

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 MARACUYA (*Passiflora Edulis*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea Batatas*) EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL CUPCAKE”

PRESENTADO POR:

Bach. VILLANUEVA PÉREZ JAMPIER

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

NUEVO CHIMBOTE-PERU

2018

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



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado ***“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*triticum Aestivum*), POR HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora edulis*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea Batatas*) EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL CUPCAKE ”***, para obtener el título profesional de ingeniero Agroindustrial, presentado por el bach. JAMPIER VILLANUEVA PEREZ, teniendo como asesor al docente Dr. CESAR MORENO ROJO, designado por resolución decanal N° 330-2017-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 10 de Mayo del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 123-2018-UNS-CFI:

.....
M.Sc. Saul Eusebio Lara
Presidente

.....
Dr. Cesar Moreno Rojo
Secretario (asesor)

.....
Dr. Daniel Sánchez Vaca
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las dieciocho horas del diez de Mayo del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 123 – 2018 -UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M.Sc. Saul Eusebio Lara (presidente)**
- **Dr. Cesar Moreno Rojo (secretario)**
- **Dr. Daniel Sánchez Vaca (integrante);** para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*triticum Aestivum*), POR HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora edulis*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea Batatas*) EN LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS Y SENSORIALES DEL CUPCAKE ”, elaborada por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

➤ **Jampier Villanueva Pérez**

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 aspectos 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
JAMPIER VILLANIEVA PÉREZ	18	BUENO

Siendo las diecinueve y quince horas del mismo día se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado

Nuevo Chimbote, 10 de Mayo del 2018

.....
M.Sc. Saul Eusebio Lara
Presidente

.....
Dr. Cesar Moreno Rojo
Secretario (asesor)

.....
Dr. Daniel Sánchez Vaca
Integrante

DEDICATORIA

La presente Tesis va dedicado a mis amados padres Hernán Villanueva Estrada y Angélica Pérez Acuña por el constate apoyo que me brindaron para realizar dicho proyecto, va dedicado también a mis hermanos Anthony Villanueva Pérez e Ítalo Villanueva Pérez por la motivación y empuje a realizar esta tesis del mismo modo a todos mis familiares que hicieron posible la realización de la tesis.

Va dedicado también a mi asesor el Dr. Cesar Moreno Rojo por su incansable apoyo y capacidad mostrada durante el desarrollo de mi tesis

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a la Universidad Nacional del Santa por permitirme ser parte de ella durante 5 años de mi vida, del mismo modo a los docentes de la facultad de agroindustria por ser parte de mi formación profesional.

Agradezco también a mi asesor el Dr. Cesar Moreno Rojo por el apoyo brindado durante el desarrollo de la tesis y por demostrarme capacidad y paciencia desde el principio hasta el final de la tesis.

Mi agradecimiento va también a mis padres que me apoyaron tanto psicológicamente como económicamente para la realización del proyecto.

Finalmente pero no menos importante le agradezco a nuestro señor Jesucristo por darme el apoyo espiritual durante el proceso de mi trabajo de investigación

INDICE GENERAL

RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCION.....	18
1.1 ANTECEDENTES.....	18
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	22
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	22
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.4 FORMULACION DE LA HIPOTESIS	23
1.5 JUSTIFICACION.....	23
1.6 LIMITACIONES DEL TRABAJO	24
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.2.1. Aspectos generales sobre cupcakes.....	24
a. Definición.....	24
b. Características de Calidad de los Cupcakes.....	25
Tabla 3: Composición proximal de cupcake (por 100 g).....	25
Tabla 4: Composición de micronutrientes del cupcake (mg/100g).....	26
2.2.2. Materias primas en la elaboración de cupcakes.....	26
a. Harina de trigo.....	26
b. Clasificación de la harina de trigo	27
Tabla 5. Composición química porcentual de la harina de trigo.....	28
c. Harina de cáscara de maracuyá.....	29
Tabla 6. Contenido de nutrientes en Cáscaras de Maracuyá amarilla (P. edulis fo. falvicarpa).....	29
Tabla 7. Resultados de análisis químico de la Harina de Corteza de Maracuyá (100g de materia seca).....	30
d. Harina de camote.....	30
e. Composición química de la harina.....	31
Tabla 8. Composición química de la harina de camote (100 g de producto).....	31
2.2.3. Diseño Compuesto Central Rotacional.....	32
a. Etapas para la optimización de un proceso.....	33

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Lugar de Ejecución.	34
3.2. Materia Prima e Insumos.	34
3.2.1. Materia Prima.	34
3.2.2. Insumos.	34
3.3. Equipos, Materiales y reactivos.	35
3.3.1. En la elaboración de cupcake.	35
3.3.1.1. Equipos para la elaboración de harinas.	35
Tabla 9. Equipos para la elaboración de harina de cascara de maracuyá y camote	35
3.3.1.2. Equipos para la elaboración de cupcakes.	36
Tabla 10. Equipos para la elaboración de cupcakes.	36
3.3.1.3. Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.	36
Tabla 11. Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.	36
3.3.1.4. Materiales de Laboratorio.	37
3.3.1.5. Otros materiales.	38
3.3.1.6. Reactivos.	38
3.4. Métodos.	38
3.4.1. Caracterización de las materias primas.	38
3.4.1.1. Caracterización de la harina de trigo.	38
3.4.1.1.1. Composición porcentual.	39
3.4.1.1.2. Niveles e índice de gluten.	39
3.4.1.1.3. Amilograma.	39
3.4.1.1.4. Farinograma.	39
3.4.1.1.5. Extensógrafo.	39
3.4.1.1.6. Colorimetría.	39
3.4.1.2. Caracterización de la harina de cáscara de maracuyá.	40
3.4.1.2.1. Composición porcentual.	40
3.4.1.2.2. Fibra.	40
3.4.1.2.3. Colorimetría.	40
3.4.1.3. Caracterización de la harina de camote.	40
3.4.1.3.1. Composición porcentual.	40
3.4.1.3.2. Fibra.	41

3.4.1.3.3. Colorimetría	41
3.4.2. Cómputo químico	42
3.4.3. Producción de Cupcakes	42
3.4.3.1. Formulación	42
Tabla 12. Formulación base para la producción de cupcakes.....	43
3.4.3.2. Procedimiento para elaboración de cupcakes	43
Figura 1. Diagrama de Flujo del proceso de elaboración.....	46
3.4.3. Evaluación de los cupcakes	47
3.4.3.1. Volumen específico	47
3.4.3.2. Color de la corteza y de la miga	47
3.4.3.3. Textura instrumental	47
3.4.3.4. Análisis sensorial	47
3.4.3.5. Análisis estadístico	48
3.4.4. Evaluación de la mejor formulación de cupcake	48
3.4.4.1. Composición porcentual	48
3.4.4.2. Fibra	49
IV. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	49
Tabla 13. Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2 ²	49
Tabla 14. Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. Análisis proximal de la harina de trigo	51
Tabla 151: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina.....	51
4.2. Análisis proximal de la harina de camote	52
Tabla 162: Composición químico proximal de la Harina de Camote en 100g de harina.....	52
4.3. Análisis proximal de la harina de cascara de maracuyá	53
Tabla 173: Composición químico proximal de la Harina de cascara de.....	53
maracuyá en 100g de harina.....	53
4.4. Colorimetría de la harina de trigo y cascara de maracuyá	54
Tabla 48: Colorimetría de las harinas de trigo y cascara de maracuyá.....	55
4.5. Volumen específico	56
Tabla 19: Volumen específico del cupcake.....	56
Tabla 20: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de.....	58

los cupcakes.....	58
Figura 2: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta.....	59
volumen específico.	59
Tabla 21: Análisis de varianza para la respuesta Volumen específico del	60
Cupcake	60
Figura 3. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el volumen de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote	61
4.6. Evaluación sensorial.....	62
Tabla 22: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de los cupcakes	62
4.6.1. Color del cupcake.....	63
Tabla 23: Coeficientes de regresión para respuesta color de los cupcakes.	63
Figura 4: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta color.	64
Tabla 24: Análisis de varianza para la respuesta color del cupcake	65
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 camote.	66
4.6.2. Textura del cupcake.....	67
Tabla 25: Coeficientes de regresión para respuesta textura de los cupcakes.....	68
Figura 6: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta textura	68
4.6.3. Sabor del cupcake.....	69
Tabla 26: Coeficientes de regresión para respuesta sabor de los cupcakes.	69
Figura 7: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta sabor.	70
Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta sabor del cupcake.....	71
Figura 8. 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 camote.	72
4.6.4. Intención de compra del cupcake.....	73
Tabla 28: Coeficientes de regresión para respuesta intención de compra de los cupcakes.....	73
Figura 9: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta intención de compra.....	74
Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta intención de compra del cupcake	75
Figura 10. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la intención de compra de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote... ..	76
4.7. Colorimetría de la corteza:.....	78
Tabla 30: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la corteza de los cupcakes	78
4.7.1. Luminosidad de la corteza.....	79

Tabla 31: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la corteza	80
de los cupcakes.....	80
Figura 11: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la corteza	81
4.7.2. Cromacidad de la corteza.	81
Tabla 32: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la corteza	82
de los cupcakes.....	82
Figura 12: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza	83
Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la corteza del	83
cupcake	83
Figura 13. 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 camote....	85
4.7.3. Angulo de tonalidad de la corteza.	86
Tabla 34: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la.....	87
corteza de los cupcakes.....	87
Figura 14: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza.....	87
4.8. Colorimetría de la miga:	88
Tabla 35: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la miga de los cupcakes	88
4.8.1. Luminosidad de la miga.	89
Tabla 36: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la miga de los cupcakes.	90
Figura 15: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga	90
4.8.2. Cromacidad de la miga.	91
Tabla 37: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la miga de los cupcakes.	91
Figura 15: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga	92
4.8.3. Angulo de tonalidad de la miga.	92
Tabla 38: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la.....	93
miga de los cupcakes.	93
Figura 16: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad de la miga	94
Tabla 39: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la	94
miga del cupcake	94

Figura 17. 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 camote.	96
4.9. Análisis de perfil de textura.....	97
Tabla 40: Perfil de textura del cupcake.....	98
Figura 18. Análisis de la dureza en los cupcakes durante el almacenamiento.....	99
Figura 19. Análisis de la elasticidad en los cupcakes durante el almacenamiento.....	99
Figura 20. Análisis de la masticabilidad en los cupcakes durante el almacenamiento.....	99
4.10 Caracterización químico proximal.....	100
Tabla 41: Composición porcentual (%) del Cupcake Control y. Cupcake Óptimo	100
4.10.1 Evaluación de la humedad de los cupcakes óptimo y control	104
Tabla 42: Porcentaje de humedad del cupcake Control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C).....	104
Figura 21: Variación del %Humedad de los cupcakes control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C).....	105
V. CONCLUSIONES.....	107
VI. RECOMENDACIONES.....	109
VII. BIBLIOGRAFIA.	110
ANEXO 1	113
ANEXO 2. CUADRO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS POR CADA VARIABLE RESPUESTA.	115
ANEXO 3. DATOS DEL VOLUMEN ESPECIFICO DEL CUPCAKE	116
ANEXO 4: DATOS PARA EL COLOR DE LA CORTEZA DEL CUPCAKE	117
ANEXO 5: DATOS PARA EL COLOR DE LA MIGA DEL CUPCAKE.....	118
ANEXO 6. DATOS PARA EL ANALISIS SENSORIAL DEL CUPCAKE	119
ANEXO 7: FOTOGRAFIAS DE LA ELABORACION Y ANALISIS DEL CUPCAKE	120

INDICE DE TABLAS

Tabla 3: Composición proximal de cupcake (por 100 g).....	25
Tabla 4: Composición de micronutrientes del cupcake (mg/100g).	26
Tabla 5. Composición química porcentual de la harina de trigo.	28

Tabla 6. Contenido de nutrientes en Cáscaras de Maracuyá amarilla (<i>P. edulis fo. falvicarpa</i>).....	29
Tabla 7. Resultados de análisis químico de la Harina de Corteza de Maracuyá (100g de materia seca).....	30
Tabla 8. Composición química de la harina de camote (100 g de producto).....	31
Tabla 9. Equipos para la elaboración de harina de cascara de maracuyá y camote	35
Tabla 10. Equipos para la elaboración de cupcakes.	36
Tabla 11. Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.....	36
Tabla 12. Formulación base para la producción de cupcakes.	43
Tabla 13. Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2 ²	49
Tabla 14. Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	50
Tabla 151: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina.....	51
Tabla 162: Composición químico proximal de la Harina de Camote en 100g de harina	52
Tabla 173: Composición químico proximal de la Harina de cascara de maracuyá en 100g de harina.....	53
Tabla 18: Colorimetría de las harinas de trigo y cascara de maracuyá.....	55
Tabla 19: Volumen específico del cupcake.....	56
Tabla 20: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes...	58
Tabla 21: Análisis de varianza para la respuesta Volumen específico del cupcake	60
Tabla 22: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de los cupcakes	62
Tabla 23: Coeficientes de regresión para respuesta color de los cupcakes.	63
Tabla 24: Análisis de varianza para la respuesta color del cupcake	65
Tabla 25: Coeficientes de regresión para respuesta textura de los cupcakes.	68
Tabla 26: Coeficientes de regresión para respuesta sabor de los cupcakes.	69
Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta sabor del cupcake	71
Tabla 28: Coeficientes de regresión para respuesta intención de compra de los cupcakes.	73
Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta intención de compra del cupcake	75
Tabla 30: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la corteza de los cupcakes	78
Tabla 31: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.	80

Tabla 32: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la corteza de los cupcakes.	82
Tabla 33: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la corteza del cupcake	83
Tabla 34: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.	87
Tabla 35: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la miga de los cupcakes	88
Tabla 36: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la miga de los cupcakes.	90
Tabla 37: Coeficientes de regresión para respuesta cromacidad de la miga de los cupcakes.	91
Tabla 38: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes.	93
Tabla 39: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la miga del cupcake	94
Tabla 40: Perfil de textura del cupcake	98
Tabla 41: Composición porcentual (%) del Cupcake Control y. Cupcake Óptimo	100
Tabla 42: Porcentaje de humedad del cupcake Control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C).....	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Flujo del proceso de elaboración.....	46
Figura 2: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.....	59
Figura 3. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el volumen de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote (%).....	61
Figura 4: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta color.	64
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 camote.	66
Figura 6: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta textura.....	68
Figura 7: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta sabor.	70
Figura 8. 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 camote.	72

Figura 9: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta intención de compra.....	74
Figura 10. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la intención de compra de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote.	76
Figura 11: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la corteza	81
Figura 12: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza	83
Figura 13. 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 camote.	85
Figura 14: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza.....	87
Figura 15: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga.....	90
Figura 15: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga.....	92
Figura 16: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad de la miga	94
Figura 17. 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 camote.	96
Figura 18. Análisis de la dureza en los cupcakes durante el almacenamiento	99
Figura 19. Análisis de la elasticidad en los cupcakes durante el almacenamiento	99
Figura 20. Análisis de la masticabilidad en los cupcakes durante el almacenamiento.....	99
Figura 21: Variación del %Humedad de los cupcakes control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C).....	105

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE EVALUACION SENSORIAL.....	113
ANEXO 2. CUADRO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS POR CADA VARIABLE RESPUESTA.	115
ANEXO 3. DATOS DEL VOLUMEN ESPECIFICO DEL CUPCAKE.....	116
ANEXO 4: DATOS PARA EL COLOR DE LA CORTEZA DEL CUPCAKE	117
ANEXO 5: DATOS PARA EL COLOR DE LA MIGA DEL CUPCAKE.....	118
ANEXO 6. DATOS PARA EL ANALISIS SENSORIAL DEL CUPCAKE	119
ANEXO 7: FOTOGRAFIAS DE LA ELABORACION Y ANLISIS DEL CUPCAKE ..	120

RESUMEN

En este trabajo de investigación, “efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de cáscara de maracuyá (*pasiflora edulis*) y harina de camote (*ipomoea batatas*) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake”, se elaboraron cupcakes con adición de harina de cáscara de maracuyá y camote con el objetivo de estudiar la influencia de ambos en el producto terminado. Las formulaciones fueron realizadas utilizándose un delineamiento factorial completo 2², considerando como variables independientes los niveles de harina de cascara de maracuyá y de camote. Los efectos de estas variables fueron evaluados en función de las características tecnológicas (volumen específico y color de la corteza y miga del cupcake, textura instrumental), fibra dietética total (FDT), y propiedades sensoriales realizados con 30 panelistas. Los resultados fueron analizados por la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR), indicando que La superficie de respuesta para volumen específico nos indica que cuando la formulación de pan tenga alrededor de 6.5% de harina de camote y 6.5% de harina de cáscara de maracuyá se obtendrá cupcakes con volumen específico menores a 1.500 ml / g. Así mismo, la incorporación de fibra dietética de la harina de cascara de maracuyá influyen en la calidad obteniéndose cupcakes rico en fibra (> 1.5%)

La superficie de respuesta para el parámetro sabor del cupcake indica que al adicionar niveles de harina de camote (de 5 a 5.4%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.4 a 6.5%); se obtendrá valores mayores a 6 en el parámetro en estudio. La dureza y masticabilidad del cupcake patrón (4417 N y 79.63 mJ, respectivamente) tienen una variación elevada, después de 7 días de almacenamiento, comparada con el T1 (2540 N y 46.86 mJ, respectivamente).

Se determinó los porcentajes óptimos de harina de trigo, harina de camote y harina de cascara de maracuyá, siendo estos: 89.20%, 5.4% y 5.4% respectivamente; y, 87.00%, 6.5% y 6.5% respectivamente.

Palabras claves: cupcake, harina de cascara de maracuyá, harina de camote, metodología de superficie de respuesta (MSR)

ABSTRACT

In this research paper, "the effect of the partial substitution of wheat flour (*triticum aestivum*) for passionfruit peel flour (*passionflower edulis*) and sweetpotato flour (*ipomoea batatas*) on the technological and sensory characteristics of cupcake", were elaborated cupcakes with addition of passionfruit peel flour and sweet potato 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 husk and sweet potato. The effects of these variables were evaluated according to the technological characteristics (specific volume and color of the crust and crumb of the cupcake, instrumental texture), total dietary fiber (FDT), and sensory properties made with 30 panelists. The results were analyzed by the Response Surface Methodology (MSR), indicating that the response surface for specific volume indicates that when the bread formulation has around 6.5% sweet potato flour and 6.5% passion fruit peel flour you will obtain cupcakes with specific volume less than 1,500 ml / g. Likewise, the incorporation of dietary fiber from the passion fruit peel flour influence the quality obtaining cupcakes rich in fiber (> 1.5%).

The response surface for the taste parameter of the cupcake indicates that when adding sweetpotato flour levels (from 5 to 5.4%) and passion fruit peel flour (from 5.4 to 6.5%); values greater than 6 will be obtained in the parameter under study. The hardness and chewiness of the standard cupcake (4417 N and 79.63 mJ, respectively) have a high variation, after 7 days of storage, compared to the T1 (2540 N and 46.86 mJ, respectively). The optimum percentages of wheat flour, sweetpotato flour and passion fruit peel flour were determined, being these: 89.20%, 5.4% and 5.4% respectively; and, 87.00%, 6.5% and 6.5% respectively.

