

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

Influencia de sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y endulzante en características fisicoquímicas y sensoriales para la elaboración de “cupcakes”

Por:

Kelly Karen Huanca Ticona

Asesor:

Dr. Julio Florencio Paredes Guzmán

Lima, marzo de 2019

DECLARACION JURADA DE
AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Dr. Julio Paredes Guzmán, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO

Que el presente informe de investigación titulado: **“INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE KIWICHA (*AMARANTHUS CAUDATUS*) Y ENDULZANTE EN CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES PARA LA ELABORACIÓN DE CUPCAKES”**, constituye la memoria que presenta la Bachiller **Kelly Karen Huanca Ticona** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero de Alimentos, cuya ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima a los 27/06 del 2019.



. Julio Florencio Paredes Guzmán
Asesor

Influencia de sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y endulzante en características fisicoquímicas y sensoriales para la elaboración de cupcakes.

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos

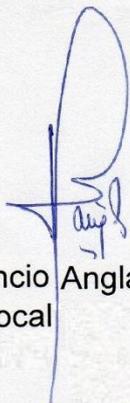
JURADO CALIFICADOR



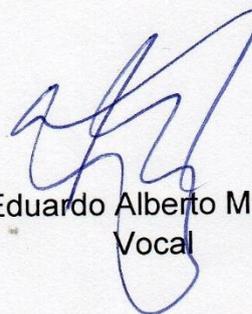
Dr. Rodrigo Alfredo. Matos Chamorro
Presidente



Ing. Angel Gonzalo Apaza
Payahuanca
Secretario



Ing. Guido Fulgencio Anglas Hurtado
Vocal



Ing. Eduardo Alberto Meza Mantari
Vocal



Julio Florencio Paredes Guzmán
Asesor

Lima, 19 de Marzo del 2019

Dedicatoria

A Dios, quién me dio la sabiduría y fuerzas para
poder culminar mi carrera profesional.

Con mucho amor y respeto a mis padres Javier y
Luz por su trabajo, sacrificio y apoyo
incondicional.

A mis hermanos Brian y Juan por los ánimos que
me dieron para alcanzar este objetivo.

A mis abuelos que siempre fueron mi fuente de
inspiración. Sin ustedes no lo hubiera logrado.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida y permitirme vivir muchas grandes experiencias.

A mi asesor de tesis, Dr. Julio Paredes, por la orientación y ánimos brindados en la realización de este trabajo. Al Mg. Percy Reyes Javier, Dr. Reynaldo Silva e Ing. Marita Díaz de la Vega por todo su apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

De manera especial a mis queridos padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, estaré eternamente agradecida por todo el sacrificio que hacen ellos día a día por mi educación y formación, todos mis logros se los debo a ellos en los que se incluye este.

INDICE

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	2
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1 Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Taray.....	3
1.2.1. Generalidades.....	3
1.2.2. Descripción botánica y morfología.....	4
1.2.3. Clasificación Taxonómica	4
1.2.4. Composición nutricional de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>)	5
2.2 El trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	6
2.2.1 Generalidades.....	6
2.2.2 Descripción botánica y morfológica	7
2.2.3 Taxonomía	8
2.2.4 Valor nutricional	8
2.2.5 Producción y derivados del trigo	9
2.2.6 Tipos de harina de trigo y sus aplicaciones	9
2.2.7 Sustitución de harina trigo en la industria de alimentos	10
2.3 “Cupcakes”	11
2.3.1 Generalidades.....	11
2.3.2 Valor nutricional de los cupcakes.....	12
2.3.3 Requisitos permitidos por la Norma Peruana Técnica	13
2.4 La glucosa	13
2.4.1 Aplicaciones en la industria alimentaria	13
2.4.2 Ventajas sobre el uso de glucosa en la industria alimentaria	14
2.5 Métodos para la evaluación fisicoquímica del “cupcake”	15
2.5.1 Volumen del “cupcake”	15
2.5.2 Porosidad mediante el método óptico.....	17
2.5.3 Análisis de perfil de textura instrumental (TPA)	19
2.5.4 Análisis de color.....	19
2.6 Evaluación sensorial Check All That Apply (CATA)	20
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Lugar de ejecución.....	22
3.2 Materiales e insumos	22
3.2.1 Materia prima.....	22
3.2.2 Insumos	22

3.2.3	Materiales.....	22
3.2.4	Equipos	23
3.2.5	Reactivos	24
3.2.6	Material para evaluación sensorial	24
3.3	Metodología experimental.....	24
3.3.1	Preparación de la materia prima.....	24
3.3.2	Procedimiento de elaboración de “cupcakes”	25
3.3.3	Análisis Químico	28
3.3.4	Análisis físicos.....	28
3.3.5	Análisis sensorial por el método CATA.....	30
3.3.6	Diseño estadístico.....	30
3.3.7	Análisis estadístico	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION.....		32
4.1	Análisis químicos de los tratamientos formulados.	32
4.1.1	pH	32
4.1.2	Brix.....	32
4.1.3	Acidez	35
4.1.4	Determinación de humedad.....	36
4.1.5	Determinación de proteínas.....	37
4.1.6	Determinación de cenizas	37
4.2	Análisis físicos de los tratamientos formulados	37
4.2.1	Volumen del cupcake	37
4.2.2	Determinación de perfil de textura.....	42
4.2.3	Determinación de porosidad de cupcakes mediante el método óptico	45
2.1.1	Análisis de color.....	53
	57
2.1	Evaluación sensorial para cupcakes con kiwicha	58
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....		63
REFERENCIAS		64
ANEXOS.....		68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la semilla de Kiwicha.....	5
Tabla 2. Composición de los granos andinos en comparación con el trigo.	6
Tabla 3. Composición de aminoácidos de los granos andinos en comparación del trigo.	6
Tabla 4. Composición fisicoquímica de harina de trigo.....	9
Tabla 5. Tipos de harina de trigo en relación a la fuerza y valor proteico.	10
Tabla 6. Composición nutricional de “cupcakes”.....	12
Tabla 7. Requisitos fisicoquímicos permitidos en los bizcochos.....	13
Tabla 8. Nivel codificado para cada factor.	30
Tabla 9. Matriz experimental para el diseño.	31
Tabla 10. Determinación de análisis químicos.....	33
Tabla 11. Determinación de volumen y textura.....	39
Tabla 12. Variación de numero de poroso y sus áreas respectivas por la sustitución de harina de kiwicha.	46
Tabla 13. Determinación de color de “cupcakes” para corteza y miga.....	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Kiwicha variedad Taray.....	3
Figura 2. “Cupcake”	12
Figura 3. Imagen digital de una muestra y extracción de poros por medio de Imagen J.....	19
Figura 4. Flujograma para la elaboración de “cupcakes”.....	26
Figura 5. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para la determinación de análisis químicos (pH, Brix y ceniza)	34
Figura 6. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para la determinación de análisis químicos (proteína, humedad y acidez)	35
Figura 7. Grafica de intervalos de volumen en los tratamientos.....	38
Figura 8. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para volumen y textura (dureza y resiliencia.....	40
Figura 9. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para volumen y textura (fracturabilidad, cohesividad y gomosidad)	41
Figura 10. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para volumen y textura (masticabilidad)	42
Figura 11. Variación de numero de poros en T1 y T2.....	47
Figura 12. Variación de numero de poros en T3 y T4.....	48
Figura 13. Variación de numero de poros en T5 y T6.....	49
Figura 14. Variación de numero de poros en T7 y T8.....	50
Figura 15. Variación de numero de poros en T9 y T10.....	51
Figura 16. Variación de numero de poros en el tratamiento de control.....	52

Figura 17. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para la determinación de color de corteza.	56
Figura 18. Superficie de respuesta y diagrama de contorno para la determinación de color de miga.....	57
Figura 19. Gráfico de sedimentación de las preguntas CATA.	58
Figura 20. Análisis multivariado de correspondencia para las diferentes muestras.....	59
Figura 21. Representación del análisis de componentes principales.	50
Figura 22. Efectos sobre la media de los atributos sensoriales deseables.	61
Figura 23. Efecto sobre la media de los atributos sensoriales no deseables.....	61
Figura 24. Efecto sobre la media vs el porcentaje.	62

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de anova y coeficientes de regresión para volumen.....	68
Anexo 2. Tabla de anova y coeficientes de regresión para textura.....	68
Anexo 3. Tabla de anova y coeficientes de regresión para pH.....	72
Anexo 4. Tabla de anova y coeficientes de regresión para °Brix.....	73
Anexo 5. Tabla de anova y coeficientes de regresión para acidez.....	74
Anexo 6. Tabla de anova y coeficientes de regresión para proteína.....	74
Anexo 7. Tabla de anova y coeficientes de regresión para ceniza.	75
Anexo 8. Tabla de anova y coeficientes de regresión para humedad.....	76
Anexo 9. Ficha técnica harina de trigo.....	77
Anexo 10. Ficha técnica azúcar.....	79
Anexo 11. Ficha técnica de polvo de hornear.....	80

Resumen

En la actualidad los consumidores están acostumbrados a adquirir alimentos con deficiencia nutricional debido a la falta de desarrollo de nuevos productos con valor agregado. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de sustitución parcial de harina trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) respecto a sus características fisicoquímicas y organolépticas en la elaboración de “cupcakes”. Los diferentes tratamientos fueron con diferentes concentraciones de kiwicha (10, 15 y 20%) y relación de endulzante glucosa/azúcar 1:2 denominado como dulzor (10, 15 y 20%). Para ello se utilizó el diseño central compuesto 2^3 con dos puntos centrales obteniendo 10 tratamientos, con la finalidad de encontrar niveles adecuados de aceptabilidad de los “cupcakes”. Se realizó análisis físico (volumen, porosidad, textura, color en la corteza y color en la miga), químicos (pH, acidez, Brix, humedad, proteínas y cenizas) y evaluación sensorial por el método CATA. El análisis de varianza demostró que existe diferencia significativa en los parámetros físicos, volumen, porosidad, color de corteza y color de la miga; y parámetros químicos Ph, acidez, Brix, humedad, proteínas, y cenizas. Por otro lado, los experimentos N° 4, 5,6 fueron los aceptados por el consumidor, siendo el más gustoso por el público el experimento N° 5 con 7.92% de harina de kiwicha y 15% de glucosa.

