72.65	-1.67	30.992	31.037	-1.517	-86.915
	Promedio	73.707	-1.643	29.991	30.036	-1.516	-86.863
T11	1	65.86	-1.52	28.410	28.451	-1.517	-86.937
	2	77.76	-1.93	31.580	31.639	-1.510	-86.503
	3	71.62	-1.87	30.154	30.212	-1.509	-86.451
	Promedio	71.747	-1.773	30.048	30.100	-1.512	-86.622
PATRON	1	75.01	-2.42	26.010	26.122	-1.478	-84.684
	2	78.01	-2.69	27.045	27.178	-1.472	-84.320
	3	75.98	-2.59	26.750	26.875	-1.474	-84.470
	Promedio	76.333	-2.567	26.602	26.725	-1.475	-84.489

ANEXO 6: Datos de los 33 panelistas para el análisis sensorial de los cupcakes

Panelistas	Edad	TRATAMIENTO 1						TRATAMIENTO 2					TRATAMIENTO 3					TRATAMIENTO 4					TRATAMIENTO 5					TRATAMIENTO 6									
		ATRIBUTO						ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO									
		Apariencia miga	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra
1	18	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	2	3	4	4	3	
2	18	4	4	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	3	5	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	3	3	3	4	3	
3	18	2	4	5	3	1	4	3	2	4	3	2	2	2	3	4	3	4	4	3	4	3	5	5	4	4	5	5	4	3	4	3	4	2	2		
4	18	4	4	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4	4	4	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5		
5	18	4	3	5	2	4	4	4	4	5	2	2	2	5	4	4	3	3	2	3	4	3	2	2	5	4	5	3	2	3	4	4	4	2	3	3	
6	20	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	2	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	
7	21	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	2	4	5	4	5	4	3	3	5	4	3	2	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	1	
8	18	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3	4	3	3	5	5	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	2	3	
9	19	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	2	3	4	4	3	
10	20	4	4	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	3	5	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	5	4	3	3	3	4	3	3	
11	18	2	4	5	3	1	4	3	2	4	3	2	2	2	3	4	3	4	3	4	3	4	3	5	5	5	4	4	5	5	4	3	4	3	2	2	
12	18	4	4	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	
13	21	4	3	5	2	4	4	4	4	5	2	2	2	5	4	4	3	3	2	3	4	3	2	2	5	4	5	3	2	3	4	4	4	2	3	3	
14	19	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	
15	19	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	2	4	5	4	5	4	3	3	5	4	3	2	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	1	
16	20	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3	4	3	3	5	5	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	2	3	
17	21	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	5	4	5	3	5	4	4	4	3	3	3	3	
18	20	4	4	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	3	5	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	5	5	4	3	3	3	4	3	
19	19	2	4	5	3	1	4	3	2	4	3	2	2	2	3	4	3	4	3	4	3	4	3	5	5	5	4	4	4	5	5	4	3	4	3	2	2
20	21	4	4	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	
21	18	4	3	5	2	4	4	4	4	5	2	2	2	5	4	4	3	3	2	3	4	3	2	2	5	4	5	3	2	3	4	4	4	2	3	3	
22	21	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3
23	20	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	2	4	5	4	5	4	3	3	5	4	3	2	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	1	
24	21	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3	4	3	3	5	5	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	2	3	
25	18	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	2	3	4	4	3	
26	18	4	4	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	3	5	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	3	3	3	4	3	
27	19	2	4	5	3	1	4	3	2	4	3	2	2	2	3	4	3	4	3	4	3	4	3	5	5	4	4	5	5	4	3	4	3	2	2	2	
28	21	4	4	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	
29	21	4	3	5	2	4	4	4	4	5	2	2	2	5	4	4	3	3	2	3	4	3	2	2	5	4	5	3	2	3	4	4	4	4	2	3	3
30	20	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	2	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	
31	19	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	2	4	5	4	5	4	3	5	4	3	2	4	3	4	3	2	2	2	3	2	3	3	1	
32	19	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3	4	3	3	5	5	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	2	3	
33	19	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	5	4	5	3	5	4	4	4	3	3	3	
PROMEDIO		3.8	4	4.6	3.6	3.3	3.97	3.9	3	4.1	3.8	3	3.8	3.3	3	3.7	4	3	3.5	3.3	4	3	3	3.8	4.3	3.8	4.3	3	4	3.9	3.8	3	3.6	3	3.2		