Keywords: cupcake, passion fruit peel flour, sweet potato flour, response surface methodology (MSR)

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 2^2), 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.

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 cm^3/g con respecto al control con 5.2 cm^3/g . La formulación con 5% de harina de cascara 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.

Camelo, (2007) Elaboro cuatro formulaciones de pan de molde, siendo una la formulación patrón y tres que sustituyen parcialmente a la harina de trigo por porcentajes de linaza (4%, 7% y 10%) y todas con adición de 3% de fibra de harina de maracuyá. Las formulaciones fueron evaluadas en cuanto a sus características físico químicas, reológicas, sensoriales y microbiológicas. Fueron sometidos a pruebas sensoriales de aceptación global, aceptación por atributos e intención de compra. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y test de tukey para comparación de medias, a un nivel de significancia del 5%. El análisis sensorial realizado por 60 panelistas indicó que las formulaciones con 4% y 7% de harina de linaza son las que presentan mayores puntuaciones. La adición de harina de linaza y harina de maracuyá provocó un aumento significativo en los niveles de fibra, tornándose panes con altos niveles de fibra alimentaria.

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 2^2 (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 a la formulación control (proteínas=11.30 %, fibra=0.33 y grasa=12.87%).

Beltrán y Sáenz (2014), desarrollaron un trabajo de investigación que tenía como objetivo 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 3 harinas (H. Trigo, H. Quinua, H. Zapallo), proporciones que fueron establecidas utilizando un Diseño de Mezclas Simplex Reticular y el programa estadístico Minitab versión i7 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.

Estos sirvieron para determinar 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 normas técnicas peruanas (%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.

Paucar-Menacho (2016) en el artículo de investigación Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de soya (HS) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes, con la finalidad de desarrollar un alimento rico en proteínas para alumnos en edad escolar.

Se sustituyó la harina de trigo común por HS en 4 porcentajes diferentes 5% (F1), 10% (F2), 15% (F3) y 20% (F4) y se comparó con una muestra control con 0% (F0) de HS. Las características tecnológicas evaluadas fueron: pérdida de peso, actividad de agua (Aw), color instrumental, volumen específico y texturometría de las muestras durante 12 días. Los resultados mostraron que la sustitución por HS mejora la firmeza de los cupcakes y ayuda a la retención de la humedad, una sustitución hasta F2 no presentó diferencia significativa con F0. Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 45 panelistas, se evaluaron 3 características sensoriales (color, sabor y textura) e intención de compra. Los cupcakes con HS presentaron diferencias significativas en el color en relación con F0, los resultados indicaron que este ingrediente puede sustituir a la harina de trigo

de la F0 hasta en un 10%, sin alterar significativamente su calidad sensorial. En cuanto a la intención de compra, F2 obtuvo un puntaje de $4,20 \pm 0,53$ en una escala de 5 puntos, el cual no presenta diferencias significativas con F0.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

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

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES.

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y harina de camote en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los análisis fisicoquímicos de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.
- Determinar el cómputo químico de aminoácidos del diseño compuesto central rotacional 2^2 .
- 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 2^2 .
- Determinar una región óptima con los rangos de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote 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 FORMULACION DE LA HIPOTESIS

La sustitución parcial de harina de trigo por concentraciones de harina de cáscara de maracuyá (5-8%) y harina de camote (5-8%) 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 JUSTIFICACION

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 el camote por su excelente fuente de carotenoides de provitamina A y aminoácido lisina; además de que tanto el maracuyá y el camote 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 camote 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 un solo día.

II. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Aspectos generales sobre cupcakes.

a. 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 & Saenz, 2014).**

b. 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); mas 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 azúcares. 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 3: 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 4: 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)

2.2.2. Materias primas en la elaboración de cupcakes.

a. 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).**

b. 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 5. 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)

c. 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 6. 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
Calorias	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 7, parece que la cáscara de la fruta de la pasión tiene bajos niveles de proteína y el extracto de éter.

Tabla 7. 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)

d. Harina de camote.

La harina de camote se obtiene a partir del camote pelado, rodajeado y sometido a un proceso de secado para posteriormente pasar a un proceso de molienda, llevado a contenidos óptimos de humedad para su almacenamiento y adecuada conservación **(Sarmiento, 2014).**

La producción de harina es una de las mejores posibilidades de conservación de sus características nutricionales debido a que es más

estable que la raíz fresca altamente perecedera. Las características de la harina de camote serán como las de un polvo fluido homogéneo, con la ausencia de cualquier grumo independientemente de su clase **(Moorthy, 2002)**.

e. Composición química de la harina.

Los compuestos químicos que componen la harina son los mismos que los del camote, aunque con una modificación porcentual debido a las operaciones realizadas para su obtención. La Tabla 8 presenta el análisis químico de la harina de camote, así como sus valores energéticos y el contenido nutricional.

Tabla 8. Composición química de la harina de camote (100 g de producto).

Componentes	Harina de camote (Cantidad)
Energía (kJ)	1477
Agua (g)	9.9
Proteínas (g)	2.1
Grasa total (g)	0.9
Carbohidratos totales (g)	84.3
Fibra cruda (g)	1.8
Fibra dietaria (g)	3
Cenizas (g)	2.8
Calcio (mg)	153
Fósforo (mg)	99
Zinc (mg)	0.30
Hierro (mg)	5.70
Retinol (ug)	1542
Tiamina (mg)	0.17
Riboflavina (mg)	0.17
Niacina (mg)	1.67
Vitamina C (mg)	7.90

Fuente: Reyes et al., (2009)

La proteína de la harina de camote presenta un alto valor biológico, el elevado contenido del aminoácido lisina hace que la harina de camote pueda usarse como complemento de las harinas de cereales. **Reyes et al., (2009)**

2.2.3. 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)**

a. Etapas para la optimización de un proceso.

a.1 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.

a.2 Elaborar un procedimiento experimental considerando las variables independientes definidas.

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

a.3 Realizar los experimentos para obtener las respuestas.

a.4 Calcular los efectos de las variables, los errores y analizar estadísticamente.

a.5 Elaborar los modelos predictivos de las respuestas en función de las variables independientes.

a.6 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.

a.7 Generar superficies de respuestas y curvas de contorno para análisis y definición de rangos óptimos operacionales de cada variable del proceso.

a.8 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 camote.

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 de cupcake.

3.3.1.1. Equipos para la elaboración de harinas.

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

Tabla 9. Equipos para la elaboración de harina de cascara de maracuyá y camote

	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 10. 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 11. Equipos para la evaluación tecnológica de los cupcakes.

	MARCA	MODELO	SERIE	PAÍS
Balanza	PRECISA	XB4200C	-	Suiza
Gramera				
Cámara bioseguridad,	CHC	CHC-777 2-04	777A2-04- BF19-026	Corea
Cabinet Cocina	KESSEN	HPY6870- 26	46804273	China
Colorímetro, KONICA	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

Continuacion...

Mufla	THERMOLYNE	347034984		Alemania
Selladora	TEW	207-MCSX	20460047	China
Texturometro	BROOKFIELD	CT34500	8555940	EE.UU
Viscòmetro de BROOKFILED	-	B15-01- LCC	-	UK
pH metro digital	TERMOCIENTIFIC	Orión Star A21	Orión 8302BNUND	EE.UU

3.3.1.4. Materiales de Laboratorio.

- Bureta.
- Cisoles de porcelana.
- Desecador.
- Embudo de vidrio.
- Espátula.
- Matracas 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.
- Tinas.
- Baldes.
- Cernidores.
- Cuchillos.
- Tamices.
- Cubetas.
- Jarras plásticas.
- Moldes y recipientes de aluminio.
- Espátula
- Pirotones 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. Extensograma.

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).

3.4.1.2.3. 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).

3.4.1.3. Caracterización de la harina de camote.

La harina de camote 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 camote 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 determinaran por diferencia. Las pruebas serán realizadas por triplicado.

3.4.1.3.2. 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).

3.4.1.3.3. 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).

Variables.

Variables Independientes.

- Concentración de harina de cáscara de maracuyá (%)
- Concentración de harina de camote (%)

Variables Dependientes.

- Volumen específico.
- Color Instrumental (L, a, b).
- Análisis del perfil de textura.
- %Fibra dietética total (FDT)
- Evaluación sensorial (Color, Apariencia general, Aroma, Textura, Sabor).
- Intención de compra.
- Score Químico (Computo químico).

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.

3.4.3. 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 12. 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.

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

C. 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.

D. 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.

E. 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

F. 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.

G. 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.

H. Enfriado.

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

I. 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

J. Almacenamiento.

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

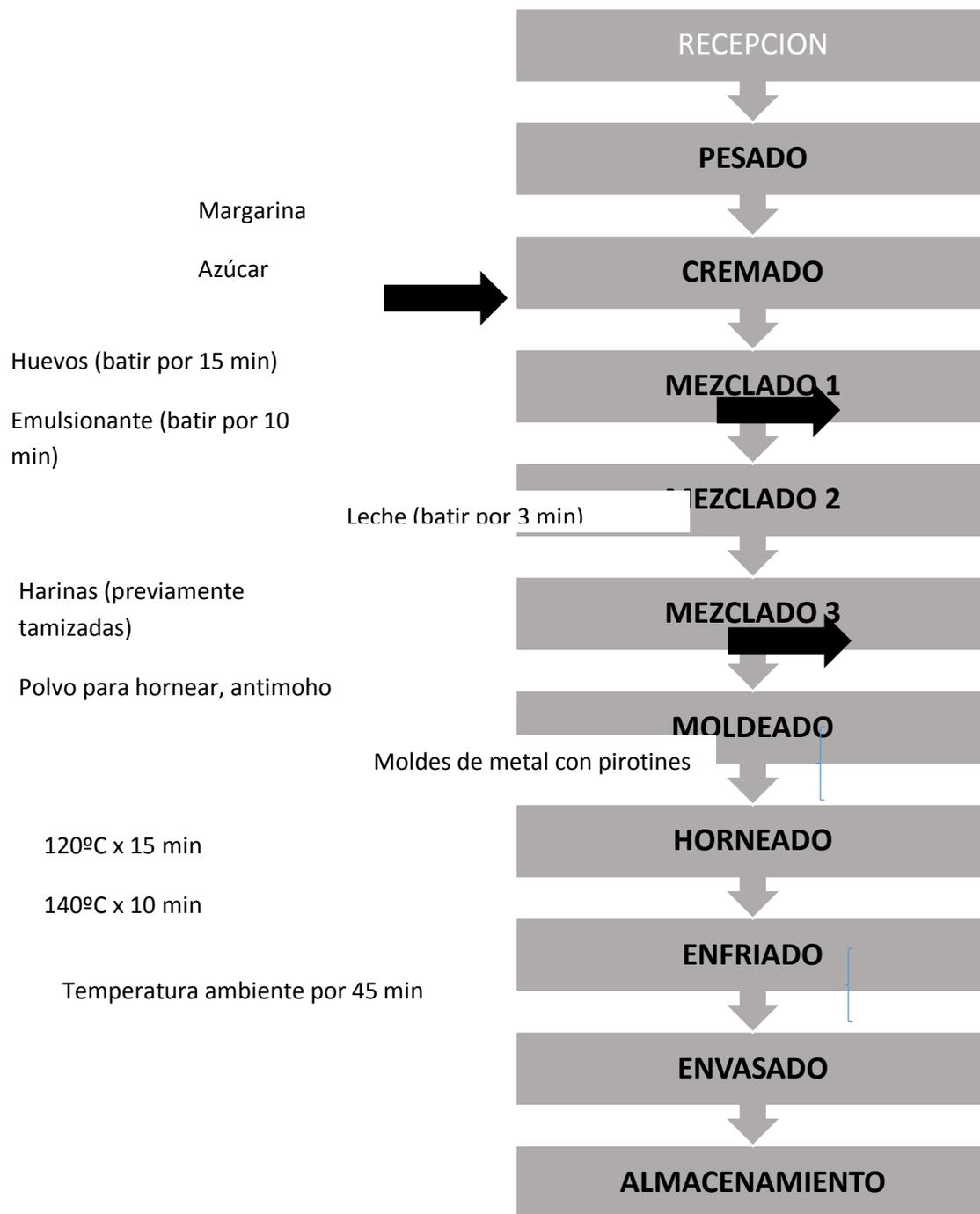


Figura 1. Diagrama de Flujo del proceso de elaboración

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) será 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 realizará 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).

IV. 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 camote (Tabla 13).

El diseño experimental que se muestra en la tabla 14 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 13. 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 (%)	5	5.4	6.5	7.6	8
X2: Harina de camote (%)	5	5.4	6.5	7.6	8

$\alpha=1.4142$

Tabla 14. 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	5.4	5.4
2	+1	-1	7.6	5.4
3	-1	+1	5.4	7.6
4	+1	+1	7.6	7.6
5	- α	0	5	6.5
6	α	0	8	6.5
7	0	- α	6.5	5
8	0	α	6.5	8
9	0	0	6.5	6.5
10	0	0	6.5	6.5
11	0	0	6.5	6.5

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

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 15.

Tabla 151: Composición químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina

Componentes	(%)
Humedad	13.8±0.3
Proteína	11.15±0.05
Ceniza	1.23±0.23
Grasa	0.58±0.25
Carbohidratos	73.87
Fibra	1.51±0.19

Los resultados mostrados en la tabla 26 muestran que la humedad asciende a los 13.8±0.3%, 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 11,15%, siendo mayor al 7,0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985.

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 1.23±0.23%, 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 73.87%, 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 1.51±0.19%.

4.2. Análisis proximal de la harina de camote

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

Tabla 162: Composición químico proximal de la Harina de Camote en 100g de harina

Componentes	(%)
Humedad %	11.5±0.4
Proteína	1.1±0.24
Grasa	0.5±0.14
Carbohidratos	83.4
Ceniza	3.5±0.17

Los resultados mostrados en la tabla 16 muestran que la humedad asciende a los 11.5±0.4%, 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 de camote es de 1.1%, valor que está dentro del intervalo indicado por Scott, el cual es 1,0 a 2,5 %

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 3.5±0.17%, lo cual cumple con la N.T.P. 205.027:1986, para harina de camote enriquecida.

El camote es el que tiene menos proteína en la mezcla, pero es un excelente productor de energía (114 kcalorías/100g); el contenido de almidón varía de 50 a 70% de la materia seca (aproximadamente el 30% del peso fresco). (Babu y Nambisan, 1990).

4.3. 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 173: Composición químico proximal de la Harina de cascara de maracuyá en 100g de harina

Componentes	(%)
Humedad	12.17±0.22
Proteína	3.79±0.26
Cenizas	4.78±0.18
Grasa	0.39±0.13
Carbohidratos	50.88
Fibra	27.48

La harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 12.17 % de humedad, con una desviación estándar de 0.22 estando dentro de las tolerancias indicadas en la norma técnica peruana 205.040 de INDECOPI (1976) para harinas sucedáneas de trigo, la cual tiene una humedad de 15%.

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

El contenido de proteína en la harina de cáscara de maracuyá, presentó un promedio de 3.79%, con una desviación estándar de 0.26.

El contenido de cenizas obtenido presentó un promedio de 4.78%, con una desviación estándar de 0.18, teniendo que considerar que el contenido de

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

El contenido de grasa que se observa en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 0.39 %, con una desviación estándar de 0.13. Este resultado es menor que el porcentaje de grasa de 0.45% encontrado por Pérez y Márquez (2006) para residuos fibrosos de espárrago, lo cual se debe a la naturaleza del fruto.

La cantidad de carbohidratos obtenidos en la harina de cáscara de maracuyá presentó un promedio de 50.88 %. 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 27.48%, siendo parecida a la reportada por García (2003), el cual obtuvo 29.05% de fibra cruda en los residuos fibrosos de maracuyá.

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

Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo y cascara de maracuyá se muestran en la tabla 18.

Tabla 48: Colorimetría de las harinas de trigo y cascara de maracuyá

Materia Prima	Luminosidad (L)	a *	b *	Cromacidad (C)	Angulo de tonalidad (H)
Harina de trigo	95.98±0.09	-0.47±0.09	13.91±0.18	13.59±0.18	91.91±0.16
Harina de cascara maracuyá	76.04±0.78	6.39±0.52	33.21±0.07	33.82±0.1	78.93±0.67

Para la harina de trigo, el valor presentado de a* (-0.47) muestra una ligera tendencia al color verde, con respecto al valor de b* (13.91), 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 91.91 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo). La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 13.59.

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* (33.21), el cual muestra una tendencia al color amarillo mayor que la harina de trigo. El valor de a* (6.39) muestra una tendencia al color rojo y con respecto al ángulo de tonalidad presentó un valor de 78.93 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo y amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad o grado de pigmentación presentó un valor de 33.82.

4.5. Volumen específico.

En la Tabla 19 se presenta los valores del volumen específico para los 11 tratamientos de cupcakes obtenidos.

Tabla 19: Volumen específico del cupcake.

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de camote	Volumen Específico (ml/g)
1	-1.00 (5.4)	-1.00 (5.4)	1.795
2	1.00 (7.6)	-1.00 (5.4)	2.047
3	-1.00 (5.4)	1.00 (7.6)	1.897
4	1.00 (7.6)	1.00 (7.6)	1.89
5	-1.41 (5.0)	0 (6.5)	1.967
6	1.41 (8.0)	0 (6.5)	1.944
7	0 (6.5)	-1.41 (5.0)	1.888
8	0 (6.5)	1.41 (8.0)	1.86
9	0 (6.5)	0 (6.5)	1.462
10	0 (6.5)	0 (6.5)	1.438
11	0 (6.5)	0 (6.5)	1.462
Patrón	-	-	2.078

La **tabla 19** 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 19**, se muestra los resultados de volumen específico para cada una de los ensayos. Los valores se encuentran entre 1.438 (Formulación 10) y 2.047 (Formulación 2); 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 20**) y los efectos significativos para la variable en estudio que se muestra en el diagrama de Pareto (**figura 1**). 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 camote (x_2).

Tabla 20: Coeficientes de regresión para respuesta volumen específico de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	1.45	0.03	55.98	<0.0001
x₁ (L)	0.05	0.03	1.67	0.1566
x₁ (Q)	0.49	0.04	13.15	0.0001
x₂ (L)	-0.02	0.03	-0.75	0.4887
x₂ (Q)	0.42	0.04	10.99	0.0001
x₁ x x₂	-0.13	0.04	-2.87	0.0349

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=Harina de camote, 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 20 y figura 2) en el estudio de la variable Volumen Específico; fueron los términos cuadráticos de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote; así como la interacción de ambos.

El valor de coeficiente de determinación o coeficiente de explicación (r²); para el diseño factorial 2² completo fue de **97.960%**. Este valor indica el buen ajuste del modelo. Así mismo al excluir en el software STATISTICA los términos que no fueron significativos (p>0.05); el nuevo valor de coeficiente de determinación para

el diseño factorial es de **96.599%**. Lo que sigue indicando un buen ajuste del modelo.