Palabras claves: Sustitución parcial, propiedades fisicoquímicas, kiwicha, evaluación sensorial.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

En la actualidad los consumidores están acostumbrados a adquirir alimentos con bajo contenido nutricional debido desconocimiento de productos, dentro de ellas los granos andinos que tienen gran importancia económica, social, nutricional. Sin embargo en el interior del país existe un bajo consumo por el desconocimiento de los beneficios que aporta a la salud. Según (Gestión, 2015) nos menciona que se obtuvo 1.6 a 3.2 kg de consumo per cápita de granos andinos, sin embargo dos años más tarde el volumen producido disminuyó hasta un 1.8 kg (Gestion, 2017), esto indica que permanece la desvalorización. La kiwicha se encuentra dentro de la categoría de granos andinos y a diferencia de la quinua no es tan valorada a nivel nacional. Según (Gestión, 2016) menciona que el 25% de exportación de kiwicha que se consume es suministrado a EE.UU., donde los compradores están convencidos de su alto valor nutritivo. Es notable que existe en el Perú una falta de valoración, poca investigación, promover e invertir en desarrollo de variedades aplicadas en la industria alimentaria.

En la panificación, pastelería y bollería el uso de harina de trigo es de vital importancia, sin embargo contienen una baja cantidad de proteínas que oscila de 8-10% (Collazos, 1975), a comparación de la kiwicha que posee de 12-19% (INIA, 2015). Por ese motivo se usará la harina de kiwicha para sustituir y contribuir en el mejoramiento nutricional de un producto con mucha popularidad como son los “cupcakes” (Martínez, 2015). La innovación conlleva a que el producto desarrollado sea aceptado o rechazado por los consumidores ya que al ser innovador, no se asegura su aceptación en el mercado. Por ello el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la sustitución parcial de harina trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y endulzante respecto a sus características fisicoquímicas y organolépticas en la elaboración de cupcakes.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) variedad Taray

1.2.1. Generalidades

La kiwicha, también conocida como amaranto tiene una distribución cosmopolita pues las características de clima, suelo y geografía donde prospera son muy diversas. De esta manera se puede localizar desde niveles de mar bajos hasta regiones altas (más de 3000 m.s.n.m.). La mayor producción de kiwicha en el Perú según la OIA (Organización Internacional Agropecuaria) se lleva a cabo en Arequipa, Ancash y Cusco siendo los departamentos de mayores producciones de este cultivo.

Según la INIA (2006), menciona que la kiwicha de variedad Taray (Figura 1) posee un contenido de proteína 14 a 19 %, y el balance adecuado de sus aminoácidos esenciales, le permite ser aplicada en expandidos y en productos elaborados como almidón, harina, enriquecedor de harinas y concentrados con la finalidad de revalorar su uso, incrementar su consumo en el país y fomentar la producción para el mercado internacional.



Figura 1. Kiwicha variedad Taray (INIA, 2006)

1.2.2. Descripción botánica y morfología

En los Andes, la kiwicha era cultivada en parcelas pequeñas y aisladas. Su uso era bastante restringido y en muchos casos se le confundió con la quinua. Este grano andino, de extraordinarias cualidades nutricionales, comenzó a ser sembrado en extensiones importantes en Arequipa a inicios de la década de 1990 en Majes y Cotahuasi. Desde entonces su producción estuvo destinada a la exportación.

La kiwicha contiene los granos comestibles más pequeños del mundo, poseen una forma redondeada y ligeramente aplanados los cuales miden de 1 a 1.5 mm de diámetro y de diversos colores de acuerdo a la variedad a la que pertenece. Los granos contienen entre 13% y 18% de proteínas y aminoácidos esenciales en su endospermo, a diferencia de los otros cereales que los contienen en su cáscara.

1.2.3. Clasificación Taxonómica

La clasificación de la kiwicha o amaranto según (Linneo, 1753) es la siguiente:

- Reino : Vegetal
- División : Fanerogam
- Tipo : Embryophyta siphonogam
- Subtipo : Angiosperm
- Clase : Dicotiledoneae
- Subclase : Archyclamideae
- Orden : Centrospermales
- Familia : Amaranthaceae
- Género : Amaranthus

- Sección : Amaranthus
- Especies : caudatus, cruentus e hypochondriacus

1.2.4. Composición nutricional de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

Es un grano importante en la alimentación humana por su alto contenido de proteína 12 a 19 % (Tabla 1) y el balance adecuado de sus aminoácidos esenciales lo que la hace superior a otros alimentos básicos como el arroz, el trigo, el maíz y similar a la soya (Tabla3). Además de su contenido superior en proteína en comparación del trigo (Tabla 2) que es usualmente usado en la industria panadera y pastelera. En las siguientes tablas se detallaran su composición.

Tabla 1. Composición química de la semilla de Kiwicha (Por 100 gramos de porción comestible en base seca) (INIA, 2015)

Característica	Contenido
Proteína (g)	12 - 19
Carbohidrato (g)	71.8
Lípidos (g)	6.1 - 8.1
Fibra (g)	3.5 - 5.0
Cenizas (g)	3.0 - 3.3
Energía (kcal)	391
Calcio(mg)	130 - 164
Fosforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vit C (mg)	1.5

Tabla 2. Composición promedio de los granos andinos en comparación con el trigo
(g/100g) (Collazos, 1975)

	Quinoa (a)	Kañihua (a)	Kiwicha (a)	Trigo (a)
Proteínas	17	14	12.9	8.6
Grasas	6.3	4.3	7.2	1.5
Carbohidratos	68	64	65.1	73.7
Fibra	5.2	9.8	6.7	3
Ceniza	2.8	5.4	2.5	1.7
Humedad	11.2	12.2	12.3	14.5

Tabla 3. Contenido promedio de aminoácidos de los granos andinos en
comparación del trigo (g/100g) (Collazos, 1975)

	Quinoa (a)	Kañihua (a)	Kiwicha (a)	Trigo (a)
Lisina	6.8	5.9	6.7	2.9
Metionina	2.1	1.6	2.3	1.5
Treonina	4.5	4.7	5.1	2.9
Triptófano	1.3	0.9	1.1	1.1

2.2 El trigo (*Triticum aestivum* L.)

2.2.1 Generalidades

El trigo proviene del latín *Triticum* cuyo significado es quebrado, triturado o trillado y hace referencia al proceso que se sigue para separar la semilla de su cáscara. Es uno de los tres granos ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz. Según (Ramos, 2013), los tres cereales principales en la alimentación humana son el maíz, trigo y arroz. El grano de trigo para facilitar el consumo debe ser convertido en una harina integral o blanca

para su consumo, esta transformación da lugar a la industria molinera, una vez obtenida la harina está en condiciones de elaborar una serie diversa de productos en las que cumple de base para la elaboración de un nuevo producto. El género *Triticum* comprende alrededor de 30 tipos de trigo, con suficientes diferencias genéticas para ser consideradas especies distintas o subespecies. De ellas, solamente se han reconocido 16 especies y el resto son silvestres, pero dentro de los cultivados solo dos lo están en gran escala mundialmente

2.2.2 Descripción botánica y morfológica

Según (Moreno, Ramirez, Plana, & Iglesias, 2001) nos menciona que el trigo presenta la siguiente morfología:

- Raíces: La planta del trigo posee dos conjuntos de raíces: las seminales que pertenecen al embrión o son producidas por raíces adventicias (corona).
- Tallo: Como en toda planta de la familia de las gramíneas, el tallo es una caña formada de nudos donde se encuentran las yemas que dan origen a las hojas, La altura total del tallo oscila según las variedades entre un mínimo de 0.30 m a un máximo de 1.70 m.
- Hojas: Están dispuestas sobre el tallo alternamente en dos hileras verticales opuestas, las cuales constan de las siguientes partes: vaina, lámina y lígula.
- Inflorescencia: Es una espiga cuyo eje principal o raquis es una estructura sinuosa y articulada compuesta de otros nudos y entrenudos.
- Las espigas de trigo: Estas difieren en forma, largo, ancho y grado de compactación, que de acuerdo con sus formas, reciben distintos nombres como: fusiformes, oblongas, clavadas, elípticas, etc.

–

2.2.3 Taxonomía

- Nombre común: Trigo
- Nombre científico: *Triticum aestivum* L.
- Familia: Poaceae
- Origen: Antigua Mesopotamia

2.2.4 Valor nutricional

Seghezzo & Molfese (2006), nos menciona que los cereales como el trigo son considerados principalmente como los alimentos energéticos, ya que el 70% de los carbohidratos son fácilmente digeribles, por otra parte también nos indica que las proteínas presentes en algunos cereales en general no alcanzan un alto valor biológico causado por la deficiencia en aminoácidos esenciales como: lisina, treonina e isoleucina, por lo que se deben ser suplementados con alimentos de origen animal.