Panelistas	Edad	TRATAMIENTO 7						TRATAMIENTO 8						TRATAMIENTO 9						TRATAMIENTO 10						TRATAMIENTO 11						PATRON					
		ATRIBUTO						ATRIBUTO						ATRIBUTO						ATRIBUTO						ATRIBUTO						ATRIBUTO					
		Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra	Apariencia	color	Aroma	Textura	Sabor	Intención de compra
1	18	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	5	5	5	5	5	5	
2	18	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4
3	18	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	3	3	4	2	4	3	4	4	4	3	4	5
4	18	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	5	5	4	5	5	4	4	4	1	3	2	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	4	4
5	18	4	4	4	2	1	1	2	2	3	2	1	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	
6	20	3	3	3	4	3	3	5	4	2	5	4	3	5	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	3	5	5	5	5	4	4	
7	21	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	3	3	4	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	3	4	3	2	2	2	2	3	4	2	1
8	18	3	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	
9	19	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	
10	20	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	
11	18	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	3	3	4	2	4	3	4	4	4	3	4	5	
12	18	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	5	5	4	5	5	4	4	4	1	3	2	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	4	4
13	21	4	4	4	2	1	1	2	2	3	2	1	1	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3
14	19	3	3	3	4	3	3	5	4	2	5	4	3	5	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	3	5	5	5	5	4	4	
15	19	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	3	3	4	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	3	4	3	2	2	3	4	2	1	1	
16	20	3	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	
17	21	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	2	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	
18	20	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	
19	19	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	3	3	4	2	4	3	4	4	4	3	4	5
20	21	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	5	5	4	5	5	4	4	4	1	3	2	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	4	4
21	18	4	4	4	2	1	1	2	2	3	2	1	1	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	
22	21	3	3	3	4	3	3	5	4	2	5	4	3	5	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	5	5	5	5	4	4		
23	20	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	3	3	4	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	3	4	3	2	2	2	3	4	2	1	
24	21	3	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	
25	18	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	
26	18	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	
27	19	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	3	3	4	2	4	3	4	4	3	4	5	
28	21	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	5	5	4	5	5	4	4	4	1	3	2	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	4	
29	21	4	4	4	2	1	1	2	2	3	2	1	1	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	
30	20	3	3	3	4	3	3	5	4	2	5	4	3	5	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3	5	5	5	5	4	4		
31	19	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	3	3	4	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	3	4	3	2	2	2	2	3	4	2	1
32	19	3	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	
33	19	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	
PROMEDIO		3	3.1	3.4	3	2.3	2.2	2	2	3	2.4	3	2	4	4	4	3	3	3	2.3	3	3	2	3	2	2.9	3.6	2.8	3	3	3	4	4	4	4	3.7	

ANEXO 7: Fotos del proceso de elaboración de cupcakes



Figura 1. Cupcakes listos para ingresar al horno



Figura 2. Evaluación del volumen específico para los cupcakes



Figura 3. Evaluación del color de corteza de los cupcakes

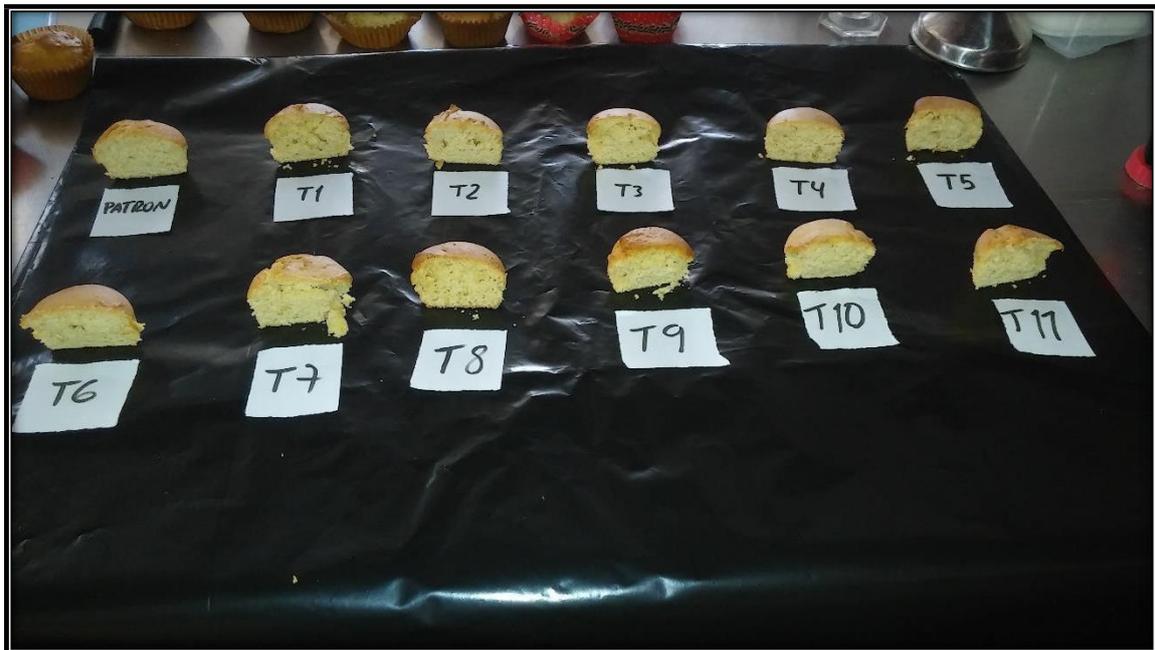
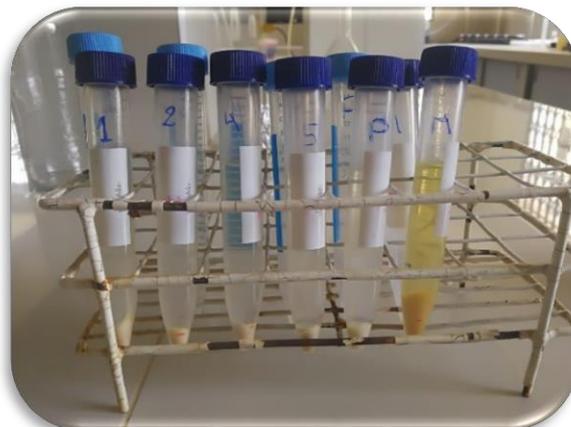