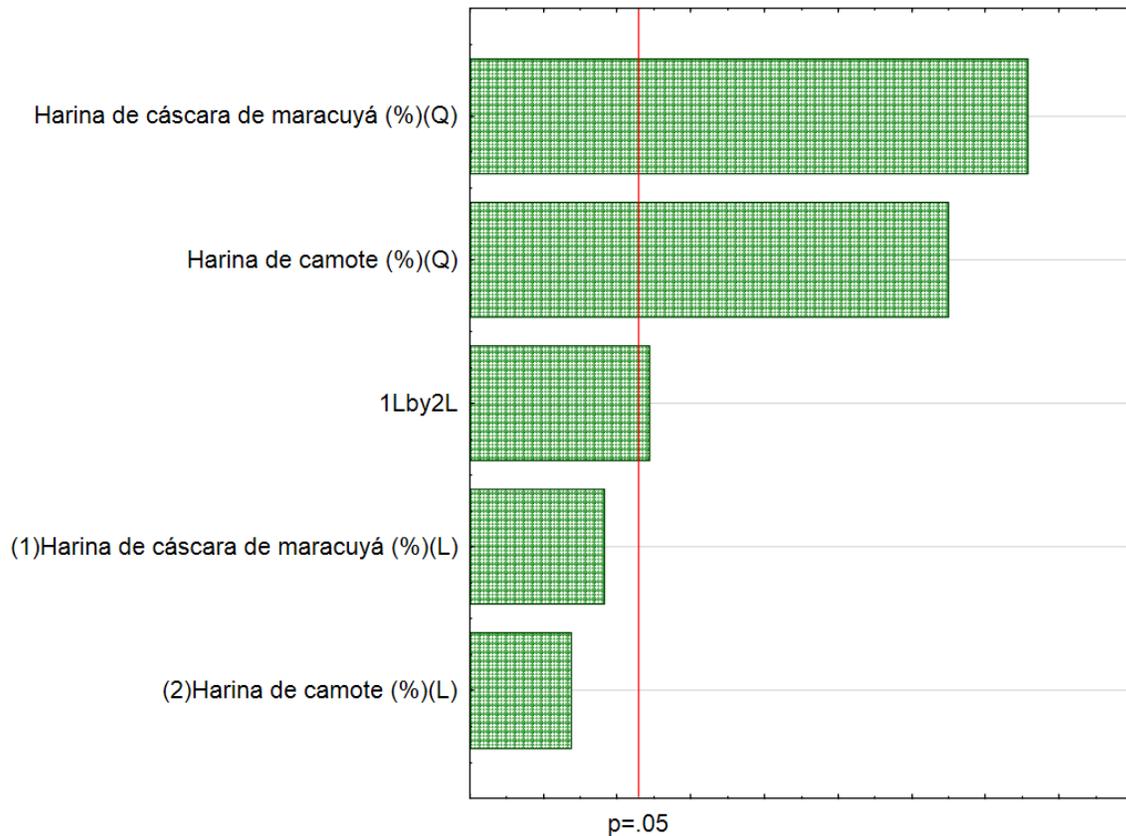


Figura 2: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta volumen específico.

La tabla 21 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la respuesta Volumen específico. Ahí se puede observar que el valor de F calculado es mayor al F tabulado; rechazándose la hipótesis nula (concluyéndose sobre la existencia de regresión lineal). Por lo tanto teniendo en cuenta que el F calculado es mayor al tabulado y que el valor de r^2 es adecuado; podemos concluir y construir un modelo ajustado codificado (**ecuación 1**).

Además es posible construir superficies de respuestas para el volumen específico, la cual se presenta en la **figura 3**.

Tabla 21: Análisis de varianza para la respuesta Volumen específico del Cupcake

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.05)
Regresión	0.47	3	0.16		
Residuos	0.02	7	0.01	16	4.35
Total	0.49	10	0.05		

$$\text{Volumen específico} = 1.45 + 0.49x_1^2 + 0.42x_2^2 - 0.13 x_1 \cdot x_2 \dots(1)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá

x_2 =Harina de camote

$x_1 \cdot x_2$ =Interacción de variables

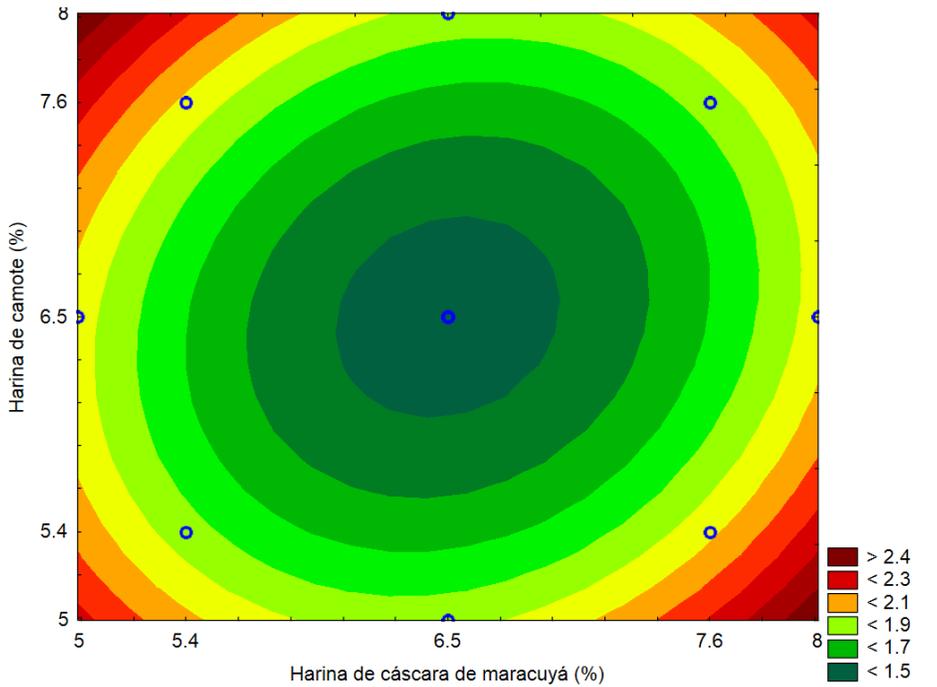
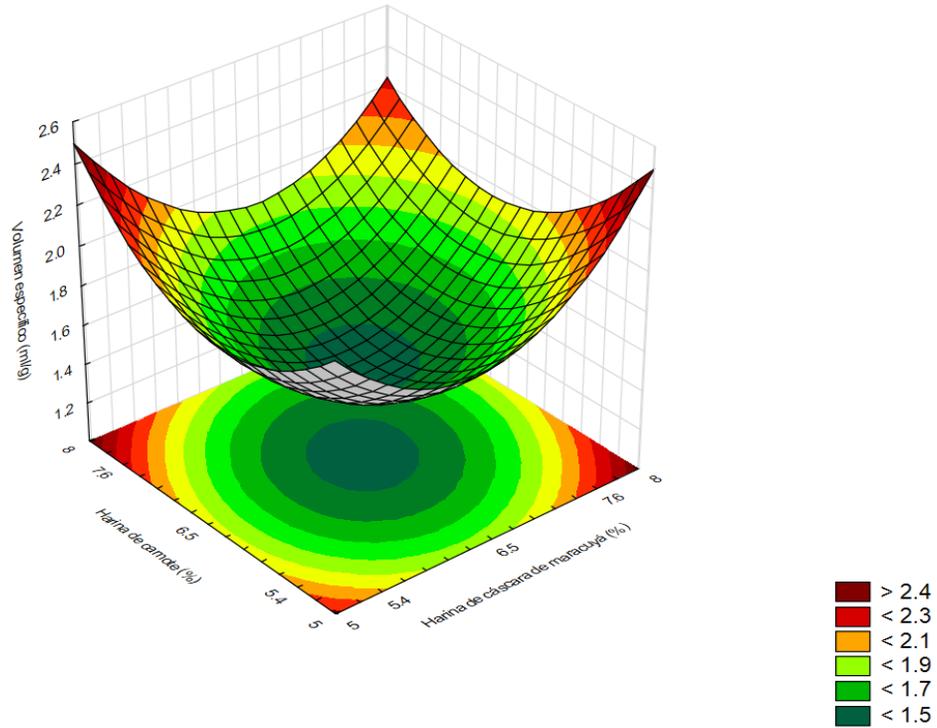


Figura 3. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el volumen de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote (%)

La superficie de respuesta de la figura 3 nos indica que cuando la formulación de pan tenga alrededor de 6.5% de harina de camote y 6.5% de harina de cáscara de maracuyá se obtendrá cupcakes con volumen específico menores a 1.500 ml / g.

4.6. Evaluación sensorial.

La tabla 22 muestra los resultados de la evaluación sensorial de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

Tabla 22: Respuestas obtenidas del análisis sensorial de los cupcakes

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de camote	Color	Textura	Sabor	% de Intención de compra
1	-1.00 (5.4)	-1.00 (5.4)	6.1	5.95	5.79	3.58
2	1.00 (7.6)	-1.00 (5.4)	6.42	5.79	5.37	3.47
3	-1.00 (5.4)	1.00 (7.6)	6.42	6.11	5.47	3.11
4	1.00 (7.6)	1.00 (7.6)	5.6	5.21	4.47	2.47
5	-1.41 (5.0)	0 (6.5)	6.32	5.2	5.58	3.16
6	1.41 (8.0)	0 (6.5)	6	5.32	4.89	3.22
7	0 (6.5)	-1.41 (5.0)	6.16	6.32	6.05	3.47
8	0 (6.5)	1.41 (8.0)	5.05	5.21	5.42	3.11
9	0 (6.5)	0 (6.5)	6.29	5.79	5.79	3.53
10	0 (6.5)	0 (6.5)	6.32	5.84	5.47	3.68
11	0 (6.5)	0 (6.5)	6.21	5.8	5.80	3.68
Patrón	-	-	6.89	6.68	6.63	4.21

4.6.1. Color del cupcake.

Los valores reportados para el color del cupcake presentan un rango de 5.05 a 6.42 (tabla 22)

La tabla 22 muestra al ensayo 2 y 3 como los que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas.

Tabla 23: Coeficientes de regresión para respuesta color de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	6.27	0.14	46.14	<0.0001
x₁ (L)	-0.24	0.17	-1.43	0.2121
x₁ (Q)	0.01	0.19	0.07	0.9506
x₂ (L)	-0.52	0.17	-3.11	0.0266
x₂ (Q)	-0.54	0.19	-2.73	0.0410
x₁ x x₂	-0.57	0.24	-2.42	0.0601

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

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

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 23 y figura 4. Analizando estos efectos se observa que los términos que tuvieron efecto significativo (p<0.10) fueron

el términos lineal y cuadrático de harina de cáscara de camote y la interacción de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el diseño factorial completo 2^2 de la variable en estudio fue de **83.801%**. 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 **77.162%**; manteniendo su condición de buen ajuste.

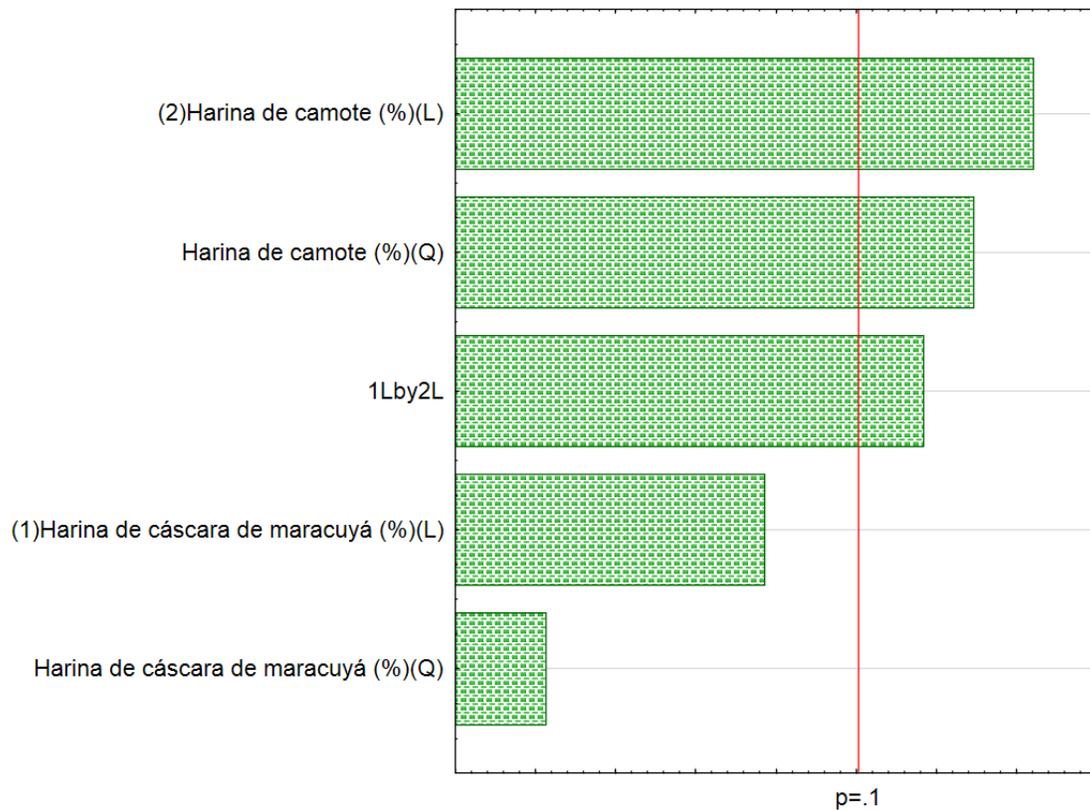


Figura 4: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta color.

Tabla 24: Análisis de varianza para la respuesta color del cupcake

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.10)
Regresión	1.32	3	0.44		
Residuos	0.39	7	0.06	7.33	3.07
Total	1.71	10	0.17		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 24, 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 2, que muestra la posibilidad del color de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Color} = y = 6.27 - 0.52x_1 - 0.54x_2^2 - 0.57 x_1 * x_2 \dots(2)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de camote.

$x_1 * x_2$ =Interacción de variables

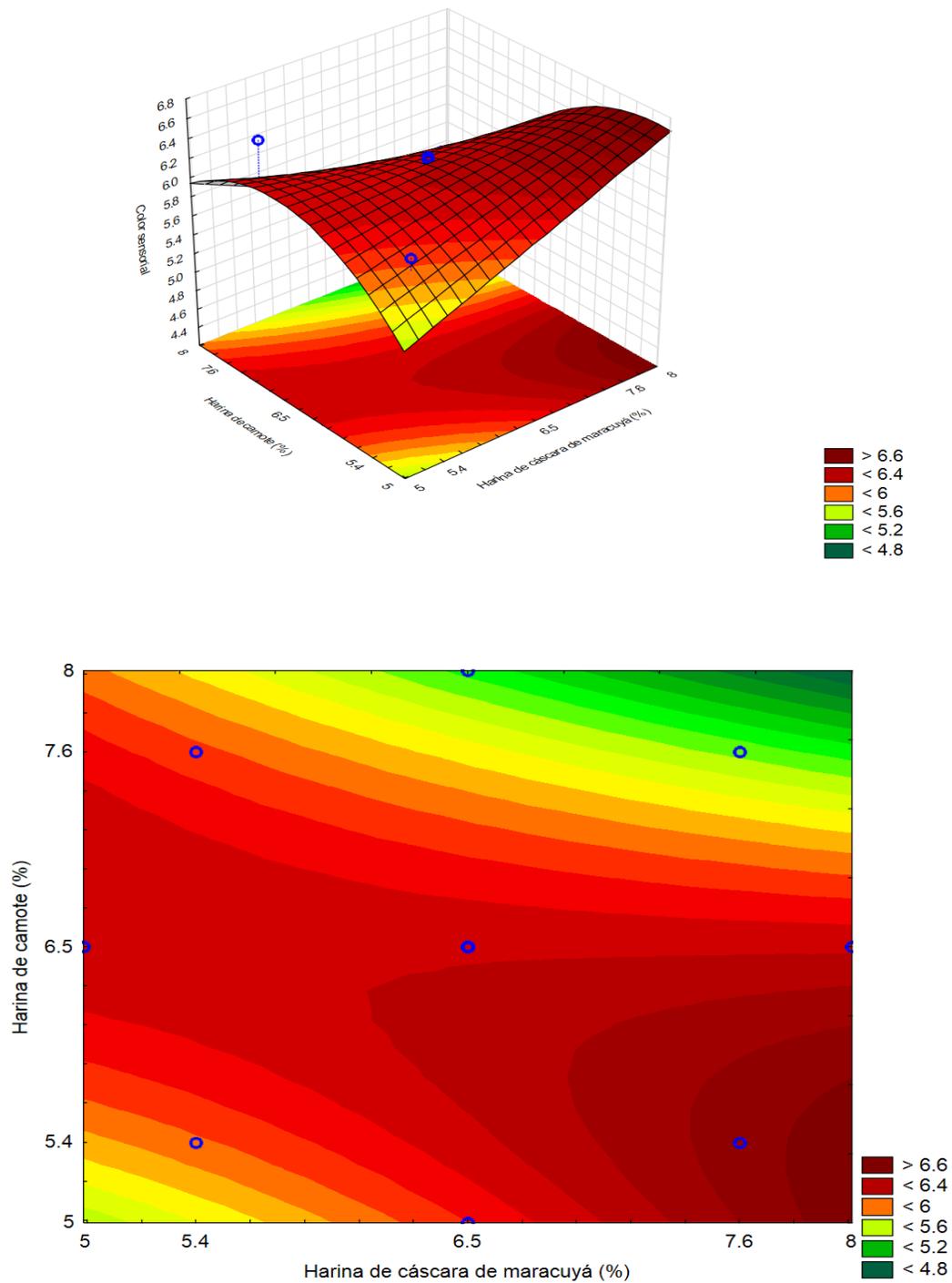


Figura 5. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el color de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracujá (%) y harina de camote.

La superficie de respuesta representada en la figura 5 indica claramente la influencia de la interacción de las variables harina de cáscara de maracuyá y harina de camote en la variable en estudio, además indica la no significancia del término harina de camote en los niveles estudiados en esta investigación (de 5 a 8%). La figura indica que al adicionar porcentajes de 5 a 5.4% de harina de camote y de 7.6 a 8% se obtendrán valores mayores a 6.6 en el parámetro en estudio.

4.6.2. Textura del cupcake.

La tabla 22 muestra los resultados de textura para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

La tabla 22 muestra al ensayo 3 y 7 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 lineal de harina de camote tuvo efecto significativo ($p < 0.10$) 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 **68.483%**. Lo que indica un bajo ajuste en los datos. Al excluir los términos no significativos ($p > 0.10$); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **32.282%**; no pudiéndose representar una superficie de respuesta y una ecuación de modelo ajustado para la variable en estudio.