El contenido de lípidos y minerales en el trigo varía por la ubicación del germen y pericarpio ya que es removido durante la molienda y extracción (Tabla 4), por lo que las cantidades presentes en grano entero no están relacionadas con las de los alimentos procesados, también los contenidos de vitaminas del grano entero ya que al ser procesado modifica y reduce esos niveles. La harina de trigo pan aporta 340 kcal por 100 g. de harina.

Tabla 4. Composición Físico química harina de trigo (*Triticum aestivum L*) (Perez & Garcia, 2013)

Componentes	Harina 100% extracción (%)	Harina 75% extracción (%)
Proteínas (gluten)	12 - 13.5	11- 8
Grasa (lípidos)	2.2	1- 2
Almidón (h.carbono)	57	71
Cenizas (mineral)	1.5	0.55 - 0.65
Vitaminas (B y E)	0.12	0.03
Humedad	13 - 15	13 - 15
Fibra (salvado)	11	3
Azucares simples	2 - 3	1.5 - 2.5

2.2.5 Producción y derivados del trigo

En el Perú, la producción nacional de trigo es mínima para cubrir las necesidades y requerimiento de consumo industrial, el 90% es importado de Canadá, EE.UU., Rusia, Argentina, y Paraguay según la Sociedad Nacional de Industrias, que es la cantidad de trigo que importamos de diversos países. El comercio mundial de trigo para el 2019 se calcula en 172,5 millones de toneladas, es decir, un 2,1 % menos que en el 2017 y 2018. (FAO, 2018)

2.2.6 Tipos de harina de trigo y sus aplicaciones

Para la clasificación de harina de trigo se tiene en cuenta dos factores: la fuerza (W) y extracción. La fuerza hace referencia a la capacidad de una harina para generar gluten y cuantas más proteínas tenga la harina, más fuerza brindara el producto. La extracción, nos indica cuanto de integral es la harina la cual influye en su contenido de proteínas.

Tabla 5. Tipos de harina en relación a la fuerza y valor proteico. (Perez & Garcia, 2013)

Tipos de harina	W Fuerza	% Proteínas
Harina floja	<100	≤9%
Harina panificable	140 - 200	10% - 11%
Harina de fuerza	250 - 300	12%
Harina de gran fuerza	>300	>12%

- Harina floja: Es la que se usa para conseguir ligereza en masas no fermentadas, bizcochos, cupcakes, galletas, queques. No desarrollan una estructura adecuada y colapsan al amasarse.
- Harina panificable o panadera: Contiene de 10%-11% de proteínas. Esta harina se usa para hacer panes con miga esponjosa y no cuesta tanto amasar a diferencia de la harina de fuerza.
- Harina de fuerza: Se usa para preparar bollería. Esta harina tiene un alto contenido en gluten, debido a su 12% de proteínas, por lo que se necesita un mayor amasado y largos procesos de fermentado. Hay más glutenina y menor gliadina, de gluten muy tenaz, son inelásticas y defectuosas panificablemente, excesivamente fuertes y tenaces no son capaces de expandirse.
- Harina de gran fuerza: Es la harina que contiene proteína >12% y por lo tanto mucho más gluten. Esta harina de gran fuerza se usan para panetones.

2.2.7 Sustitución de harina trigo en la industria de alimentos

Según (Vásquez et al., (2016), desarrolló un estudio que consta en el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua en porcentajes de 2.5, 5, 7.5 y 10%; evaluó

las propiedades reológicas de la masa y textura del pan, en las que obtuvo panes más blandos que el elaborado solo de harina de trigo, cuando esta fue sustituida con harina de quinua al 5 y 7.5%.

Según Beltran & Saez, (2014), desarrolló la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y zapallo para la elaboración de cupcakes.

Guzman & Lopeza, (2015), nos menciona que evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha y grano de chía para la elaboración de cupcakes, que obtuvo proteína máxima de 7.83 % y de fibra se obtuvo 2.72. El cupcake con los siguientes porcentajes 79% de harina de trigo, 12% de harina de kiwicha, 9% de grano entero de chía (con respecto al 100%).

2.3 “Cupcakes”

2.3.1 Generalidades

La palabra “cupcake” en español posee la definición de pastel en taza. Este postre surge en el siglo XIX. Antes de que surgieran los moldes especiales para “cupcakes”, solían hacerse en tazones, cazuelas de barro o cranequines. También existe otro origen para su nombre, derivado de la forma de medir los ingredientes empleados para su elaboración.

Según (Bardón et al., 2010), menciona que los “cupcakes” 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, su tamaño puede variar ya que presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta (Figura2).

La Revista de Panadería y Pastelería Peruana (2014), citado por Martínez (2015), nos asegura que la Industria del “cupcake” ha ido en incremento a nivel mundial. En sus inicios,

éste producto constaba únicamente de base y cobertura, pero con el pasar de los años se añadieron demás detalles e ingredientes a su estructura, dándole un mayor valor al producto inicial; asimismo, en la actualidad con el progreso de diversas tecnologías en los alimentos los “cupcakes” han podido ser mejorados gracias a nuevos ingredientes, insumos y procesos como enzimas, batidos, etc., los cuales mejoran para un mayor desarrollo del producto en calidad y estandarización.



Figura 2. “Cupcake” (Revista de Panadería y Pastelería Peruana, 2014)

2.3.2 Valor nutricional de los cupcakes

Por medio de los cuatro ingredientes principales (harina, margarina, huevo y azúcar) se determinaron el valor nutricional por la USDA (Tabla 6).

Tabla 6. Composición nutricional de “cupcakes” (USDA, 2009)

Componentes	Cantidad
Agua (g)	24.23
Calorías (kcal)	377.00
Proteínas (g)	4.54
Lípidos (g)	15.85
Carbohidratos (g)	53.98
Fibra (g)	1.00

2.3.3 Requisitos permitidos por la Norma Peruana Técnica

Según la Norma técnica peruana NTP 206.011 (1981), los requisitos para los bizcochos son los siguientes:

Tabla 7. Requisitos fisicoquímicos permitidos en los bizcochos (NTP 206.011, 1981)

Requisito Fisicoquímico	Máximo valor permitido
Humedad	40%
Acidez (ácidos láctico)	0.70%
Cenizas	3%

2.4 La glucosa

Es un azúcar simple que se obtiene del almidón de maíz. Se comercializa en polvo o como jarabe al 45%. Se incorpora en caramelos, almibares y dulces. Conduce humedad y da brillo al producto aplicado. Posee un poder edulcorante menor que el del azúcar, brinda consistencia en helados y sorbetes sin que resulte empalagoso. (Gross, 2013).

El jarabe de glucosa es sumamente espeso, con una consistencia parecida a la de la miel, es incoloro y cristalino. Algunos de los productos de los que se puede obtener la glucosa líquida son: el maíz, el trigo y la papa.

2.4.1 Aplicaciones en la industria alimentaria

La función básica de la glucosa líquida o jarabe de glucosa es la de endulzar. Sin embargo tiene otras aplicaciones y se utiliza en diferentes áreas, tales como:

- Panadería: Posee una función higroscópica, es decir, tiene la capacidad de absorber o ceder humedad. Se utiliza en las masas batidas y fermentadas como conservador.

- Repostería: El uso que tiene el jarabe de glucosa en este ramo de la industria alimentaria es como ingrediente de los adornos de azúcar o bombón en pasteles.
- Producción de chocolate: Se utiliza como edulcorante, aunque por su alto contenido de agua no es tan utilizado.
- Elaboración de helados: Con la glucosa líquida o jarabe de glucosa se evita que los helados se cristalicen y se potencia su consistencia cremosa. También se utiliza como estabilizante en el proceso de producción de los helados.
- Otro uso que el jarabe de glucosa puede tener es como lubricante de moldes para flanes, añadiéndole un poco de agua, para garantizar un mejor deslizamiento de los ingredientes.

2.4.2 Ventajas sobre el uso de glucosa en la industria alimentaria

Las ventajas que ofrece el uso de glucosa líquida o jarabe de glucosa en la industria alimentaria son las siguientes:

- Es muy resistente a la descomposición.
- Mejor capacidad como edulcorante.
- Garantiza la ausencia de contaminantes que la azúcar en grano puede contener por acumular los sacos en el piso.
- No hay pérdida de producto como la azúcar contenida en sacos que puede derramarse al vaciar los sacos.
- Requiere de poco tiempo para disolverse.
- Es fácilmente digerible.

- Potencia el sabor de los productos, por lo que su uso reduce el consumo de azúcares.
- Da una consistencia más suave a los productos.

2.5 Métodos para la evaluación fisicoquímica del “cupcake”.

El contenido de proteína de la harina de kiwicha y de todos los ingredientes empleados en los cupcakes afectan a las propiedades del volumen, porosidad, textura y color; siendo estos atributos físicos importantes en la caracterización de un producto. Además de ser influyentes en la aceptación del consumidor.

2.5.1 Volumen del “cupcake”.

En el Sistema Internacional (SI) la unidad de volumen es m^3 . (Sahin & Gulum, 2006) Define el volumen como una cantidad de espacio tridimensional ocupado por un objeto, es un atributo de calidad importante en la industria alimentaria apelada a la vista y relacionada con otros parámetros de calidad como es la textura. El volumen puede determinarse usando los siguientes métodos:

- A partir de dimensiones características en casos de objetos con regular forma.
- Por desplazamiento experimental de líquido, gas sólido para volúmenes de sólidos.
- Procesamiento de imágenes.