Figura 4. Evaluación del color de miga de los cupcakes

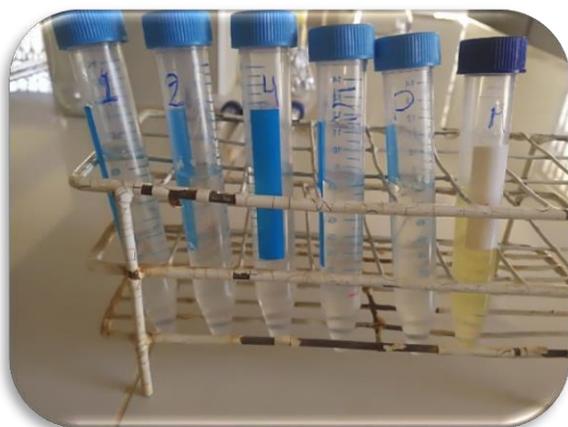
ANEXO 8: Fotos para la evaluación de los polifenoles totales



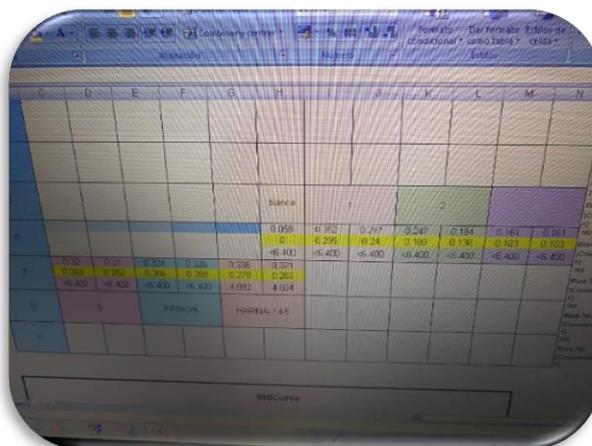
(a)



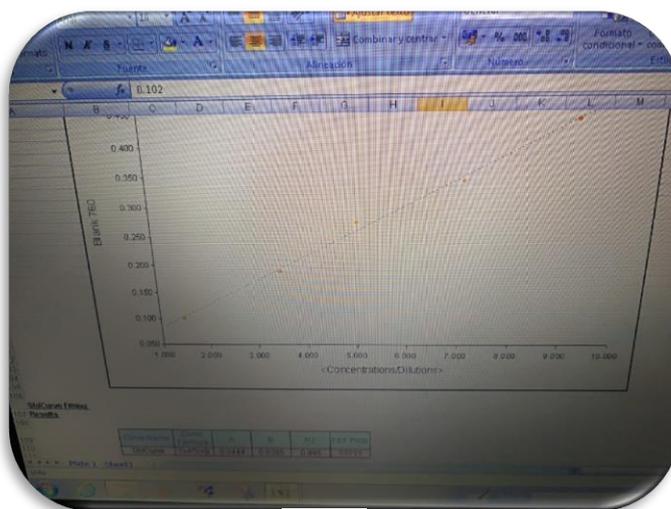
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 1. (a) preparación de los reactivos, (b) preparación de las muestras, (c) muestras centrifugadas, (d) valores de polifenoles para los tratamientos, (e) curva de calibración para el ácido gálico