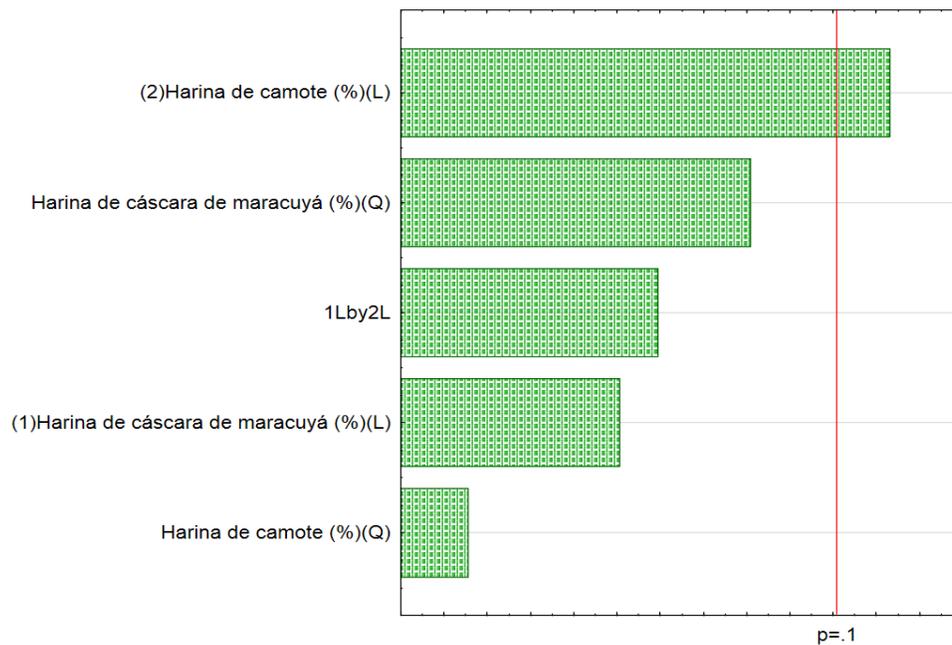
Como no fue posible establecer un modelo matemático de tendencia para la textura, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

Tabla 25: Coeficientes de regresión para respuesta textura de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	5.81	0.18	32.37	<0.0001
x₁ (L)	-0.22	0.22	-1.01	0.3577
x₁ (Q)	-0.42	0.26	-1.62	0.1662
x₂ (L)	-0.49	0.22	-2.26	0.0731
x₂ (Q)	0.08	0.26	0.31	0.7687
x₁ x x₂	-0.37	0.31	-1.19	0.2874

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

*



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

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

4.6.3. 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 7 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 9. Los valores de probabilidad indican que los términos lineales de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote; y el término lineal de harina de cáscara de maracuyá fueron significativos.

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

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	5.69	0.11	49.64	<0.0001
x₁ (L)	-0.59	0.14	-4.27	0.0079
x₁ (Q)	-0.56	0.17	-3.33	0.0207
x₂ (L)	-0.53	0.14	-3.76	0.0131
x₂ (Q)	-0.06	0.17	-0.34	0.7482
x₁ x x₂	-0.29	0.19	-1.46	0.2037

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=harina de camote, 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 **90.209%**. 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 **85.801%**.

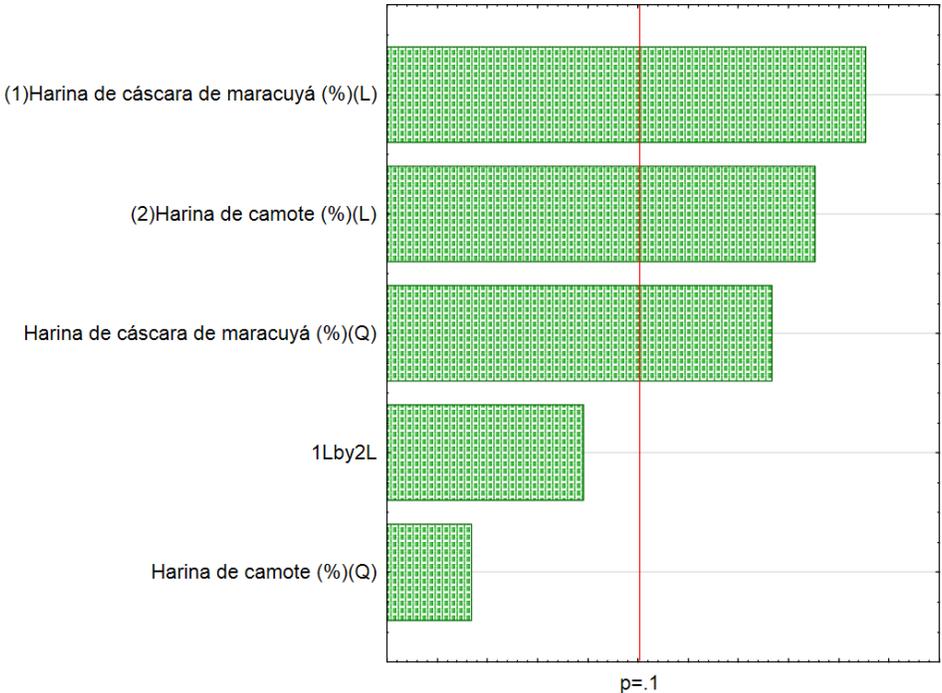


Figura 7: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta sabor.

Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta sabor del cupcake

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7; 0.10)
Regresión	1.72	3	0.57		
Residuos	0.29	7	0.04	14.25	3.07
Total	2.01	10	0.20		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 27, 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 4, que muestra la posibilidad del sabor de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

$$\text{Sabor} = 5.69 - 0.59x_1 - 0.56x_1^2 + 0.53x_2 \dots (4)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de camote.

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 8**.

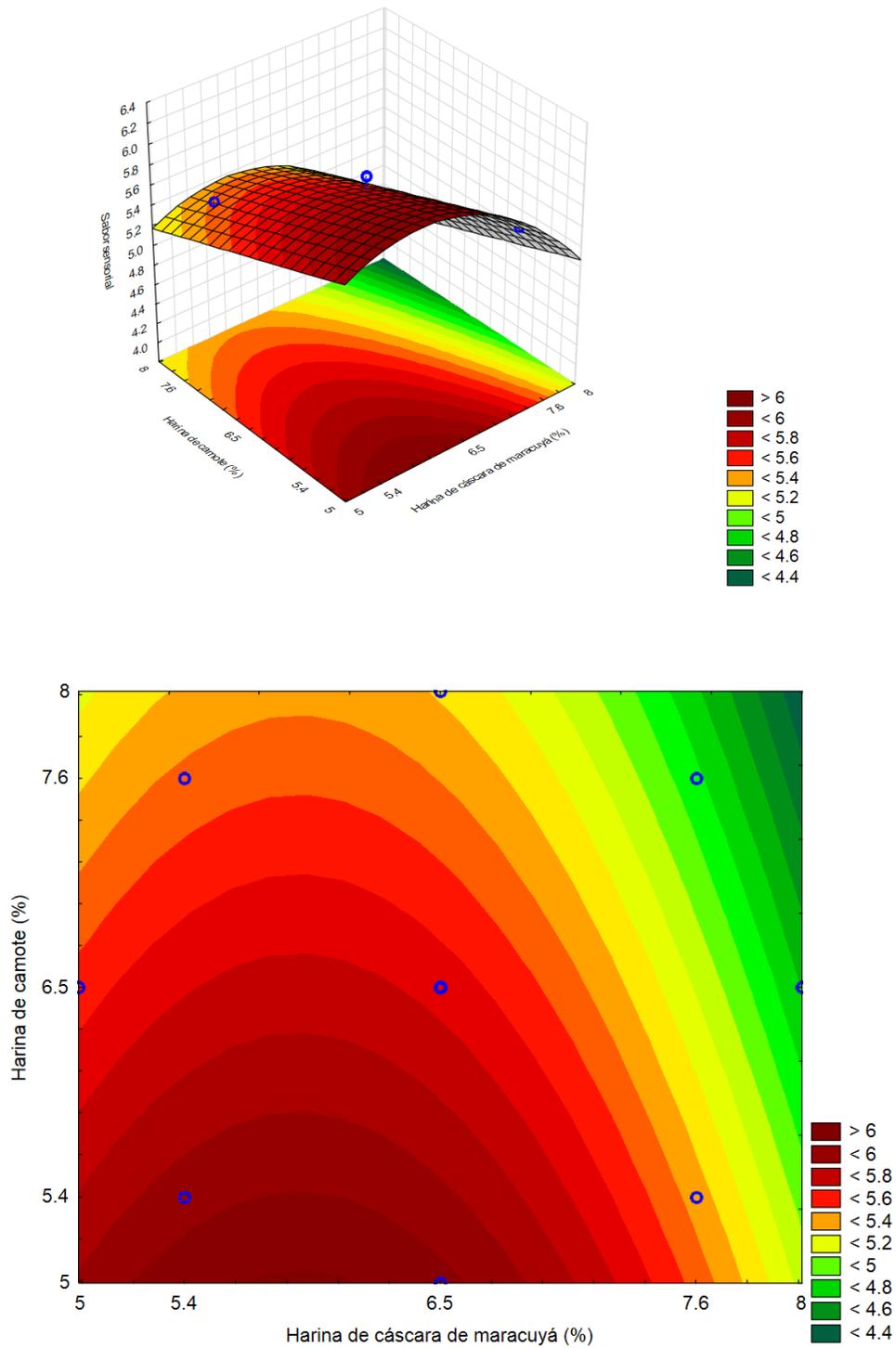


Figura 8. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el sabor de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote.

La superficie de respuesta representada en la figura 8 indica que al adicionar niveles de harina de camote (de 5 a 5.4%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.4 a 6.5%); se obtendrá valores mayores a 6 en el parámetro en estudio.

4.6.4. Intención de compra del cupcake.

De forma general los valores reportados para la intención de compra del cupcake presentan un rango de 2.47 a 3.68 (tabla 22).

La tabla 22 muestra al ensayo 10 y 11 como los que gozan de la intención de compra por parte de los panelistas.

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta intención de compra, tabla 28 y figura 9.

Analizando estos efectos se observó que los parámetros que tuvieron efecto significativo ($p < 0.10$) fueron el término lineal de harina de camote y los términos cuadráticos de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

Tabla 28: Coeficientes de regresión para respuesta intención de compra de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	3.63	0.12	29.24	<0.0001
x₁ (L)	-0.17	0.15	-1.09	0.3239
x₁ (Q)	-0.48	0.18	-2.66	0.0449
x₂ (L)	-0.49	0.15	-3.25	0.0226
x₂ (Q)	-0.38	0.18	-2.11	0.0889
x₁ x x₂	-0.27	0.22	-1.23	0.2726

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=harina de camote, 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 delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **81.685%**. Este valor indica el buen ajuste modelo.

Al excluir los términos no significativos ($p>0.05$); el nuevo r^2 para el modelo ajustado es de **71.739%**.

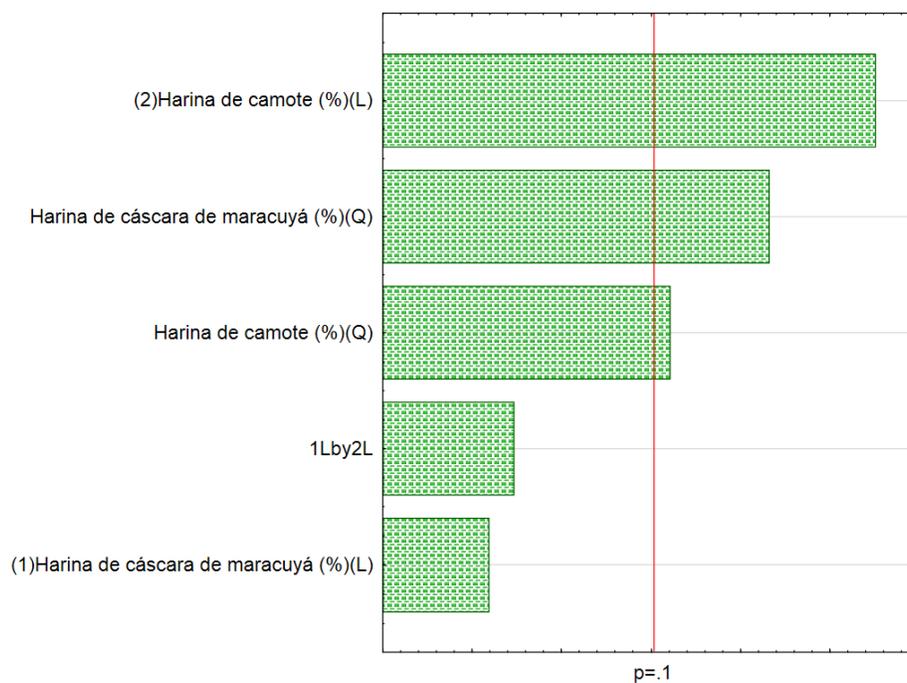


Figura 9: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta intención de compra

Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta intención de compra del cupcake

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.10)
Regresión	0.90	3	0.30		
Residuos	0.36	7	0.05	6.00	3.07
Total	1.26	10	0.13		

Para el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 29, se observa que el modelo que describe la respuesta intención de compra 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 $F_{calculado}$ es 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 intención de compra de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, desde que estas variables son analizadas en los rangos de variación utilizadas en este estudio.

$$\text{Intención de compra} = 3.63 - 0.48x_1^2 - 0.49x_2 - 0.38x_2^2 + \dots(5)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá

x_2 =Harina de camote.

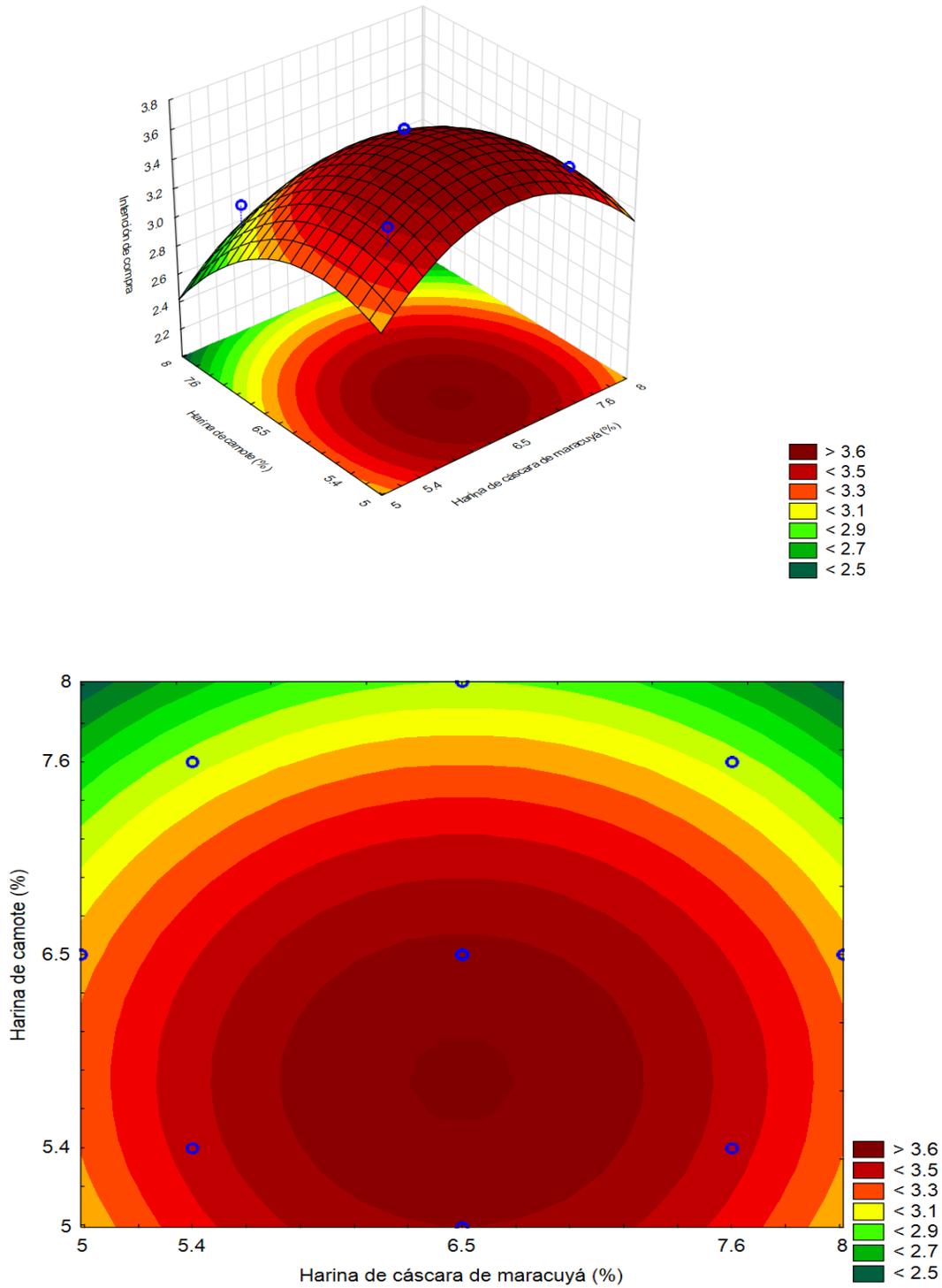


Figura 10. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la intención de compra de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote.

La figura 10 muestra la superficie de respuesta obtenida para la variable intención de compra. Dado que la superficie de respuesta representa la maximización de la intención de compra, se puede calcular los valores de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote que debe de utilizarse en la elaboración de cupcakes para obtener el valor más alto de este parámetro. Por lo cual se deriva la ecuación (5).

$$\text{Intención de compra} = 3.63 - 0.48x_1^2 - 0.49x_2 - 0.38x_2^2 + \dots(5)$$

En función de x_1 :

$$\frac{dy}{dx_1} = -0.96x_1 = 0$$

$$x_1 = 0$$

En función de x_2 :

$$\frac{dy}{dx_2} = -0.49 - 0.76x_2 = 0$$

$$x_2 = -0.64$$

Dado que los valores de x_1 y x_2 son valores codificados; se obtuvieron los valores reales de la tabla de Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2².

Por tanto para el valor codificado de $x_1 = 0$, se obtiene como valor real $a=6.5\%$ de harina de cáscara de maracuyá. Y para el caso del valor codificado $x_2=-0.64$; se obtiene 5.8% de harina de camote. Es decir las concentraciones para obtener el

máximo valor de intención de compra en los cupcakes será cuando se adicione 6.5% de harina de cáscara de maracuyá y 5.8% de harina de camote.