El volumen de sólidos irregulares también puede medirse con arena, cuentas de vidrio o métodos de desplazamiento de semillas. Las semillas de colza se usan comúnmente para determinar el volumen de productos horneados, como el pan. Por medio del método 10-05 de la AACC (2000) se realiza por el desplazamiento de semillas.

$$W_{Semillas} = W_{Total} - W_{Muestra} - W_{Envase} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$V_{Semillas} = \frac{W_{Semillas}}{\rho_{Semillas}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$V_{Muestra} = V_{Envase} - V_{Semillas} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

W = peso (g)

V = volumen (cm^3)

ρ = densidad (g/cm^3)

El volumen en productos horneados depende de diversos factores como: proceso de batido, insumos que se incorporan, interacción de las proteínas presentes, uso de leudantes y tamaño de partícula de la harina.

Según Badui (2006), existe un gran número de hidratos de carbono; como la sacarosa, glucosa, fructosa, etc, que tienen mucha importancia por sus propiedades físicas y químicas. La estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, color, viscosidad y estructura. La incorporación de glucosa en la formulación influye en brindar humedad, los edulcorantes poseen la capacidad de hidratarse y retener agua por estar directamente relacionada con la facilidad que tienen sus OH por ser altamente hidrófilos, establecen puentes de hidrógeno con el agua las cuales varían de manera considerable entre los distintos mono y disacáridos. Por medio de las masas líquidas no se busca desarrollar el gluten, al ser líquida favorece y facilita al proceso de batido y así obtener una buena estructura y volumen en el producto final.

El proceso de batido de una solución proteica da lugar a espumas estabilizadas conformadas por una fase acuosa y una dispersa gaseosa (aire) es por ello la incorporación de pequeñas burbujas de aire dispersadas dando lugar a la formación de volumen en el producto. Según (Badui, 2006) nos menciona que el poder espumante generalmente aumenta por la concentración de proteína también se ve afectado por el método que se utilice para formar la espuma.

La incorporación de insumos para el desarrollo de un producto horneado es importante debido a su influencia en la estructura del producto final. El uso de huevos en productos batidos son importantes ya que actúan como agentes que aportan un mayor volumen siendo responsables la presencia de albúmina, además de ayudar a emulsionar por su contenido de lecitinas actuando como ligante manteniendo el producto batido unido (Lezcano, 2011).

(Badui, 2006) Los polvos para hornear están constituidos por el bicarbonato de sodio NaHCO_3 (aun cuando también se usa el carbonato de amonio) y un ácido o una sal ácida. También contienen almidón, que impiden el apelmazamiento y mantienen la capacidad leudante a un nivel estándar. El papel de los leudantes químicos es ampliar las burbujas en la grasa, haciendo que los productos batidos se eleven a su potencial (Lezcano, 2011).

2.5.2 Porosidad mediante el método óptico

Según Sahin & Gulum (2006), la porosidad es una propiedad física importante que caracteriza la textura y la calidad de los alimentos secos. La porosidad (ϵ) se define como la fracción de volumen del aire o la fracción vacía en la muestra. Los datos de porosidad se requieren en el modelado y diseño de diversos procesos de transferencia de calor y masa, tales como secado, fritura, horneado, calentamiento, enfriamiento y extrusión. Existen métodos para la determinación de la porosidad entre ellos:

- Método directo: En este método, la porosidad se determina a partir de la diferencia de volumen de una pieza de material poroso y su volumen después de la destrucción de todos los huecos por medio de compresión.
- Método de densidad: Se denomina porosidad aparente debida al espacio de aire cerrado dentro de las partículas considerando la relación del espacio de aire cerrado total o volumen de huecos al volumen total.
- Método óptico: En este método, la porosidad se determina a partir de la vista microscópica de una sección del medio poroso. Es adecuado si la porosidad es uniforme en toda la muestra, es decir, la porosidad en sección representa la porosidad de la muestra completa. La distribución del tamaño de poro se puede determinar si se utiliza un software adecuado para analizar las imágenes.

Imagen J (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) es un software que se utiliza para analizar los poros y para determinar la distribución del tamaño de los poros basada en el área, el diámetro medio de los poros y el porcentaje de fracción de área de los poros. En la Figura 3 se observa la imagen de una muestra de pan donde el software extrae las áreas de los poros.

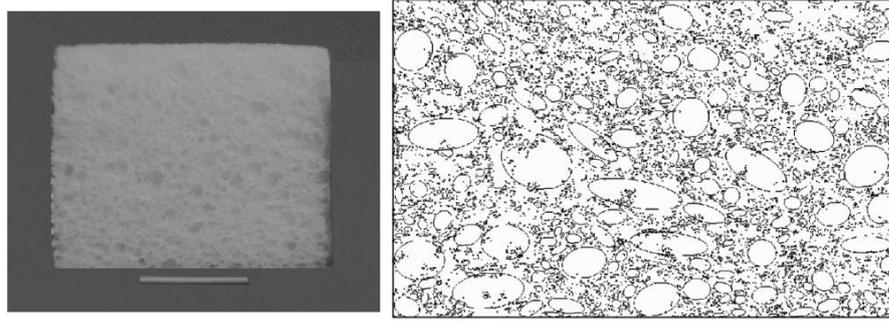


Figura 3 (a) Imagen digital de una muestra de pan (escala de 1 cm). (b) Extracción de poros por medio de Imagen J. (Sahin & Gulum, 2006).

2.5.3 Análisis de perfil de textura instrumental (TPA)

Según Figura & Teixeira (2007), en aplicaciones de tecnología de alimentos, el término "textura" se usa para describir la calidad, atributos de los alimentos relacionados con la respuesta sensorial al contacto físico, o sentir el material alimenticio. El Análisis del Perfil de Textura instrumental (TPA) implica el uso de instrumentos de tal manera que una muestra pueda ser sometida a un programa de carga repetida y la descarga en un número específico de ciclos de tiempo. El propósito de esta prueba es simular o imitar la mordida o masticación repetida de un alimento, la muestra está sujeto a una serie predeterminada de ciclos de deformación-tiempo, y la función de respuesta de fuerza-tiempo (o tiempo-tensión) se mide y registra. Con la ayuda de algoritmos matemáticos apropiados, una serie de texturas los términos pueden ser cuantificadas, tales como dureza, cohesión, elasticidad, masticabilidad, gomosidad, resiliencia o fracturabilidad. Los resultados de estas pruebas son generalmente comparados con los resultados de los organolépticos.

2.5.4 Análisis de color

Según Figura & Teixeira (2007), el color y su medida (colorimetría) implican la percepción organoléptica de propiedades. Los diferentes colores que observamos con luz visible son el resultado de cómo perciben nuestros ojos por medio de la radiación

electromagnética presentes a diferentes frecuencias y longitudes de onda golpean la retina del ojo humano, la retina transforma esta sensación en una señal nerviosa que se transmite al cerebro y es así como se llega a percibir el color.

Los parámetros evaluarán al espacio cromático CIE L*a*b* que son los siguientes:

- L* (Luminosidad)
- a* (variación de rojo a verde)
- b* (variación de amarillo a azul)

2.6 Evaluación sensorial Check All That Apply (CATA)

Check All That Apply (CATA), traducida en español la verificación de todo lo que corresponda por medio de una evaluación relacionada a un formato de pregunta que se utiliza para obtener perfiles de productos rápidos de los consumidores. Michael Meyners (2016) menciona que la aplicación de análisis sensorial CATA es un método descriptivo, fácil y rápido para obtener la caracterización sensorial en donde el consumidor deberá seleccionar de una lista de términos aquellos atributos que consideren aplicables para describir la muestra o producto por medio de la percepción por sus 5 sentidos. El paso clave de esta metodología es la selección de los términos a incluir en las preguntas. Los resultados que se obtienen en esta metodología están directamente vinculadas a la percepción de las características del producto por ende estas respuestas podrían ser utilizadas como datos complementarios para maximizar la aceptación de nuevos productos.

Se realizó un estudio en bizcochos bajo en grasa elaborados con distintos tipos de fibra donde se aplicó el método CATA y fueron incorporados los siguientes atributos: blando, duro, aspecto esponjoso, sabor extraño, textura arenosa, insípido, etc. En cuanto a sus

propiedades sensoriales se obtuvieron que las formulaciones elaboradas con las fibras de maltodextrina y trigo fueron las mejor valoradas. (Olaya, 2016).

Por otro lado en un estudio realizado en galletas enriquecidas con harina de castañas por medio de sustitución también se aplicó el método sensorial CATA donde sus tratamientos con 5, 10 y 20 % fueron descritas similares con atributos en comparación de 0 y 30% de sustitución.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo fue realizado en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL), Laboratorio del Centro de Investigación en Ciencias de Alimentos (CICAL), y Laboratorio de Ciencias Químicas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión (UPeU).

3.2 Materiales e insumos

3.2.1 Materia prima

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) de variedad Taray se obtuvieron del departamento de Cusco.

3.2.2 Insumos

- Glucosa
- Azúcar (Azúcar Blanca, marca “Dulфина”)

3.2.3 Materiales

- Tamizadores de 120 mesh
- Matraz de Erlenmeyer de 100, 500 mL
- Vaso de precipitado de 50, 200mL
- Pipetas de 1 y 5 mL
- Probeta de 100 mL
- Cápsulas de porcelana
- Desecador con silica

- Pizeta
- Cuchillos
- Cernidores
- Moldes de aluminio
- Recipientes de aluminio
- Tablas
- Tazones de acero inoxidable
- Gorras, mascarillas y guantes descartables

3.2.4 Equipos

- Balanza analítica (Marca: Pioneer / Modelo: Ítem PA21/ Capacidad: 210 g)
- Horno rotativo por convección. Marca Nova. Modelo MAX 1 000. Serie: 0501028.
Pafs: Perú
- Batidora
- Molino de Martillos. (Marca: Innova).
- Refractómetro serie: 2893, Rango de 0 a 90 °Brix.
- Balanza gramera. Marca: Scout-Pro, Modelo: Scout Pro SP6000, Capacidad: 6000g.
- pH-metro, Marca: Hanna instrumentos.
- Termómetro, Marca: Fisher Scientific, rango de temperatura de -30 a 220°C.
- Mufla (Serie: 14652, Modelo: 1630).
- Equipo Soxhlet de 250 mL.

- Estufa esterilizadora, Marca: Memmert, Serie: C2100706
- Texturómetro Marca Brock, Modelo CT3
- Cámara Canon EO5 Rebel T3i, EFS 18-135 mm

3.2.5 Reactivos

- Agua destilada
- Fenolftaleína. Marca: Hycel
- Hidróxido de sodio NaOH 0.1 N. Marca: Acharlau.

3.2.6 Material para evaluación sensorial

- Formatos de evaluación
- Lapiceros
- Platos descartables
- Vasos descartables de 100mL
- Servilletas
- Agua mineral

3.3 Metodología experimental

3.3.1 Preparación de la materia prima

La harina de kiwicha es el resultado de los granos secados, molidos y tamizados, descrito de la siguiente forma:

- Recepción: En esta etapa se realizó el pesado y selección de las semillas.

- Limpieza y selección: Con la finalidad de eliminar el contenido de impurezas cuyo tamaño es ligeramente mayor y menor al grano de quinua como pajillas, tallos, ramas, tierra y arena.
- Lavado: Se realizó por medio de un flujo turbulento de agitación.
- Despedrado: Operación que consistió en la separación de las piedras o todo tipo de material de mayor peso aprovechando la diferencia del peso específico de los granos de kiwicha con respecto a las piedras.
- Secado: Fue secado a lo natural sobre mantas de polipropileno en capas finas, exponiéndolas a la acción directa del sol, para que el secado sea eficaz. Los granos fueron removidos frecuentemente
- Molienda: Fue sometido a un molido de martillos.
- Tamizado: Fue tamizado a 100 mesh para corroborar la efectividad de la molienda y separación de partículas

3.3.2 Procedimiento de elaboración de “cupcakes”

En la Figura 4 se detalla el procedimiento para la determinación de tratamientos de elaboración de “cupcakes”.

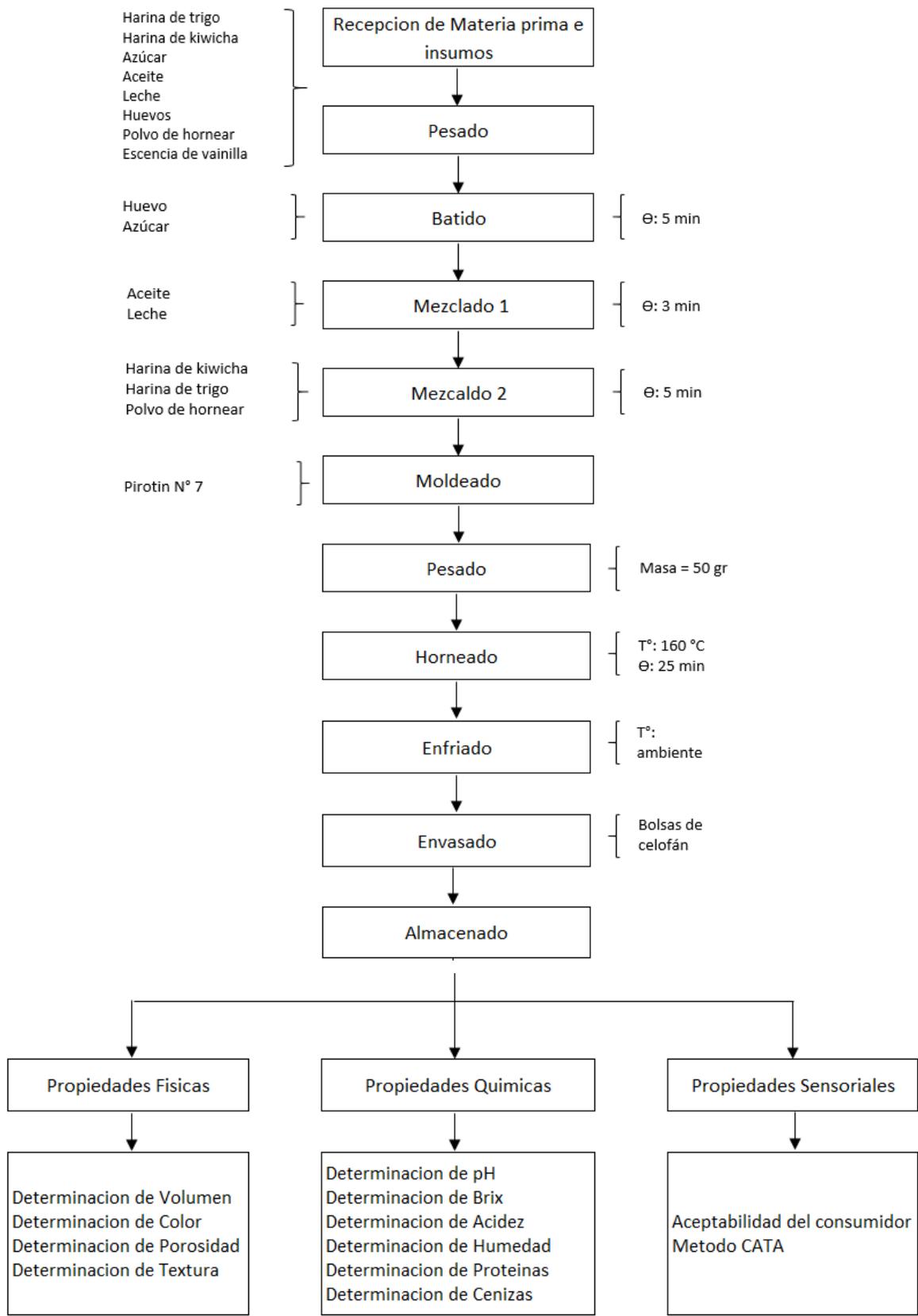


Figura 4. Flujograma para la elaboración de “cupcakes”

Los “cupcakes” se elaboraron de acuerdo a la Figura 4, se detalla el procedimiento, siendo las operaciones las siguientes:

- a. Recepción de materia prima e insumos: Se verificó que la materia prima y todos los insumos estén en buenas condiciones para ser incorporados al proceso.
- b. Pesado: Esta operación se realizó con la ayuda de una balanza digital, se pesaron los insumos según la formulación para determinar la cantidad necesaria para los posteriores tratamientos.
- c. Batido: En esta etapa se añadieron los huevos, azúcar y glucosa en una batidora industrial para así ser mezclados (velocidad 6) durante 5 minutos y alcanzar una mezcla homogénea, consistente y cumplir la función de incorporar aire.
- d. Mezclado 1: Se añadió al batido, el aceite y la leche por un espacio de 1 minuto aproximadamente cada uno batiendo (velocidad 2), durante 3 minutos, para la incorporación de la adición de los ingredientes.
- e. Mezclado 2: El segundo mezclado consistió en agregar la harina de kiwicha y trigo respectivamente según la formulación, previamente tamizada, asimismo se añadió el polvo de hornear, todo por 5 minutos hasta obtener una mezcla homogénea.
- f. Moldeado: El dosificado se realizó en pirotines N° 7, colocados previamente en moldes de aluminio, y en cada uno se agregó 50 gramos de masa. Esta operación se realizó de manera manual y con la ayuda de una balanza digital.

- g. Horneado: Este proceso consistió en introducir los moldes con porciones de masa de cupcakes a las rejillas del horno (Precalentado), con una temperatura de 160 °C durante 25 minutos.
- h. Enfriado: Una vez horneadas los “cupcakes” se sacaron los moldes y fueron enfriadas a temperatura ambiente durante 15 minutos.
- i. Envasado: Los “cupcakes” se empacaron en bolsas de polietileno de 3 milésimas de espesor, herméticamente selladas a calor.
- j. Almacenado: Finalmente los productos envasados se llevaron a un estante a temperatura ambiente para posteriormente ser analizadas.

3.3.3 Análisis Químico

Dichos análisis se realizaron al producto terminado, de la siguiente forma:

- Proteína (%) por el método micro- Kjeldahl (AACC 43-13 2000)
- Ceniza (%) (AOAC 923.03/90,200)
- Humedad (%) (AOAC 925.10/60,200)
- Acidez por Norma Técnica Peruana NTP 206.013 (1981) (AOAC International, 2000).
- pH se determinó por medio de un electrodo de superficie (Hanna Instruments) empleado en el método AOAC 981.12 (1998).

3.3.4 Análisis físicos

La determinación de análisis físicos se realizó al producto terminado.

3.3.4.1 Volumen del cupcake

El volumen de los “cupcakes” se estableció por medio del desplazamiento de semillas de linaza por el método 10-05 de la AACC (2000).

3.3.4.2 Análisis de color

Se realizó con el Colorímetro. Los parámetros se evaluaron al espacio cromático CIE $L^*a^*b^*$ que son los siguientes:

- L^* (Luminosidad)
- a^* (variación de rojo a verde)
- b^* (variación de amarillo a azul)

3.3.4.3 Determinación de porosidad de cupcakes mediante el método óptico

Para la determinación de porosidad en un principio se cortaron cada muestra de cupcake a la mitad en vista frontal, luego se rebano horizontalmente a tomar fotografías con una cámara profesional Canon en una cabina oscura sin interferencia de luz exterior, con iluminación óptima, la cámara se acoplo en un sostenedor de espuma, la muestra se colocó en un elevador hidráulico para ajustar la distancia entre la muestra y la cámara.