4.7. Colorimetría de la corteza:

La tabla 30 muestra la luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

Tabla 30: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la corteza de los cupcakes

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de camote	Luminosidad	Cromacidad	Angulo de tonalidad
1	-1.00 (5.4)	-1.00 (5.4)	60.277	38.401	70.8660
2	1.00 (7.6)	-1.00 (5.4)	65.587	40.433	76.7260
3	-1.00 (5.4)	1.00 (7.6)	63.567	38.984	76.0670
4	1.00 (7.6)	1.00 (7.6)	65.000	36.100	77.1646
5	-1.41 (5.0)	0 (6.5)	64.093	39.267	74.5054
6	1.41 (8.0)	0 (6.5)	66.680	39.111	76.1235
7	0 (6.5)	-1.41 (5.0)	69.660	41.461	79.4704
8	0 (6.5)	1.41 (8.0)	54.770	34.928	69.2697
9	0 (6.5)	0 (6.5)	65.650	39.600	75.5000
10	0 (6.5)	0 (6.5)	65.750	39.442	75.7679
11	0 (6.5)	0 (6.5)	65.557	39.817	75.0378
Patrón	-	-	65.320	42.047	74.9798

4.7.1. Luminosidad de la corteza.

La tabla 30 muestra los resultados de luminosidad de la corteza para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta luminosidad de la corteza, tabla 31 y figura 11. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que ningún termino lineal y cuadrático de harina de camote y harina de cáscara de maracuyá tuvo efecto significativo ($p < 0.10$) sobre la luminosidad de la corteza de los cupcakes.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **51.965%**. Lo que indica un bajo ajuste en los datos; 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 luminosidad de la corteza, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

Tabla 31: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la corteza de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	65.65	2.19	29.99	<0.0001
x₁ (L)	2.60	2.68	0.97	0.3766
x₁ (Q)	-0.36	3.19	-0.11	0.9140
x₂ (L)	-4.59	2.68	-1.71	0.1476
x₂ (Q)	-3.53	3.19	-1.11	0.3184
x₁ x x₂	-1.94	3.79	-0.51	0.6309

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

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

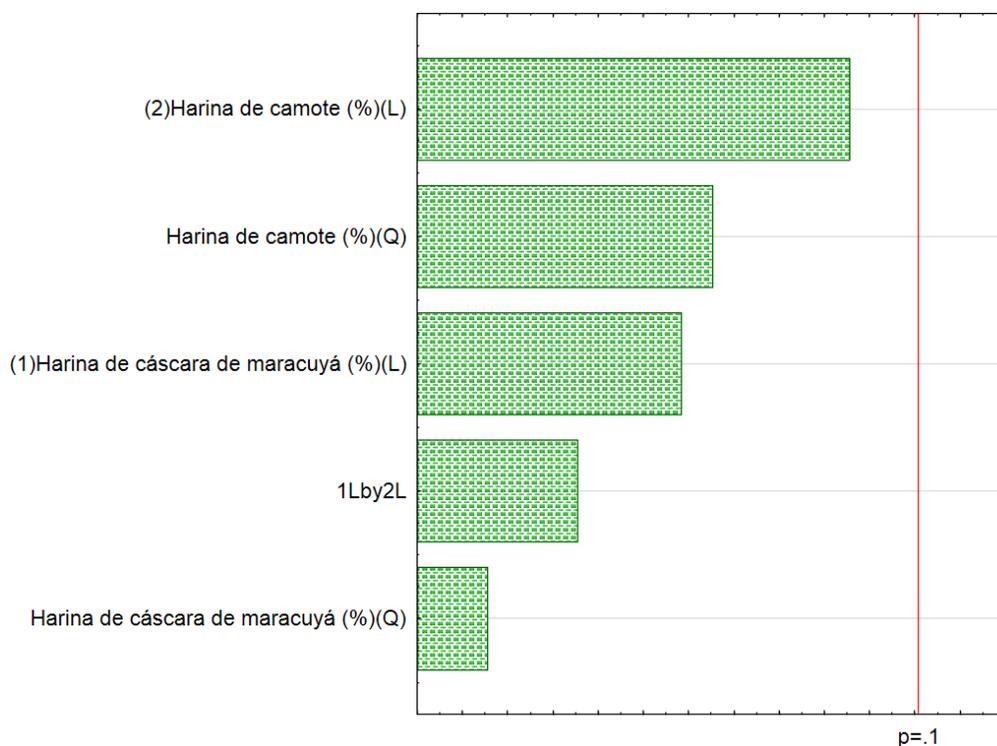


Figura 11: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la corteza

4.7.2. Cromacidad de la corteza.

La tabla 30 muestra los resultados de cromacidad de la corteza para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

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 32. Los valores de probabilidad indican que los términos lineales y cuadráticos de la harina de la harina de camote; y la interacción de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote fueron significativos.

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

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	39.62	0.51	76.94	<0.0001
x₁ (L)	-0.27	0.63	-0.43	0.6884
x₁ (Q)	-0.54	0.75	-0.72	0.5065
x₂ (L)	-3.25	0.63	-5.15	0.0036
x₂ (Q)	-1.53	0.75	-2.04	0.0969
x₁ x x₂	-2.46	0.89	-2.76	0.0400

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=harina de camote, 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 **88.497%**. 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 **86.904%**.

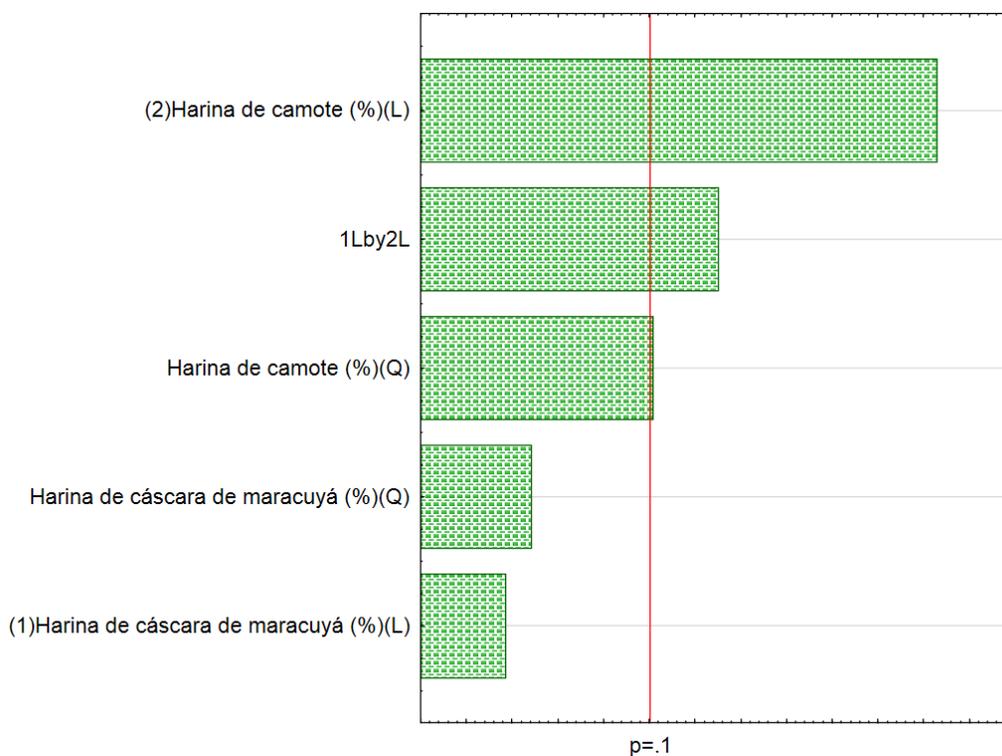


Figura 12: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la corteza

Tabla 33: 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 (3, 7;0.10)
Regresión	30.04	3	10.01		
Residuos	4.53	7	0.65	15.40	3.07
Total	34.57	10	3.46		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 33, 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 $F_{\text{calculado}}$ 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 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 camote.

$$\text{Cromacidad de la corteza} = 39.62 - 3.25x_1 - 1.53x_2^2 - 2.46 x_1 \cdot x_2 \dots\dots(6)$$

Donde:

x_1 =Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 =Harina de camote.

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 13**.

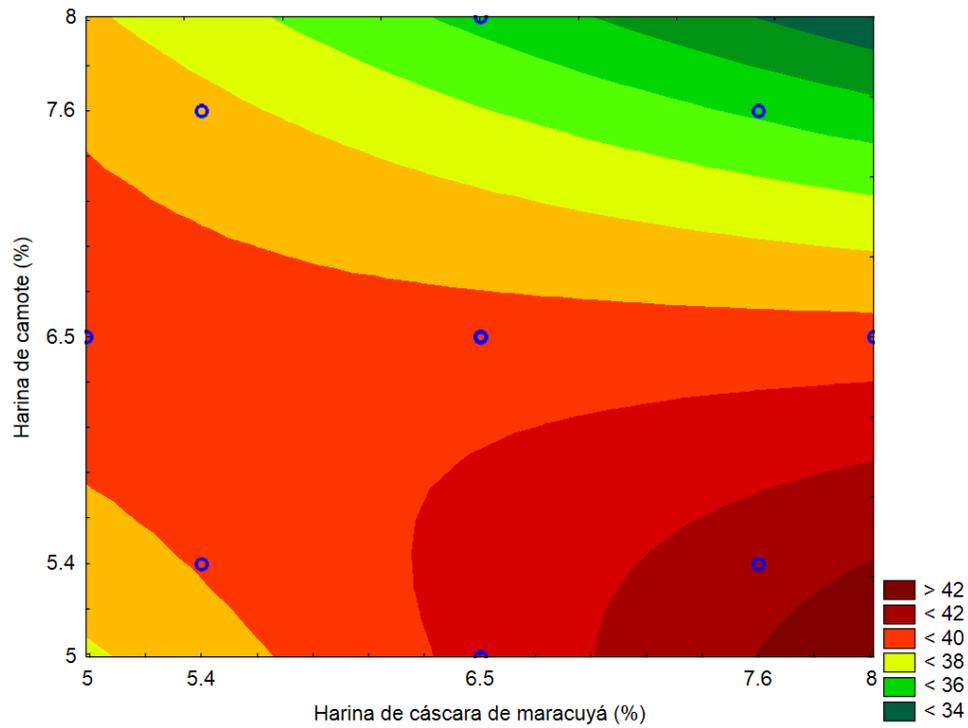
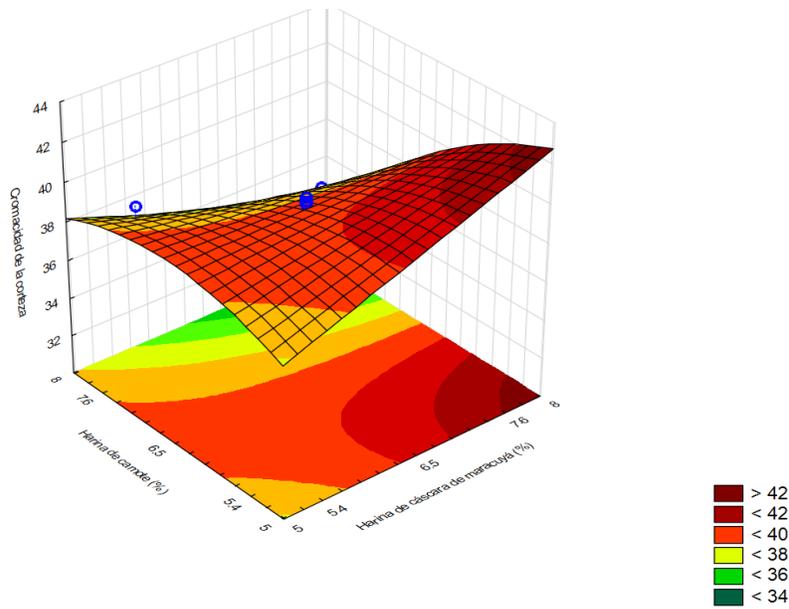


Figura 13. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para la cromacidad de la corteza de los cupcakes en función de: Contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote.

La superficie de respuesta representada en la figura 13 indica que al adicionar niveles de harina de camote (de 5.0 a 5.4%) y harina de cáscara de maracuyá (de 7.6 a 8.0%); se obtendrá valores mayores a 42 en el parámetro en estudio.

4.7.3. Angulo de tonalidad de la corteza.

La tabla 30 muestra los resultados del ángulo de tonalidad en la corteza para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de la respuesta textura, tabla 34 y figura 14. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que ningún termino lineal y cuadrático de harina de camote y harina de cáscara de maracuyá tuvo efecto significativo ($p < 0.10$) sobre el ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.

El valor de coeficiente de determinación (r^2); para el delineamiento experimental completo de la variable en estudio fue de **33.722%**. Lo que indica un bajo ajuste en los datos; 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 ángulo de tonalidad de la corteza, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

Tabla 34: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la corteza de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	75.44	1.89	39.91	<0.0001
x₁ (L)	2.31	2.31	0.99	0.3639
x₁ (Q)	0.06	2.76	0.02	0.9831
x₂ (L)	-2.19	2.31	-0.95	0.3863
x₂ (Q)	-0.88	2.76	-0.32	0.7615
x₁ x x₂	-2.38	3.27	-0.73	0.4996

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

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

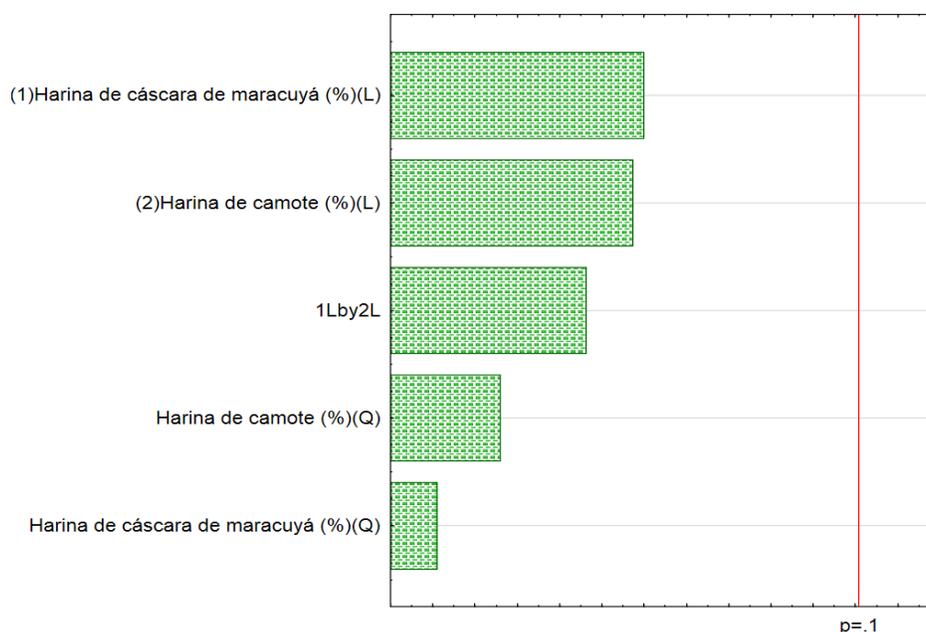


Figura 14: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la corteza

4.8. Colorimetría de la miga:

La tabla 35 muestra la luminosidad, cromacidad y ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes con harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

Tabla 35: Respuestas obtenidas de la colorimetría en la miga de los cupcakes

Ensayos	Harina de cáscara de maracuyá	Harina de camote	Luminosidad	Cromacidad	Angulo de tonalidad
1	-1.00 (5.4)	-1.00 (5.4)	79.703	34.091	87.702
2	1.00 (7.6)	-1.00 (5.4)	78.767	30.972	86.818
3	-1.00 (5.4)	1.00 (7.6)	73.83	30.545	86.991
4	1.00 (7.6)	1.00 (7.6)	71.447	28	88.277
5	-1.41 (5.0)	0 (6.5)	64.793	28.566	87.391
6	1.41 (8.0)	0 (6.5)	68.363	30.215	87.831
7	0 (6.5)	-1.41 (5.0)	77.107	31.657	86.547
8	0 (6.5)	1.41 (8.0)	76.21	29.8	86.678
9	0 (6.5)	0 (6.5)	69.3	30.2	86.044
10	0 (6.5)	0 (6.5)	69.373	29.039	86.709
11	0 (6.5)	0 (6.5)	69.1	30.144	86.392
Patrón	-	-	76.377	26.765	84.468

4.8.1. Luminosidad de la miga.

La tabla 35 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 36 y figura 15. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye que el termino cuadrático de harina de camote 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 **73.063%**. Lo que indica un buen ajuste en los datos; pero que al excluir los términos que no fueron significativos disminuye a un valor de **61.497%**; 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 luminosidad de la miga, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

Tabla 36: Coeficientes de regresión para respuesta luminosidad de la miga de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	69.26	2.06	33.56	<0.0001
x₁ (L)	0.43	2.53	0.17	0.8708
x₁ (Q)	-0.52	3.01	-0.17	0.8694
x₂ (L)	-3.62	2.53	-1.43	0.2119
x₂ (Q)	9.56	3.01	3.18	0.0246
x₁ x x₂	-0.72	3.57	-0.20	0.8476

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

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

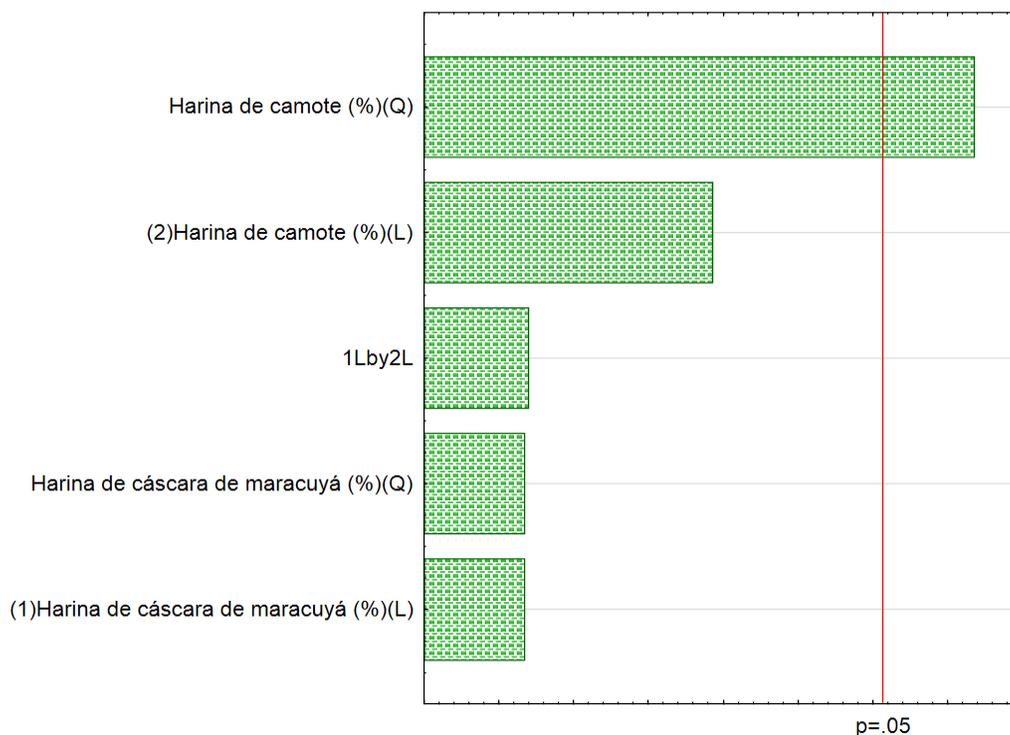


Figura 15: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la miga

4.8.2. Cromacidad de la miga.

La tabla 35 muestra los resultados de cromacidad 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 37 y figura 16. Analizando las probabilidades de cada termino se concluye el termino lineal de harina de camote tuvo influencia estadísticamente significativa ($p < 0.10$) 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 **54.791%**. Lo que indica un bajo ajuste en los datos; 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 cromacidad de la miga, en función de las variables en estudio, la selección de cualquier nivel de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote, dentro de los rangos estudiados, no conducirá a una diferencia en el producto final.