Se obtuvieron las imagines digitales de cada muestra analizada con una cámara que cuenta con un lente focal (*EF-S 18-135mm*) a una distancia de 25 cm y 85 de zoom. Las imágenes fueron tratadas por el programa Imagen J., siendo las imágenes escaneadas al programa para luego ser convertidas a escala de 1 cm y ser convertidas en una coloración gris y resultada de esta imagen se extraerán la cantidad y tamaño de poros de una zona seleccionada.

3.3.4.4 Determinación de textura

Se determinó con la ayuda de un Texturómetro Marca Brock, Modelo CT3, fueron sometidas las muestras por triplicado a un programa de carga repetida, respetivamente

cortadas y rebanadas en cubos de 4 cm x 4 cm se les aplicó la fuerza necesaria de soporte para cada muestra los resultados fueron cuantificados como dureza, cohesión, elasticidad, masticabilidad, gomosidad, resiliencia o fracturabilidad.

3.3.5 Análisis sensorial por el método CATA

Se realizó con estudiantes de la Universidad Peruana Unión en edades a partir de 18 años a más. Es esta metodología se trabajaron con 10 experimentos del producto, la cual consistió en una sola sesión con la participación de 100 evaluadores esporádicos y habituales, se les presento una porción por cada experimento donde se evaluó la aceptabilidad del consumidor y las características sensoriales que reconocieron por cada experimento.

3.3.6 Diseño estadístico

Se realizó un diseño central compuesto 2^2 con dos puntos centrales con el propósito de encontrar los niveles óptimos de aceptabilidad de los “cupcakes” con sustitución de harina de kiwicha dándonos 10 tratamientos, con variables independientes A (sustitución de harina de kiwicha) y B (endulzante).

Tabla 8. Nivel codificado para cada factor

Factores	Niveles				
	-1.41421	-1	0	1	1.41421
% (A)Sustitución de harina kiwicha	7.92	10	15	20	22.07
% (B)Endulzante	7.92	10	15	20	22.07

Tabla 9. Matriz experimental para el diseño

N°	Codificados		Decodificados	
	Variables independientes		A	B
Tratamientos	A	B	A	B
1	-1	-1	10	10
2	-1	1	10	20
3	1	-1	20	10
4	1	1	20	20
5	-1.41421	0	7.92	15
6	1.41421	0	22.07	15
7	0	-1.41421	15	7.92
8	0	1.41421	15	22.07
9 (C)	0	0	15	15
10 (C)	0	0	15	15

3.3.7 Análisis estadístico

El modelo de superficie se determinó mediante el análisis del coeficiente de regresión (R^2) y el análisis de varianza (ANOVA) con la prueba de falta de ajuste. El ANOVA se realizó para evaluar la influencia de las variables independientes sobre la variable de respuesta y el método estadístico. Para el análisis estadístico de la regresión, se separa el término del error total en el error puro y error de la falta de ajuste del modelo, que representa una prueba de bondad de ajuste para modelos de superficie de respuesta. Para el análisis sensorial del método CATA se utilizaron el software XLSAT.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

Se determinó el análisis fisicoquímico a cada tratamiento en la elaboración de “cupcakes” con sustitución parcial de harina de kiwicha, los resultados fueron reportados en los siguientes análisis:

4.1 Análisis químicos de los tratamientos formulados.

Se determinaron los siguientes análisis químicos en las diferentes formulaciones de “cupcakes”:

4.1.1 pH

En la Tabla 10, se observó que el pH en los “cupcakes” mostraron un rango de 8.0 a 8.25 en la cual obtuvo un mayor pH el tratamiento T10 con 15% de harina de kiwicha y de menor pH el tratamiento T1 con 10% de kiwicha. A medida que se incorporó mayor cantidad de harina de kiwicha el pH aumento, (Pascual & Zapata, 2010) el alto contenido de pH se debe a que la harina de kiwicha presenta un pH de 6.0, teniendo una semejanza a neutro. Los ingredientes incorporados en la formulación también influyen sobre los resultados. Por otro lado (Guzman & Lopeza, 2015) menciona que obtuvieron un pH de 6.35 en cupcake optimo con 79% de harina de trigo y 12% de harina de kiwicha.

4.1.2 Brix

En la Tabla 10 se observa los tratamientos que presentaron un mayor contenido de solidos solubles en el tratamiento T1 (10% de harina de kiwicha y 10% en relación de endulzante) con 7.8 y el de menor valor en el tratamiento T5 (7,92% de harina de kiwicha y 15% de endulzante) con 5.03 de solidos solubles. A medida que se incorpora menor cantidad de sustitución los sólidos solubles aumentan.

Tabla 10. Determinación de análisis químicos

Tratamiento	pH.	Brix	Acidez	Proteína	Ceniza	Humedad
T1	8.0167± 2.89E-02	7.8± 0.00E+00	0.28± 0.00E+00	3.1267± 1.95E-02	1.7733± 3.54E-02	15.503± 1.18E+00
T2	8.153± 2.19E-01	6.9333± 1.16E-01	0.2± 0.00E+00	3.9± 1.00E-01	1.78247± 6.22E-01	15.321± 1.97E-01
T3	8.21333± 5.77E-03	7.2± 2.00E-01	0.32± 0.00E+00	4.0667± 5.77E-02	1.7787± 1.19E+00	16.473± 1.36E+00
T4	8.18333± 5.77E-03	7.1333± 1.16E-01	0.44± 0.00E+00	4.567± 5.89E-02	1.8052± 5.94E-01	15.4481± 8.98E-02
T5	8.13± 0.00E+00	5.03± 3.49E+00	0.36± 0.00E+00	3.0245± 7.78E-02	1.466± 1.09E+00	14.575± 1.07E+00
T6	8.17± 3.00E-02	6.9667± 5.77E-02	0.44± 0.00E+00	5.557± 4.06E-01	1.86989± 6.36E-02	17.015± 4.93E-01
T7	8.23± 4.36E-02	6.5667± 5.77E-02	0.4± 0.00E+00	4.1333± 1.16E-01	1.81598± 2.55E-01	15.882± 3.49E-01
T8	8.2433± 2.31E-02	7.1± 1.00E-01	0.42± 2.83E-02	4.1± 1.00E-01	1.901± 9.33E-01	15.23± 1.73E+00
T9	8.2233± 2.31E-02	7.3333± 1.16E-01	0.46± 2.83E-02	4.1± 1.00E-01	1.8026± 2.76E-01	15.908± 1.67E-01
T10	8.25± 5.00E-02	7.0333± 1.53E-01	0.48± 0.00E+00	3.9333± 1.53E-01	1.80614± 4.45E-01	16.8876± 3.00E-04
r^2	5.02E-01	1.98E+03	6.89E-01	8.13E-01	4.56E-01	4.53E-01
Lack of Fit	1.28E-02	1.41E+00	4.33E-02	1.96E+00	1.15E-01	1.40E+00