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

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	-0.83	1.10	-0.76	<0.0001
x₁ (L)	0.02	1.31	0.01	0.4841
x₁ (Q)	-2.29	1.10	-2.07	0.9899
x₂ (L)	1.36	1.31	1.03	0.0929
x₂ (Q)	0.29	1.56	0.18	0.3491
x₁ x x₂	-0.83	1.10	-0.76	0.8612

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

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

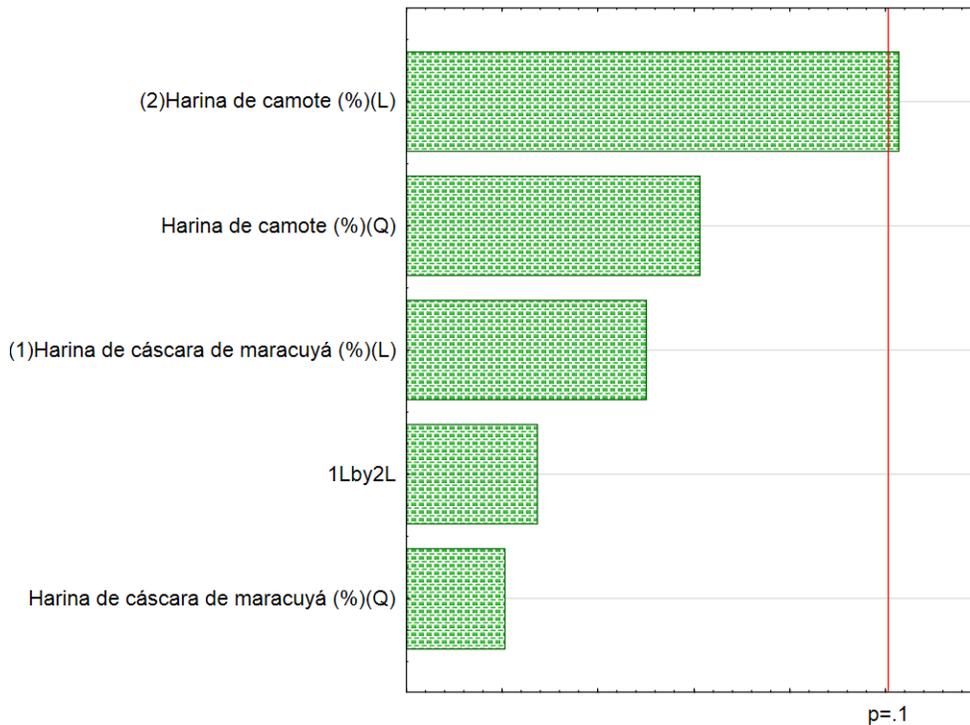


Figura 15: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la miga

4.8.3. Angulo de tonalidad de la miga.

La tabla 35 muestra los resultados de ángulo de tonalidad de la miga para cada formulación del diseño factorial 2^2 .

A través de los resultados del planeamiento experimental fue posible determinar los efectos de los factores sobre la respuesta ángulo de tonalidad de la miga, presentados en la tabla 38. Los valores de probabilidad indican que los términos

cuadráticos de la harina de cáscara de maracuyá; y la interacción de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote fueron significativos.

Tabla 38: Coeficientes de regresión para respuesta ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(8)	p-valor*
Media	86.38	0.18	477.11	<0.0001
x₁ (L)	0.26	0.22	1.15	0.3004
x₁ (Q)	1.39	0.26	5.29	0.003
x₂ (L)	0.23	0.22	1.05	0.3409
x₂ (Q)	0.39	0.26	1.51	0.1915
x₁ x x₂	1.09	0.31	3.46	0.0180

x₁=Harina de cáscara de maracuyá, x₂=harina de camote, 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 **89.458%**. 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 **79.507%**.

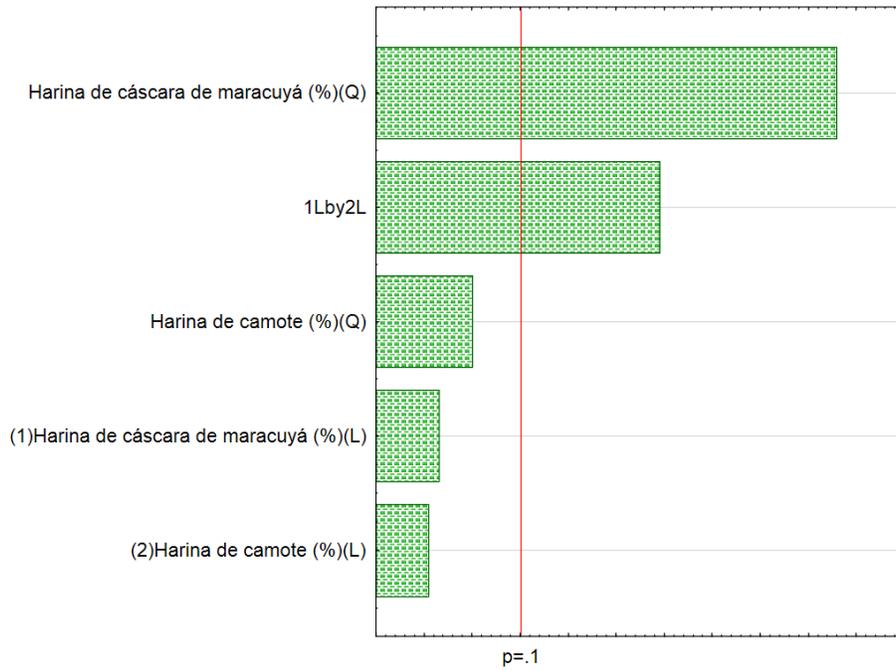


Figura 16: Diagrama de Pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la miga

Tabla 39: 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;0.10)
Regresión	3.71	2	1.86		
Residuos	0.95	8	0.12	15.50	3.11
Total	4.66	10	0.47		

Al determinar el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en la tabla 39, se observa que el modelo que describe la respuesta 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 $F_{\text{calculado}}$ 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 7, que muestra la posibilidad del ángulo de tonalidad de la miga de ser estimado en función de la harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

$$\text{Angulo de tonalidad de la miga} = 86.38 + 1.39x_2^2 + 1.09 x_1^* x_2 \dots (7)$$

Donde:

x_1 = Harina de cáscara de maracuyá.

x_2 = Harina de camote.

$x_1^* x_2$ = Interacción

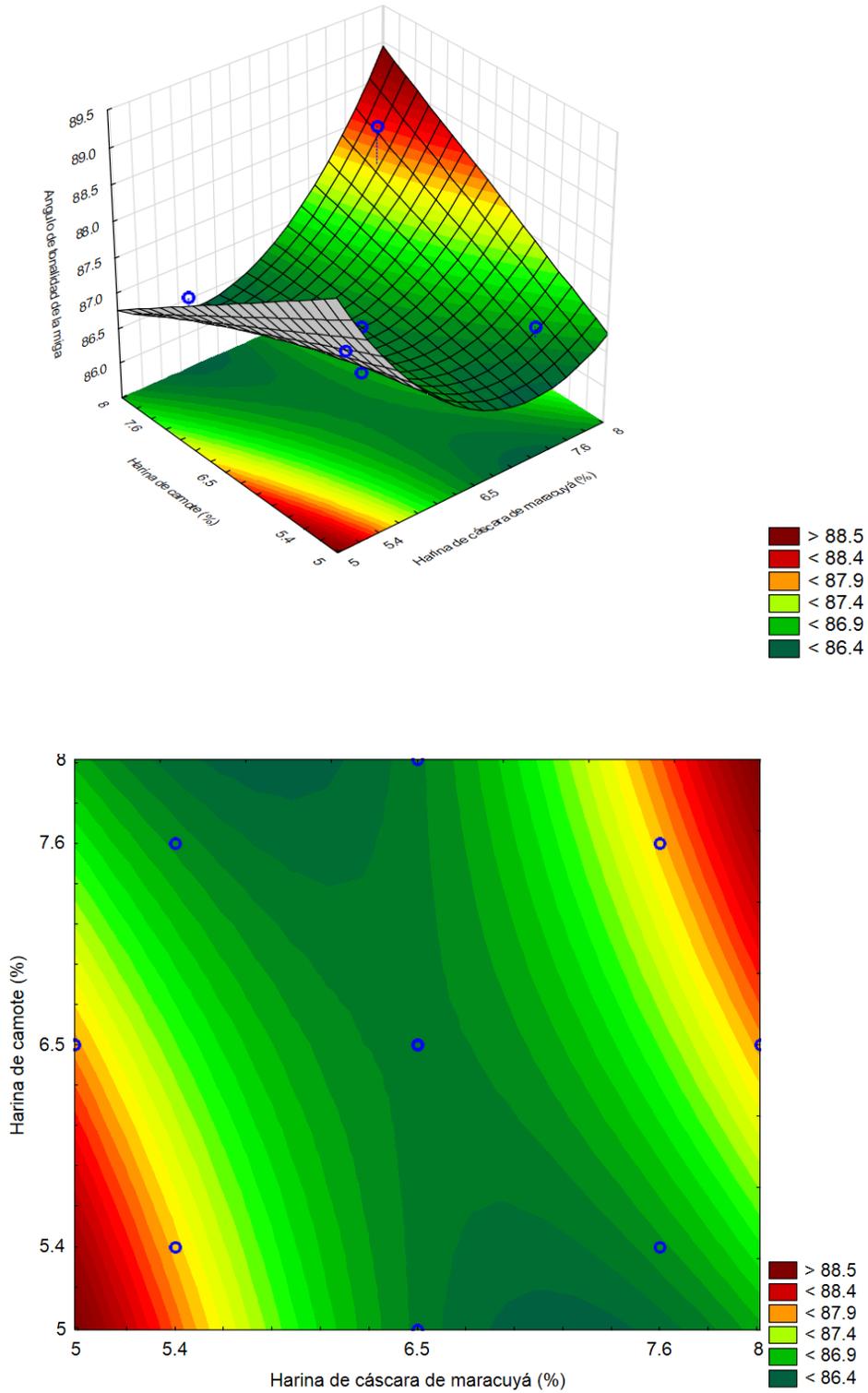


Figura 17. Superficie de respuesta y gráfico de contorno para el ángulo de tonalidad de la miga de los cupcakes en función de: contenido de harina de cáscara de maracuyá (%) y harina de camote.

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 17**.

La superficie de respuesta representada en la figura 17 que al adicionar niveles de harina de cáscara de maracuyá (de 6.5 a 7.6%); se obtendrá valores menores a 86.4 en el parámetro en estudio. La harina de camote no presenta influencia estadísticamente significativa.

4.9. Análisis de perfil de textura.

El análisis de perfil de textura mostró los resultados mostrados en la tabla 40. Se determinaron las propiedades del cupcake relacionadas con la dureza, elasticidad y masticabilidad. Cada una de ellas mostro información que describe el comportamiento de la textura y por lo tanto son complementarias entre sí.

Los parámetros dureza, elasticidad y masticabilidad de los cupcakes mostraron variabilidad al segundo y séptimo día de almacenamiento (ver figuras 18, 19 y 20); manifestándose en una tendencia al aumento de dichos parámetros. La dureza alcanza su mayor valor, debido a la mayor perdida en la capacidad de retención de agua. La masticabilidad presento los mayores valores a los 2 y 7 días de almacenamiento; lo cual concuerda con los datos obtenidos en el parámetro dureza. Lo que indica una fuerte correlación entre estos dos parámetros para los cupcakes elaborados a partir de harina de cáscara de maracuyá y harina de camote.

Tabla 40: Perfil de textura del cupcake

TRATAMIENTOS	HCMa(%)	HC (%)	DUREZA (Newton)			ELASTICIDAD (mm)			MASTICABILIDAD (mJ)		
			20.12.17	22.12.17	27.12.17	20.12.17	22.12.17	27.12.17	20.12.17	22.12.17	27.12.17
T1	5.4	5.4	2908	3175	3710	6.95	6.99	7.12	55.09	58.32	60.09
T10	6.5	6.5	2017	2191	2540	6.4	6.64	6.89	34.49	38.61	46.86
patrón	0	0	1868	2718	4417	6.53	6.75	6.85	30.36	46.78	79.63

HCMa Harina cascara maracuyá

HC Harina de camote

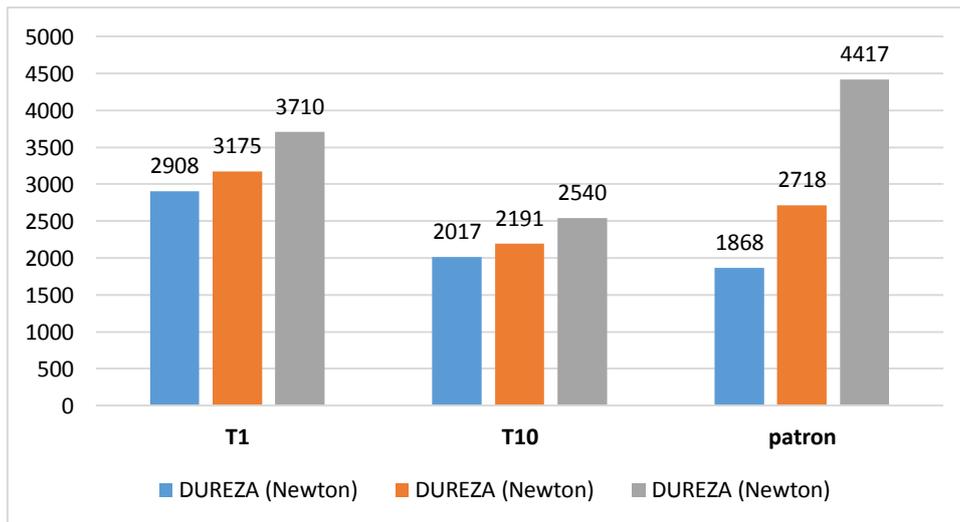


Figura 18. Análisis de la dureza en los cupcakes durante el almacenamiento

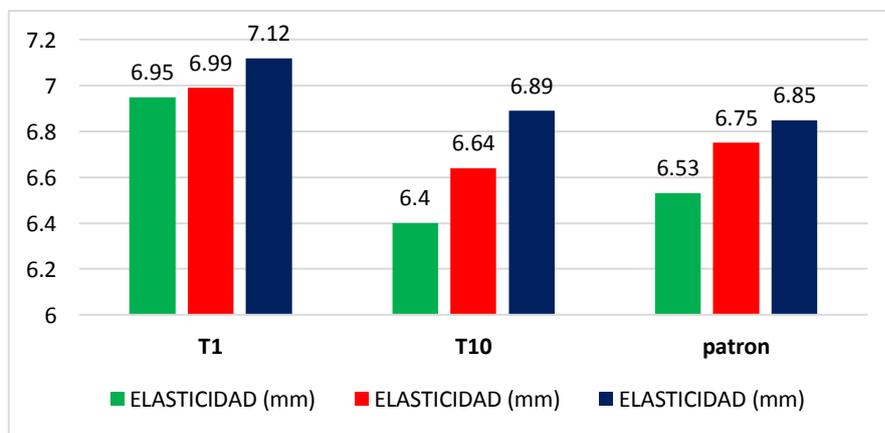


Figura 19. Análisis de la elasticidad en los cupcakes durante el almacenamiento

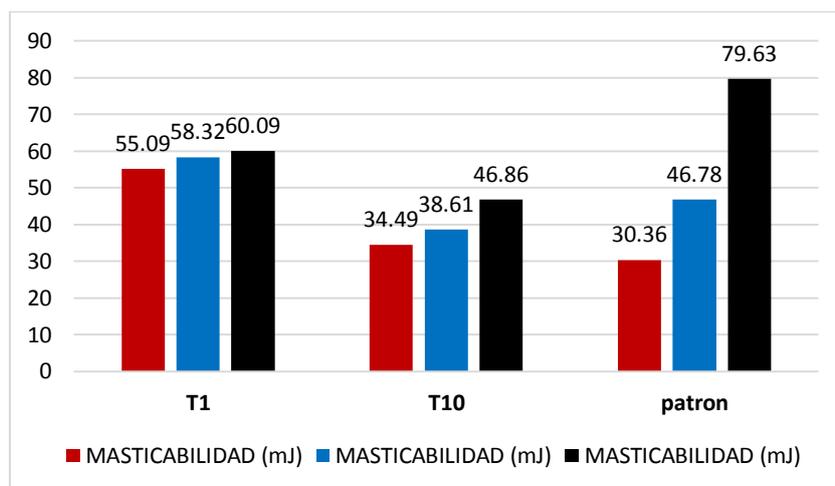


Figura 20. Análisis de la masticabilidad en los cupcakes durante el almacenamiento

4.10 Caracterización químico proximal

En la tabla 41 se observa la caracterización químico-proximal tanto del cupcake control como el cupcake óptimo.

Tabla 41: Composición porcentual (%) del Cupcake Control y. Cupcake Óptimo

Componentes (%)	Cupcake Control	Cupcake Óptimo
Humedad	18.4 ± 0.18	20.1 ± 0.13
Proteína	8.46±0.05	7.14±0.07
Cenizas	2.01 ± 0.02	2.17 ± 0.04
Grasa	16.84±0.08	15.17±0.06
Carbohidratos	53.97	53.97
Fibra	0.32 ± 0.03	1.45 ± 0.07

La humedad es un parámetro sumamente importante para los productos de panificación y bollería, 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, la humedad máxima permisible en este tipo de productos es 40%, por ende según la tabla 41, se puede observar que tanto el cupcake con la mezcla óptima como 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 queque (80% H. de trigo pastelera, 20% H. zapallo%; y 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 lo comparamos con

la humedad tanto del cupcake óptimo como el control resulta ser éste mucho mayor.

Otros investigadores como (Bhaduri, 2013) en su investigación *Estudio sobre las propiedades físicas de dos harinas sin gluten en quequitos*, reportó un valor de 26.61% de humedad para un queque elaborado a base de 100% harina de quinua (35.25% Harina, 15.42% azúcar blanca, 0.13% sal, 1.29% polvo de hornear, 13.88% aceite vegetal, 25.31% leche descremada, 8.72% huevos), resultado que es ligeramente mayor al obtenido en la Tabla 41 para el cupcake control como óptimo. Asimismo (Bhat, et. al., 2013) investigaron las características fisicoquímicas de un queque con harina de zapallo, en el cual obtuvieron un 19.55% de humedad para un queque a base de 100% harina de trigo, 19.62% para un queque con 90% H. de trigo, 10% H. de zapallo, (** 25.32% Harina), 25.32% azúcar, 12.66% mantequilla, 10.13% leche descremada, 0.76% polvo de hornear, 0.51% bicarbonato de sodio, 25.32% agua), 19.70 % para un queque 80% H. de trigo, 20% H. de zapallo, 19.90% para un queque 70% H. de trigo, 30% H. de zapallo, (porcentajes de los demás insumos constantes), evidenciando así que a medida que el porcentaje de harina de zapallo aumentaba, también lo hacía el porcentaje de humedad, lo cual también se observa en la Tabla 41 en donde el contenido de humedad es mayor para el cupcake óptimo que para el control.

Asimismo se observa en la tabla 41 que el contenido de proteína para el cupcake óptimo fue menor al del control, esto debido principalmente al porcentaje de harina de camote que presenta dentro de la formulación del primero. Cabe decir que en los productos de pastelería se utiliza la harina de trigo floja, la cual presenta un bajo contenido de proteínas, como lo detalla (Pylar, 1988) quien nos dice que la harina para la elaboración de bizcochos es obtenida de la molienda de trigos suaves de invierno, rojos o blancos. También (Villanueva, 2012) hace mención que la harina de un trigo duro se caracteriza, a su vez, por poseer mayor cantidad de proteínas, mayor absorción de agua y granulometría más gruesa que la harina de un trigo suave; de ahí la importancia de realizar sustituciones con harina con mayor contenido proteico en los bizcochos y queques.

Según (Pongjanta, et. al., 2006), citado por Beltran 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 mayor. 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.

El porcentaje de cenizas observado en el cupcake óptimo fue 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 camote 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.

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 camote y cascara de maracuyá. El valor obtenido por el cupcake óptimo 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.

Con respecto al contenido de fibra se puede observar que el cupcake óptimo presentó un mayor porcentaje, esto debido a la sustitución de la harina de trigo principalmente por la harina de cascara de maracuyá ya que ésta contiene un considerable porcentaje de fibra. (Bhat, et.al., 2013) en su investigación *Estudio de las características fisicoquímicas de un quequito de zapallo*, reportaron valores de 0.83% de fibra para un quequito con 100% harina de trigo, 1.85% de fibra para un quequito con 70% harina de trigo y 30% harina de zapallo, resultado que se aproxima al obtenido con el cupcake óptimo. Asimismo, (El-Demery, 2011), observó que mientras el porcentaje de sustitución de harina de zapallo era mayor el porcentaje de fibra aumentaba también, es así que en su investigación sobre panes (harina de trigo, harina de zapallo, 500 g of flour blend, 9 g de levadura, 5 g de NaCl, 13 g de azúcar , 10 g fortificados con harina de zapallo obtuvo los siguientes valores: 5% H. zapallo + 95% H. trigo= 2.57, 10% H. zapallo + 90% H. trigo = 2.86, 15% H. zapallo + 85% H. trigo = 3.12, 20% H. zapallo + 80% H. trigo = 3.23; resultados que comparados con los obtenidos en este trabajo son más altos.

Como es sabido, el contenido de fibra en un alimento esencial en la dieta del ser humano esto, La fibra dietética presenta muchas cualidades funcionales, entre ellas la habilidad de captar agua, y algunas reducen el contenido de glucosa en sangre, esto corroborado por Badui (2006), La

importancia de la fibra en la dieta fue puesta de manifiesto en la década de los setenta; a raíz de esto se han efectuado muchos estudios que relacionan la ausencia de fibra con diversos problemas de salud, tales como constipación, diverticulosis, colitis, hemorroides, cáncer en el colon y en el recto, diabetes *mellitus*, aterosclerosis y otros. Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y, por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del ser humano.

Con respecto al porcentaje de carbohidratos, la Tabla 41 muestra que para el cupcake óptimo y el cupcake control, el valor obtenido fue de 53.97%.

4.10.1 Evaluación de la humedad de los cupcakes óptimo y control

En la tabla 42 y en la figura 21, se muestran los resultados de los análisis de humedad de los cupcakes.

Tabla 42: Porcentaje de humedad del cupcake Control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C)

TIEMPO (Días)	% HUMEDAD	
	CONTROL	ÓPTIMO
1	18.411±1.1932	20.11±0.1263
3	17.2312±0.6428	19.8544±0.2969
6	17.0669±0.1899	18.8652±1.0991
9	16.8698±0.2753	18.6811±0.1597
12	16.5817±2.5243	18.4888±0.1972

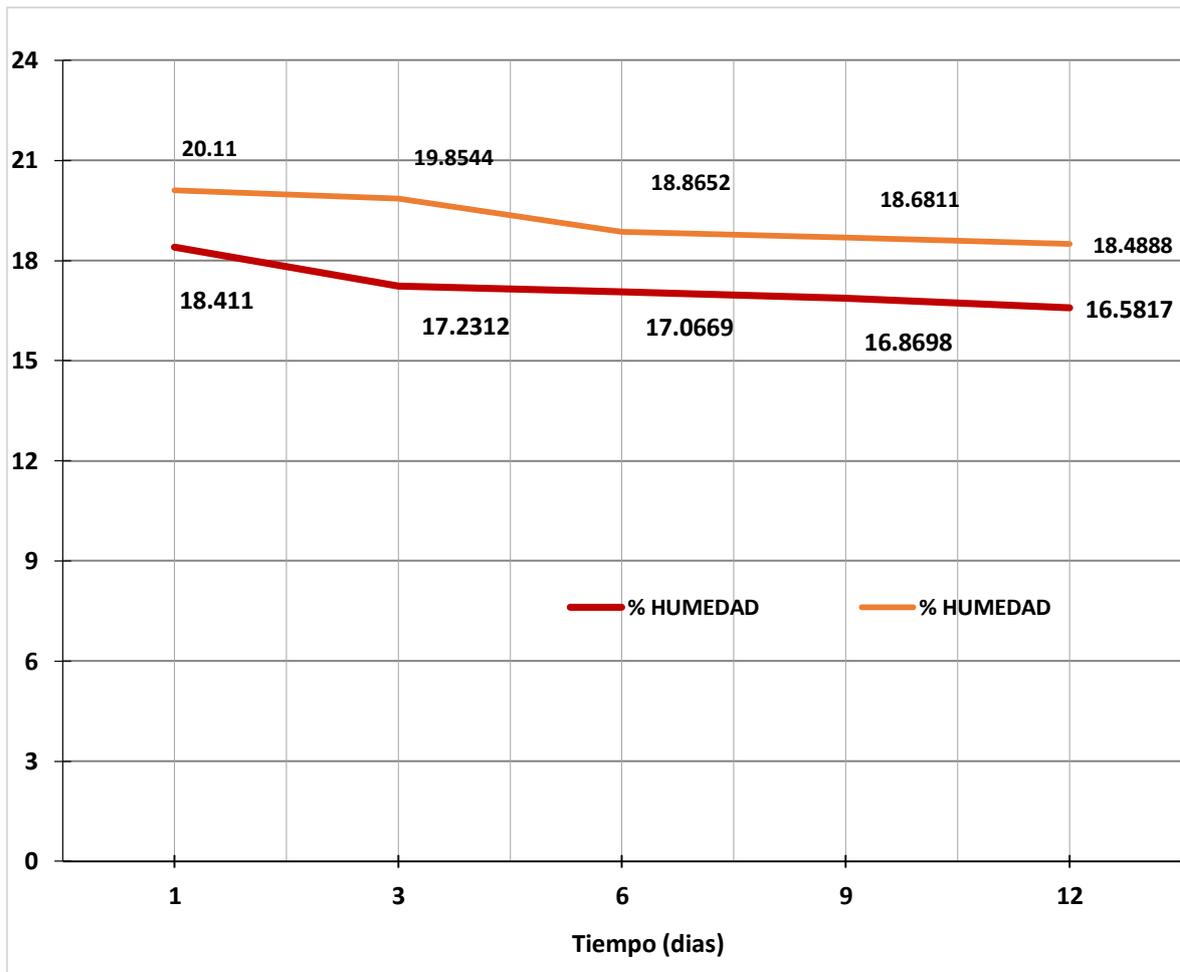


Figura 21: Variación del %Humedad de los cupcakes control y óptimo durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (21°C)

En la tabla 42 notamos que al inicio del almacenamiento, el cupcake control presentó una humedad de $18.411 \pm 1.1932\%$ y el cupcake óptimo una humedad de $20.11 \pm 0.1263\%$. Paulatinamente este valor fue disminuyendo a medida que avanzaban los días de almacenamiento, hasta el día 12, el cual los valores de humedad en el cupcake control y óptimo fueron $16.5817 \pm 2.5243\%$ y $18.4888 \pm 0.1972\%$ respectivamente.

Según (Dendy, 2001) menciona que la pérdida de humedad en los pasteles ocurre cuando se exponen en el ambiente, pero también dentro de la propia miga la humedad puede reabsorberse entre los ingredientes. De esta forma su status cambia lentamente con el tiempo. El almidón en particular experimenta estos cambios y

contribuye a dar las características de endurecimiento de la miga que se asocia con el envejecimiento

En la figura 21 podemos notar que el cupcake óptimo contiene mayor humedad que el cupcake control, esto es debido al contenido de harina de camote en el cupcake óptimo. Según (El-Demery, 2011) en su investigación "*Evaluación de las propiedades físico-químicas de los panes enriquecidos con harina tostada de zapallo*", observó que cuando el nivel de harina de zapallo aumentaba, el contenido de humedad también (21,35 a 26,05%). Este resultado de acuerdo con la de (Ptitchkina *et al.*, 1998), quien encontró que la adición de polvo de calabaza en una concentración de hasta 10 g / kg de harina también provocó un aumento en el contenido de humedad del pan.

De la misma manera, (See *et al.*, 2007) en su investigación *Evaluación Físicoquímico y sensorial de Panes complementado con harina de zapallo*, también observó que al aumentar el nivel de harina de zapallo, también aumentaba el contenido de humedad (100% H. Trigo = 32.02%, 95% H. Trigo + 5% H. zapallo = 32,63% de humedad, 90% H. Trigo + 10% de H. zapallo =34.25% de humedad y 85% H. Trigo + 15% de H. de zapallo =35.32% de humedad). Esto podría atribuirse a la capacidad de absorción de agua más alto en la harina de material compuesto en comparación con la harina de trigo que estaba de acuerdo con los resultados de (Sunday, 1992) .

En el último día de almacenamiento de los cupcakes, presentaron una humedad que se encontraba dentro de los límite máximo (40%) de humedad permitido por la NTP. 206.002:1981, revisada el 2011. Según (De Escalada *et al.*, 2005), la pérdida de humedad durante el proceso de amasado, cocción y almacenamiento; es un proceso muy desfavorable para la frescura en los productos de panadería. La alta capacidad de retención de agua por parte de la fibra presente en la

harina de zapallo, actúa como agente humectante permitiendo así mantener la miga más fresca durante el tiempo de almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

1. La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de cupcakes: Proteína (11.15%), Humedad (13.8%), Cenizas (1.23%), Grasa (0.58%), Fibra (1.51%) y Carbohidratos (73.87%).

La composición química proximal de la harina de camote es: Proteína (1.1%), Humedad (11.5%), Cenizas (3.5%), Grasa (0.5%), y Carbohidratos (83.4%).

La composición química proximal de la harina de cascara de maracuyá es: Proteína (3.79%), Humedad (12.17%), Cenizas (4.78%), Grasa (0.39%), Fibra (27.48%) y Carbohidratos (50.88%).

2. La superficie de respuesta para volumen específico nos indica que cuando la formulación de pan tenga alrededor de 6.5% de harina de camote y 6.5% de harina de cáscara de maracuyá se obtendrá cupcakes con volumen específico menores a 1.500 ml / g
3. La superficie de respuesta para el parámetro color del cupcake indica que al adicionar porcentajes de 5 a 5.4% de harina de camote y de 7.6 a 8% se obtendrán valores mayores a 6.6 en el parámetro en estudio.
4. La superficie de respuesta para el parámetro sabor del cupcake indica que al adicionar niveles de harina de camote (de 5 a 5.4%) y harina de cáscara de maracuyá (de 5.4 a 6.5%); se obtendrá valores mayores a 6 en el parámetro en estudio.
5. La superficie de respuesta para el parámetro intención de compra del cupcake indica que las concentraciones para obtener el máximo valor de

- intención de compra en los cupcakes será cuando se adicione 6.5% de harina de cáscara de maracuyá y 5.8% de harina de camote.
6. Se determinó los porcentajes óptimos de harina de trigo, harina de camote y harina de cascara de maracuyá, siendo estos: 89.20%, 5.4% y 5.4% respectivamente; y, 87.00%, 6.5% y 6.5% respectivamente
 7. La dureza y masticabilidad del cupcake patrón (4417 N y 79.63 mJ, respectivamente) tienen una variación elevada, después de 7 días de almacenamiento, comparada con el T1 (2540 N y 46.86 mJ, respectivamente).
 8. El contenido de fibra cruda del cupcake óptimo fue de 1.45% y del cupcake patrón, de 0.32%, el cual representa un enriquecimiento del cupcake con un 453% adicional en fibra.
 9. La variación de la pérdida de humedad en el cupcake control fue ligeramente mayor al del cupcake óptimo (~1.82 y ~1.62 respectivamente).
 10. La composición química proximal del cupcake con la mezcla óptima de harinas fue de: 20.1% Humedad, 7.14% Proteína, 2.17% Cenizas, 15.17% Grasa, 1.45% Fibra, 53.97% Carbohidratos.; y del cupcake control fue de: 18.4% Humedad, 8.46% Proteína, 2.01% Cenizas, 16.84% Grasa, 0.32% Fibra, 53.97% Carbohidratos.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda realizar más investigaciones sobre harinas sucedáneas, sobre todo harinas provenientes de frutas como de la cascara de mango y de manzana, ricas en fibra dietética antioxidante.
- 2.** Realizar más investigaciones dirigidas a reducir el porcentaje de calorías y fibra en productos de panificación.
- 3.** Complementar el estudio, realizando un análisis de aminoácidos al cupcake óptimo mediante un aminograma.
- 4.** 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).
- 5.** Desarrollar análisis de FDT, FDS y FDI al cupcake óptimo.
- 6.** Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la elaboración del cupcake con la mezcla óptima.

VII. 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.
- Babu, L., Nambisan, B. (1990). Biochemical constituents of sweet potato. Second international training course on sweet potato production. India pp. 155-157.
- 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.
- Bhat Mudasir A., Bhat Anju. (2013). Study on Physico-Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake. J Food Process Technol 4: 262.
- 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.

- 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.
- El-Demery, Mervat Ebrahim. (2011). Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour. Faculty of Specific Education Mansoura University – Egypt.
- Faria, F. y Gustafarro, E. (2015). Utilização da farinha de casca de maracujá (*Passiflora edulis* F. Flapicarpa) na fabricação de pão de forma. Instituto Mauá de Tecnologia.
- 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.
- Mijan, R; Salomón, N. (2007). “Trigos Argentinos de Calidad”. Bahía Blanca - Argentina.
- Moorthy, S. (2002). Physicochemical and Functional Properties of Tropical Tuber Starches.
- Muñoz, L. 2010. Panadería Artesanal: panes, galletitas facturas, budines. 1era edición. Buenos Aires. Editorial Albatros SACI. p. 74-75
- Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad. Lima: INDECOPI.

- Norma Técnica Peruana 206.012:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
- 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.
- Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C.; Bravo, F.; Ganoza, L. (2009). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud del Perú.
- Rodríguez, M & Lemma, A. (2005). Planeamiento de Experimentos y optimización de procesos. Campiñas-Brasil. Editorial Casa del Pan. pp. 10-15
- 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.
- Scott, G. J., Rosegrant, M. W. y Ringler, C. (2000). Raíces y Tubérculos para el Siglo 21. Tendencias, Proyecciones y Opciones de Política. Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias. Washington, D. C., EUA y Centro internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Zolezzi Tizón Mariella. (2014). El boom de los cupcakes: Una tendencia del Mercado. Revista Panadería y Pastelería Peruana. Edición N° 160. Págs. 24-25. Lima-Perú.

ANEXO 1
FICHA DE EVALUACION 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 Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance QC Charts Multivariate Predictive Process Analysis DOE Six Sigma STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Data: Spreadsheet1* (16v by 11c)

	1 Harina de cáscara de maracuyá (%)	2 Harina de camote (%)	3 Volumen especifico (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 quimico (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 DEL VOLUMEN ESPECIFICO DEL CUPCAKE

Tratamientos	Muestras	Peso (g)	Volumen desplazado (ml)	Volumen especifico (ml/g)	Promedio
T1	1	44	80	1.818	1.795
	2	44	78	1.773	
T2	1	44	88	2.000	2.047
	2	43	90	2.093	
T3	1	44	83	1.886	1.897
	2	43	82	1.907	
T4	1	45	85	1.889	1.890
	2	46	87	1.891	
T5	1	44	88	2.000	1.967
	2	45	87	1.933	
T6	1	45	88	1.956	1.944
	2	45	87	1.933	
T7	1	45	83	1.844	1.888
	2	44	85	1.932	
T8	1	43	80	1.860	1.860
	2	43	80	1.860	
T9	1	46	65	1.413	1.462
	2	45	68	1.511	
T10	1	45	65	1.444	1.438
	2	44	63	1.432	
T11	1	45	68	1.511	1.462
	2	46	65	1.413	
PATRON	1	44	90	2.045	2.078
	2	45	95	2.111	

ANEXO 4: DATOS PARA EL COLOR DE LA CORTEZA DEL CUPCAKE

Tratamientos	Muestras	Luminosidad	a	b	Cromacidad	Angulo tonalidad, h	H (grados sexagesimales)
T1	1	62.31	11.67	37.280	39.064	1.267	72.6178
	2	58.2	13.73	34.720	37.336	1.194	68.4236
	3	60.32	12.36	36.840	38.858	1.247	71.4530
	promedio	60.277	12.587	36.280	38.401	1.237	70.8666
T2	1	66.87	9.34	38.650	39.763	1.334	76.4144
	2	70.23	9.21	40.030	41.076	1.345	77.0428
	3	68.66	9.3	39.380	40.463	1.339	76.7123
	Promedio	68.587	9.283	39.353	40.433	1.339	76.7266
T3	1	64.8	6.92	38.350	38.969	1.392	79.7712
	2	62.28	11.29	37.310	38.981	1.277	73.1640
	3	63.62	9.95	37.850	39.136	1.314	75.2712
	Promedio	63.567	9.387	37.837	38.984	1.328	76.0670
T4	1	69.16	7.72	38.330	39.100	1.372	78.6123
	2	66.32	9.61	37.850	39.051	1.322	75.7536
	3	67.95	8.71	38.110	39.093	1.346	77.1260
	Promedio	67.810	8.680	38.097	39.073	1.347	77.1646
T5	1	63.06	10.69	36.820	38.340	1.288	73.8102
	2	65.11	10.3	38.880	40.221	1.312	75.1620
	3	64.11	10.48	37.820	39.245	1.300	74.5117
	Promedio	64.093	10.490	37.840	39.267	1.300	74.5054
T6	1	64.76	10.35	37.330	38.738	1.300	74.5034
	2	68.6	8.41	38.730	39.633	1.357	77.7486
	3	66.68	9.38	37.850	38.995	1.328	76.0812
	Promedio	66.680	9.380	37.970	39.111	1.329	76.1235
T7	1	68.55	7.92	39.130	39.923	1.371	78.5576
	2	70.81	7.19	42.040	42.650	1.401	80.2946
	3	69.62	7.62	41.120	41.820	1.388	79.5014
	Promedio	69.660	7.577	40.763	41.461	1.387	79.4704
T8	1	52.37	12.56	30.990	33.439	1.186	67.9375
	2	57.2	12.18	34.450	36.540	1.231	70.5285
	3	53.26	12.35	32.560	34.823	1.208	69.2281
	Promedio	54.277	12.363	32.667	34.928	1.209	69.2697
T9	1	55.24	10.48	35.320	36.842	1.282	73.4734
	2	59.54	13.28	37.300	39.594	1.229	70.4025
	3	57.91	12.15	36.280	38.260	1.248	71.4844
	Promedio	57.563	11.970	36.300	38.223	1.252	71.7498
T10	1	67.87	8.23	38.750	39.614	1.362	78.0091
	2	63.73	11.01	37.820	39.390	1.288	73.7687
	3	65.65	9.85	38.124	39.376	1.318	75.5133
	Promedio	65.750	9.697	38.231	39.442	1.322	75.7679
T11	1	64.66	10.77	38.380	39.862	1.297	74.3249
	2	66.45	9.92	38.570	39.825	1.319	75.5763
	3	65.56	10.15	38.452	39.769	1.313	75.2130
	Promedio	65.557	10.280	38.467	39.817	1.310	75.0378
PATRON	1	66.51	10.3	41.290	42.555	1.326	75.9930
	2	64.17	11.44	39.960	41.565	1.292	74.0241
	3	65.28	10.95	40.580	42.031	1.307	74.8989
	Promedio	65.320	10.897	40.610	42.047	1.309	74.9798