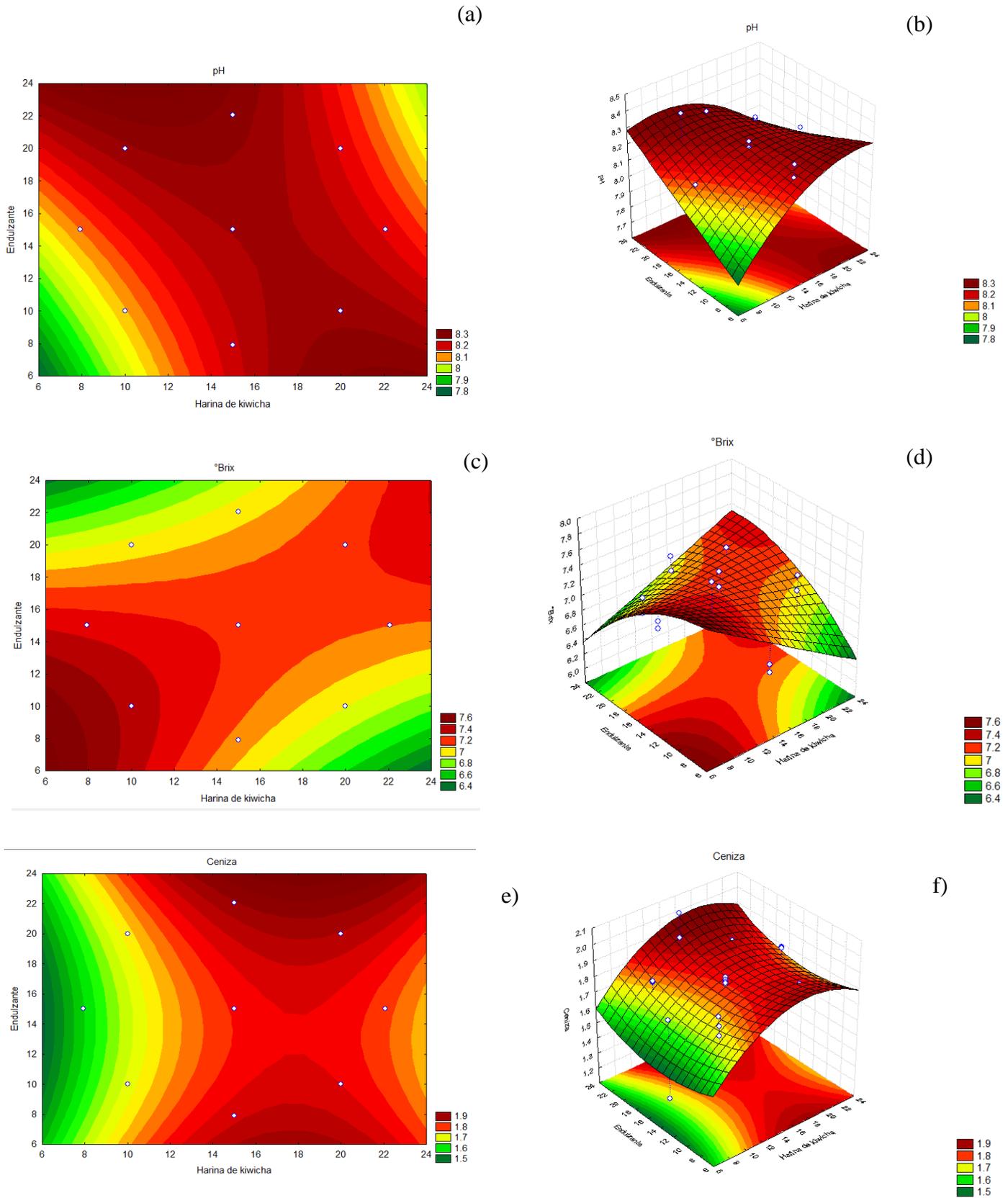
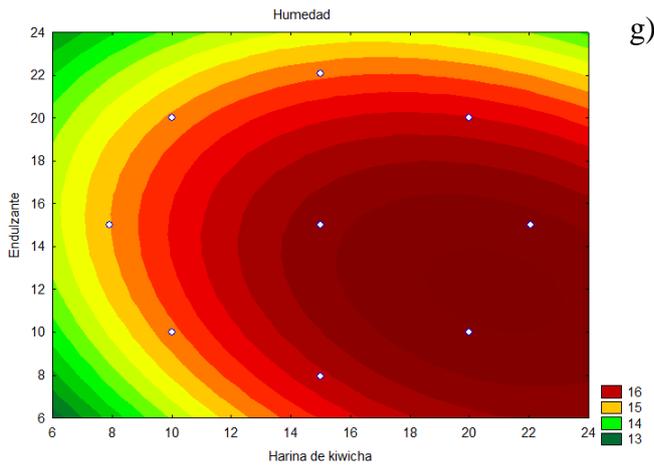
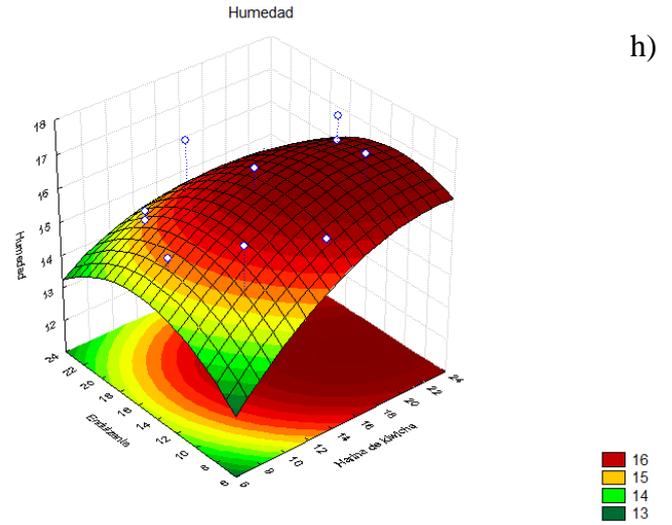


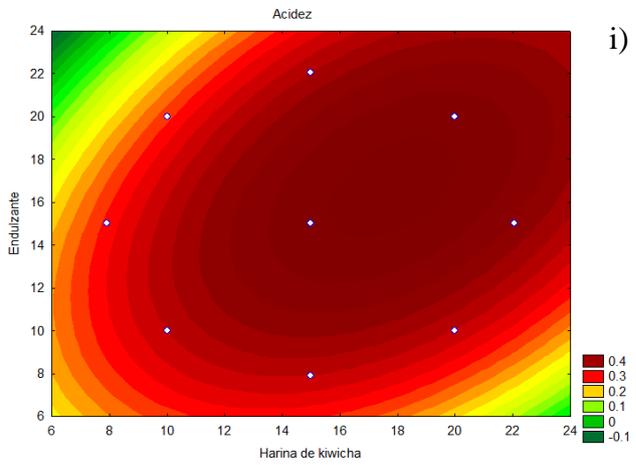
Figura 5. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de la determinación de análisis químicos. (a)(b) Diagrama de contorno para pH. (c)(d) Diagrama de contorno para Brix, (e) (f) Diagrama de contorno para ceniza



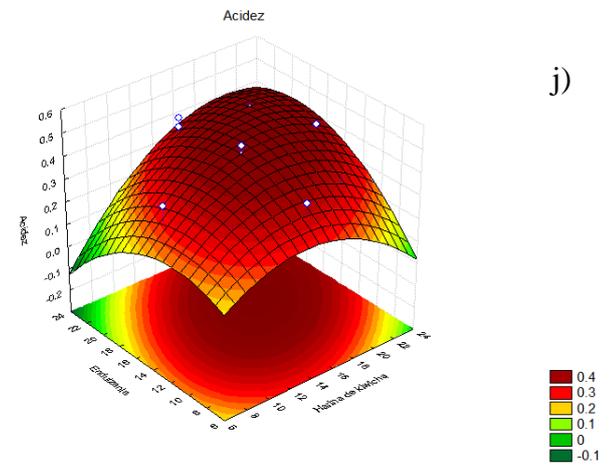
g)



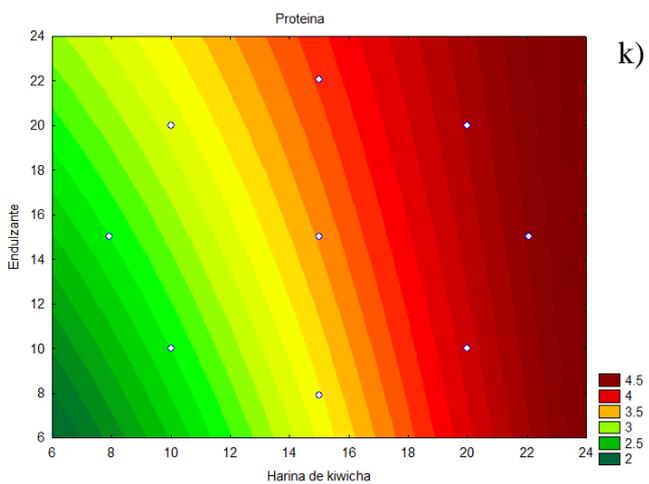
h)



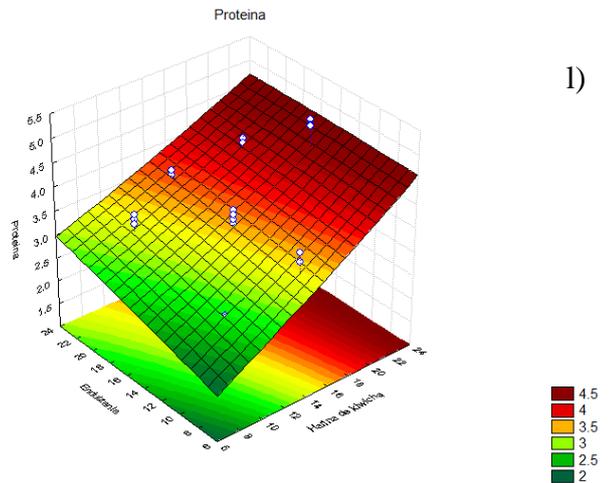
i)



j)



k)



l)

Figura 6. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de la determinación de análisis químicos. (g) (h) Diagrama de contorno y superficie de respuesta para humedad. (i)(j) Diagrama de contorno y superficie de respuesta para acidez. (k)(l) Diagrama de contorno y superficie de respuesta para proteína

Se muestra en la Tabla 10, los resultados de acidez en los diferentes tratamientos en la elaboración de cupcakes, el contenido de acidez aumento significativamente a medida que se incorporó mayor cantidad de harina de kiwicha, se obtuvo una acidez máxima de 0.48% para el tratamiento T10 y una menor acidez de 0.2% para el tratamiento T2. La NTP 206.011, 1981 (Revisada el 2011) indicó los requisitos fisicoquímicos permitidos en bizcochos y similares con o sin relleno considerando el parámetro de acidez (expresado en ácido láctico) con un límite máximo permisible de 0.7%. Los 10 tratamientos se encontraron dentro del límite permitido.

4.1.4 Determinación de humedad

En la Tabla 10 se encuentra la determinación de humedad donde esta disminuyo significativamente a medida que se incorporó mayor cantidad de harina de kiwicha, presentando un valor máximo de 17.01% para el tratamiento T6 y menor contenido de humedad para T5 con 14.57%. Los resultados se encontraron dentro de los límites permitidos por la NTP de 40% de humedad. Según (Beltran & Saez, 2014), nos indica que obtuvo 22.08% de humedad para harina de quinua 87.475% con H. Trigo, 7.525% y 5% de zapallo. Sin embargo (Guzman & Lopeza, 2015), obtuvieron 18.21% de humedad con harina de kiwicha y 12% de harina de kiwicha, 79% de trigo y chía para el mismo producto. Esto se debe a que la kiwicha posee un tamaño de granos de almidón en diámetro de 1 a 3.5 um los cuales son más pequeños los presentes en el trigo, Vásquez et al. (2016) nos indica que el nivel de molienda en las harinas reduce aún más las partículas y mientras más pequeñas son estas tienen una mayor capacidad de retención de agua, además que al ser sometidas por molienda una parte de los gránulos de almidón son dañados parcialmente lo que genera aun mayor impregnación de agua.