ANEXO 5: DATOS PARA EL COLOR DE LA MIGA DEL CUPCAKE

Tratamientos	Muestras	Luminosidad	a	b	Cromacidad	Angulo tonalidad, h	H (grados sexagesimales)
T1	1	76.84	-1.47	32.130	32.164	-1.525	-87.380
	2	82.51	-1.28	35.710	35.733	-1.535	-87.947
	3	79.76	-1.35	34.351	34.378	-1.532	-87.749
	promedio	79.703	-1.367	34.064	34.091	-1.531	-87.702
T2	1	78.6	-2.09	30.510	30.582	-1.502	-86.081
	2	78.95	-1.25	31.310	31.335	-1.531	-87.714
	3	78.75	-1.82	30.952	31.005	-1.512	-86.635
	Promedio	78.767	-1.720	30.924	30.972	-1.515	-86.816
T3	1	73.17	-1.69	30.780	30.826	-1.516	-86.857
	2	74.47	-1.5	30.190	30.227	-1.521	-87.155
	3	73.85	-1.62	30.540	30.583	-1.518	-86.963
	Promedio	73.830	-1.603	30.503	30.545	-1.518	-86.991
T4	1	68.81	-1.04	28.400	28.419	-1.534	-87.903
	2	74.01	-0.71	31.060	31.068	-1.548	-88.690
	3	71.52	-0.95	30.310	30.325	-1.539	-88.205
	Promedio	71.447	-0.900	29.923	29.937	-1.541	-88.277
T5	1	75.1	-2.25	30.320	30.403	-1.497	-85.756
	2	56.97	-0.54	26.720	26.725	-1.551	-88.842
	3	62.31	-1.11	28.570	28.592	-1.532	-87.775
	Promedio	64.793	-1.300	28.537	28.566	-1.525	-87.391
T6	1	74.16	-1.94	30.110	30.172	-1.506	-86.313
	2	62.73	-0.34	30.260	30.262	-1.560	-89.356
	3	68.2	-1.15	30.210	30.232	-1.533	-87.820
	Promedio	68.363	-1.143	30.193	30.215	-1.533	-87.831
T7	1	75.65	-1.67	31.470	31.514	-1.518	-86.962
	2	78.52	-2.2	31.770	31.846	-1.502	-86.039
	3	77.15	-1.85	31.558	31.612	-1.512	-86.645
	Promedio	77.107	-1.907	31.599	31.657	-1.511	-86.547
T8	1	76.83	-1.81	29.280	29.336	-1.509	-86.462
	2	75.65	-1.62	30.120	30.164	-1.517	-86.921
	3	76.15	-1.75	29.850	29.901	-1.512	-86.645
	Promedio	76.210	-1.727	29.750	29.800	-1.513	-86.678
T9	1	73	-2.09	28.950	29.025	-1.499	-85.871
	2	65.2	-1.63	25.900	25.951	-1.508	-86.399
	3	68.23	-1.95	27.150	27.220	-1.499	-85.892
	Promedio	68.810	-1.890	27.333	27.399	-1.502	-86.044
T10	1	66.95	-1.68	28.730	28.779	-1.512	-86.653
	2	71.52	-1.65	29.250	29.297	-1.514	-86.771
	3	69.65	-1.67	28.992	29.040	-1.513	-86.703
	Promedio	69.373	-1.667	28.991	29.039	-1.513	-86.709
T11	1	65.82	-1.52	28.420	28.461	-1.517	-86.938
	2	77.86	-2.3	31.680	31.763	-1.498	-85.847
	3	71.82	-1.87	30.154	30.212	-1.509	-86.451
	Promedio	71.833	-1.897	30.085	30.144	-1.508	-86.392
PATRON	1	75.02	-2.41	26.020	26.131	-1.478	-84.708
	2	78.03	-2.71	27.050	27.185	-1.471	-84.279
	3	76.08	-2.62	26.850	26.978	-1.474	-84.427
	Promedio	76.377	-2.580	26.640	26.765	-1.474	-84.468

ANEXO 6. DATOS PARA EL ANALISIS SENSORIAL DEL CUPCAKE

Pa ne lis ta s	Ed ad	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4				TRATAMIENTO 5				TRATAMIENTO 6				TRATAMIENTO 7				TRATAMIENTO 8				TRATAMIENTO 9				TRATAMIENTO 10				TRATAMIENTO 11				TRATAMIENTO 12			
		ATRIBUTO																																															
		Co	Te	Sa	In	Co	Te	Sa	In	Co	Te	Sa	In	Co	Te	Sa	In																																
1	22	7	4	6	3	7	5	3	2	7	8	4	3	8	7	4	2	8	7	7	2	8	7	6		6	6	2	1	6	7	4	3	7	7	7	3	7	7	4	2	8	7	6	4	8	6	8	5
2	22	8	8	8	5	8	7	7	5	8	8	7	5	7	5	2	1	8	4	5	3	8	7	4	3	8	8	8	5	6	6	7	4	7	8	8	5	8	7	7	4	7	7	7	4	8	7	7	5
3	24	8	8	8	4	8	7	8	4	7	7	7	4	7	7	7	4	7	7	8	4	8	8	8	5	7	7	7	4	7	7	7	4	5	5	5	3	4	4	4	2	7	5	5	4	9	9	9	5
4	23	6	2	3	3	5	3	2	2	5	4	4	5	6	3	3	4	5	2	5	5	5	2	5	7	5	4	8	3	6	3	6	5	5	2	7	4	6	4	5	3	5	2	8	5	6	5		
5	26	5	6	7	6	7	6	8	8	8	7	7	7	7	6	5	5	7	7	8	7	6	6	5	6	7	8	8	6	7	8	7	7	6	7	7	7	7	6	7	7	8	8	8	7	7	7	7	
6	23	6	5	2	1	5	5	4	1	6	5	4	1	5	6	4	1	6	6	4	1	6	6	5	1	6	6	5	2	4	4	5	2	6	6	5	3	6	6	4	1	8	6	6	3	8	8	8	5
7	24	5	7	8	5	6	8	7	4	7	6	6	3	6	4	5	3	8	5	4	3	6	5	5	3	6	6	6	4	6	7	7	5	5	6	6	4	6	5	5	4	5	7	8	4	8	6	6	4
8	22	5	6	6	3	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	4	2	5	3	4	1	5	4	3	1	5	4	4	1	4	4	3	1	5	4	4	1	5	4	5	2	5	4	4	1	5	5	4	2
9	24	6	6	4	2	7	7	6	1	6	6	5	3	7	4	4	3	6	5	5	4	5	5	5	3	4	6	5	3	5	6	6	3	5	6	6	4	5	5	4	3	7	7	4	4	7	7	6	3
10	23	8	8	8	4	7	7	6	4	6	7	5	1	7	6	2	1	6	5	7	3	5	4	3	3	7	7	7	4	3	5	4	2	5	7	7	4	8	6	7	4	7	7	4	4	4	4	2	
11	23	6	5	4	5	5	5	3	2	5	6	6	3	5	5	5	2	4	4	4	2	5	3	4	2	6	6	5	3	7	8	8	4	6	4	6	2	5	5	4	3	5	5	5	3	5	6	7	4
12	23	6	6	6	3	7	5	6	3	7	5	7	2	5	5	4	1	6	6	5	2	6	6	6	3	6	8	7	3	5	4	5	3	8	7	8	5	7	8	7	4	7	8	7	4	7	7	6	3
13	22	6	4	4	3	8	6	5	4	7	5	5	2	5	3	3	1	4	2	1	1	3	1	2	1	7	5	6	1	2	6	5	1	5	4	4	1	6	3	3	3	4	2	8	2	8	7	7	4
14	23	7	6	7	4	7	7	8	4	6	6	8	3	6	8	8	4	7	6	7	3	6	7	8	5	7	8	7	4	6	6	6	3	6	7	7	4	6	7	7	4	6	7	7	3	6	7	8	4
15	21	5	7	5	4	6	7	7	4	4	5	4	2	4	5	4	2	6	4	7	3	6	6	5	4	8	5	8	4	4	4	4	4	8	5	4	3	7	7	5	5	6	5	6	3	7	6	6	4
16	22	6	8	6	3	5	6	3	3	5	7	2	2	4	5	5	3	8	3	7	4	5	5	4	3	6	4	7	4	3	3	4	3	5	5	5	4	7	6	5	4	4	5	5	3	7	8	6	5
17	22	7	4	6	3	6	2	4	5	8	6	7	4	4	4	7	1	6	6	7	4	8	6	5	3	4	6	6	4	3	3	4	1	4	7	6	4	7	8	8	5	8	9	8	5	6	8	7	5
18	21	1	5	4	3	5	6	5	4	7	7	6	5	5	5	3	5	6	6	5	6	6	7	6	5	6	6	5	4	5	2	3	2	4	4	3	4	6	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6	3
19	24	8	8	8	4	8	6	5	4	8	6	5	2	7	6	6	2	7	6	6	2	7	6	7	2	6	7	7	3	6	7	7	4	6	7	7	4	6	7	7	4	6	7	8	4	8	8	8	5
20	23	5	4	4	3	5	6	3	2	5	6	4	3	5	5	4	2	6	4	4	3	5	5	4	3	7	5	5	3	4	4	4	3	5	5	5	3	5	5	4	2	6	5	6	4	7	7	7	4
21	24	6	6	5	3	6	5	4	2	5	6	4	3	7	5	4	2	6	3	4	2	5	6	5	2	6	6	7	4	5	5	3	5	5	5	3	6	6	4	5	4	6	5	5	4	6	6	7	4
22	22	6	7	6	4	5	6	5	4	6	5	6	3	7	6	5	2	8	6	5	4	7	6	5	4	6	6	7	3	6	6	6	3	6	6	6	4	6	6	5	4	6	5	6	5	7	7	6	4
23	21	7	8	6	5	7	6	5	5	7	7	5	3	5	7	5	2	7	5	6	2	8	6	4	4	6	7	6	4	6	5	6	4	7	7	7	4	6	4	5	3	6	6	7	3	7	7	6	5
24	21	5	6	7	4	7	7	6	3	8	8	6	4	5	5	6	2	6	7	7	5	6	5	6	4	6	6	6	3	5	6	6	4	5	5	5	5	6	6	6	3	7	6	6	3	7	7	7	5
25	23	6	6	6	4	6	5	7	4	5	5	5	3	6	5	4	2	6	8	7	4	6	6	5	3	6	5	5	4	5	5	6	3	5	5	5	4	6	6	6	4	6	7	6	4	8	6	7	3
26	22	8	5	6	4	7	5	5	4	6	6	5	3	6	5	4	3	7	4	5	4	5	5	5	2	5	8	6	4	6	6	5	3	7	7	7	4	7	5	5	4	6	7	6	4	7	7	6	3
27	24	7	5	7	3	8	6	8	5	7	5	6	3	5	5	4	2	7	4	5	2	5	6	5	4	7	7	6	4	5	6	5	3	6	6	6	3	6	6	6	3	7	6	6	4	7	6	7	5
28	22	5	7	6	4	7	6	4	3	6	5	7	3	7	4	5	3	6	4	5	3	7	5	5	3	7	5	5	3	5	5	5	3	6	6	6	3	7	7	7	4	6	5	6	2	6	6	6	4
29	21	6	5	4	6	7	7	5	3	8	6	6	3	6	5	4	4	6	6	6	3	6	4	5	3	5	7	6	3	5	5	6	3	6	6	6	3	7	7	5	4	6	7	6	4	8	8	7	5
30	21	6	5	6	3	6	5	7	3	8	8	6	3	5	5	4	3	5	4	7	3	6	5	5	3	7	8	8	3	4	4	6	2	6	6	6	3	8	8	6	5	6	7	7	3	6	6	7	4
		6.1	5.9	5.8	3.6	6.4	5.8	5.3	3.4	6.4	6.1	5.4	3.1	5.8	5.2	4.4	2.4	6.3	4.9	5.5	3.1	6.0	5.3	4.9	3.2	6.1	6.3	6.0	3.4	5.0	5.2	5.4	3.1	5.8	5.8	5.8	3.5	6.3	5.8	5.4	3.6	6.2	6.0	6.1	3.6	6.9	6.6	6.6	4.2

ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACION Y ANALISIS DEL CUPCAKE



Figuras 1, 2, 3 y 4. Pesado de los ingredientes para la elaboración del cupcake





Figuras 5 y 6. Preparación de los ingredientes para la elaboración del cupcake



Figuras 7. Colocación de las mezclas preparadas en los moldes para la elaboración del cupcake



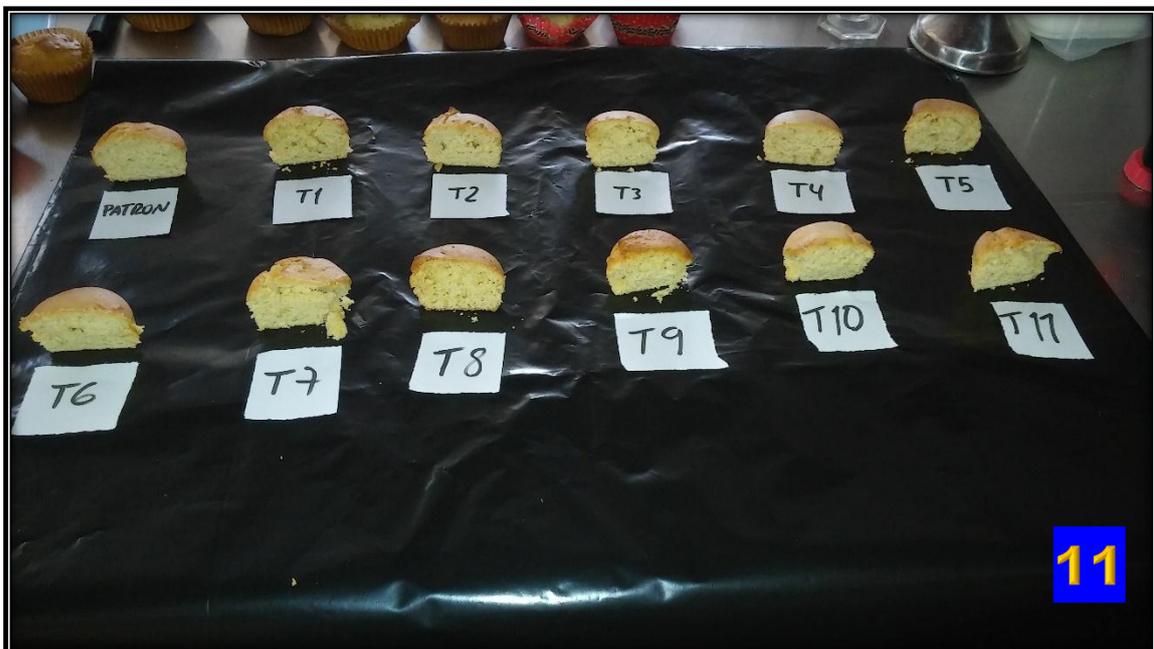
Figuras 8. Evaluación del volumen específico del cupcake



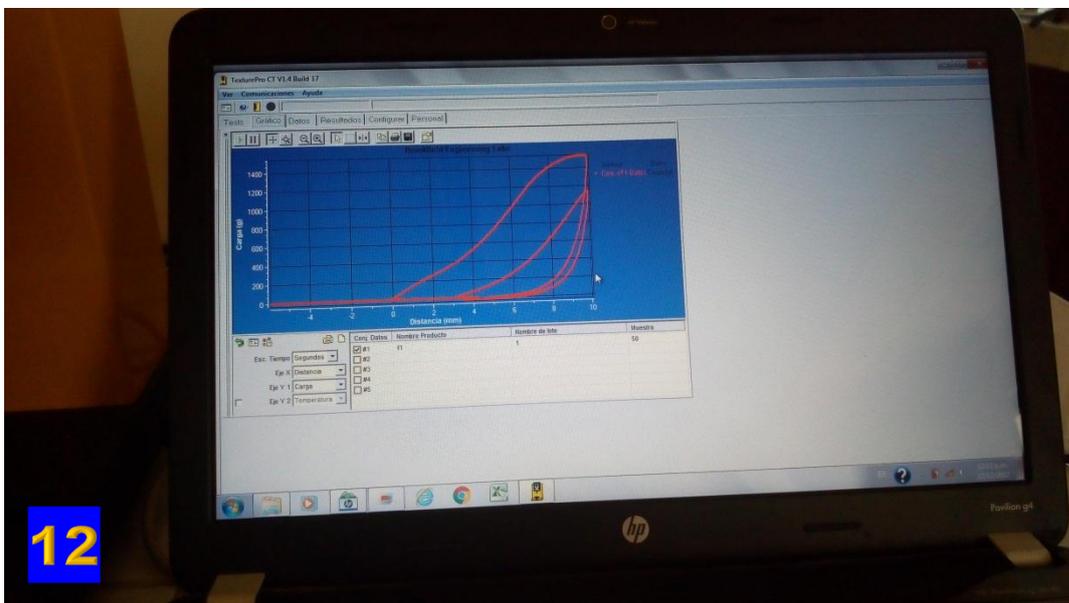
Figuras 9. Evaluación del color de la corteza del cupcake



Figuras 10. Evaluación del color de la miga del cupcake



Figuras 11. Corte transversal de los 11 tratamientos y el patrón de los cupcakes para observar la estructura de las migajas



Figuras 12. Análisis del Perfil de Textura (APT) para el cupcake, usando el texturometro