4.1.5 Determinación de proteínas

El contenido de proteínas fue influenciado significativamente por la adición de harina de kiwicha, dependiente de la materia prima y también de los insumos secundarios. Los tratamientos T6 y T3 en la Tabla 10 presentaron mayor contenido de proteínas debido a que tuvieron mayor sustitución de harina de kiwicha. La harina de kiwicha presentó un valor de 18.14%. Sin embargo (Guzman & Lopeza, 2015) nos mencionan que obtuvieron 2.02% en su cupcakes óptimo de kiwicha con chía.

(Collazos, 1975) nos menciona que las proteínas de la kiwicha están compuestas por aminoácidos, los más predominantes son lisina 6.7%, metionina 2.3% y treonina 5.1% y triptófano 1.1%, etc, siendo el pseudocereal más completo en aminoácidos además de altos valores en comparación con la quinua cañihua.

4.1.6 Determinación de cenizas

En la Tabla 10 podemos observar que el porcentaje de ceniza incrementa significativamente siendo el valor máximo de 1.9% presente en el tratamiento T8, el de menor contenido perteneciente al tratamiento T5 con 1.4%. De esta manera se puede concretar que a medida que se incorporan alto contenido de harina de kiwicha las cenizas se ven incrementadas, la harina de kiwicha posee mayor cantidad de minerales de 3- 3,3% en comparación de la harina de trigo. La NTP reportó que el límite máximo para el contenido de cenizas es del 3%, los 10 tratamientos se encontraron dentro de los rangos determinados,

4.2 Análisis físicos de los tratamientos formulados

Se determinaron los siguientes análisis físicos para los tratamientos de “cupcakes”:

4.2.1 Volumen del cupcake

El volumen es considerado un índice de calidad que refleja la capacidad de la masa para ocluir aire. En la Tabla 11 se presentan los resultados de volumen en los tratamientos, se observa que existe una variación significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$) determinados en el análisis presentado en el Anexo 1, se muestra la incorporación de harina de kiwicha 7.92% (T5) presenta un mayor volumen entre los tratamientos ($85.455 \pm 2.90E-01$) (Figura 7), esto se debe a mayor incorporación de harina de trigo alcanzando un volumen cercano a la muestra de Control que obtuvo 104.92 cm³ en volumen.

Según Beltran & Saez (2014), nos menciona que obtuvo un volumen máximo de 2.124 cm³/g con sustitución de harina de quinua de 5%, harina de trigo de 90% y harina de zapallo 5% en la elaboración de cupcakes debido a que el aumento en los porcentajes de harina de quinua no contribuye a obtener mejores valores en el volumen y a mayor cantidad de harina de trigo el porcentaje en volumen incrementara.

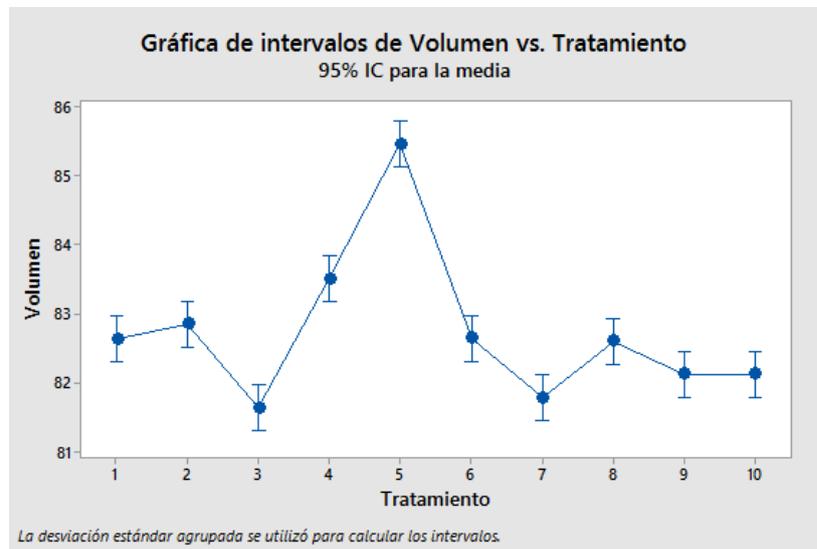
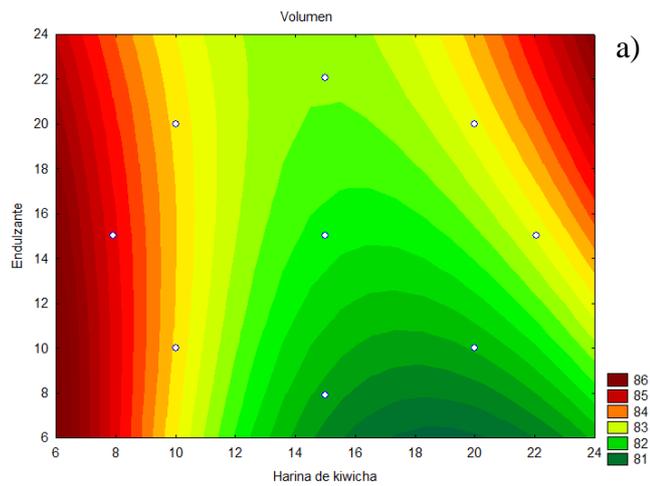


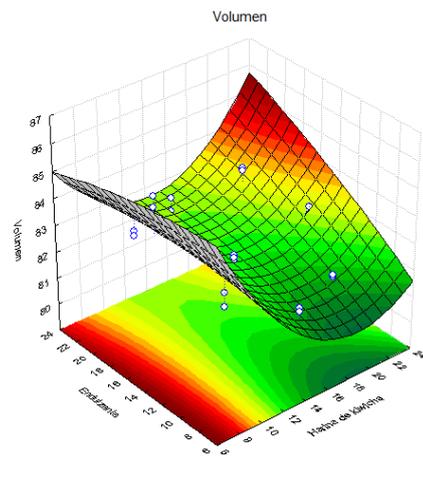
Figura 7. Grafica de intervalos de volumen en los tratamientos

Tabla 11. Determinación de volumen y textura

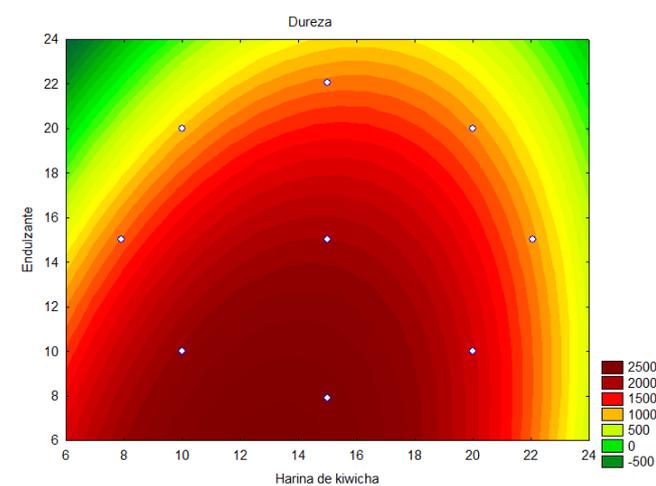
Tratamiento	Volumen	Textura					
		Dureza	Resiliencia	Fracturabilidad	Cohesividad	Gomosidad	Masticabilidad
T1	82.639± 3.54E-01	2065± 2.55E+02	0.112± 1.48E-02	2065± 2.55E+02	0.414± 5.13E-02	849.4± 9.82E+01	0.21± 4.69E-02
T2	82.855± 1.34E-01	1417± 2.90E+02	0.1± 2.55E-02	1226± 6.91E+02	0.38± 7.38E-02	530.6± 1.12E+02	0.128± 1.30E-02
T3	81.64± 5.66E-02	1319± 2.89E+02	0.106± 1.67E-02	1319± 2.89E+02	0.426± 5.13E-02	566.2± 1.81E+02	0.114± 4.98E-02
T4	83.507± 8.06E-02	1138± 2.38E+02	0.1± 0.00E+00	1138± 2.38E+02	0.38± 0.00E+00	430.2± 8.77E+01	0.052± 4.92E-02
T5	85.455± 2.90E-01	1032± 0.00E+00	0.1± 0.00E+00	1032± 0.00E+00	0.38± 0.00E+00	391± 0.00E+00	0.03± 0.00E+00
T6	82.641± 2.09E-01	1146± 3.64E+02	0.102± 1.92E-02	808± 7.65E+02	0.398± 5.02E-02	455.6± 1.71E+02	0.094± 6.58E-02
T7	81.7865± 1.18E-01	2255± 8.79E+02	0.092± 1.10E-02	2255± 8.79E+02	0.364± 3.71E-02	832± 3.56E+02	0.2± 1.46E-01
T8	82.607± 3.44E-01	958± 2.86E+02	0.1± 1.41E-02	836± 5.07E+02	0.38± 3.94E-02	368.2± 1.30E+02	0.07± 3.46E-02
T9	82.13± 1.70E-01	2101± 7.97E+02	0.09± 1.41E-02	2101± 7.97E+02	0.364± 5.68E-02	780± 3.75E+02	0.152± 1.30E-01
T10	82.125± 2.12E-02	1402± 4.27E+02	0.124± 1.82E-02	1236± 7.42E+02	0.442± 5.76E-02	617± 1.95E+02	0.102± 7.12E-02
r²	7.84E-01	5.37E-01	1.22E-01	5.42E-01	1.83E-01	5.29E-01	4.26E-01
Lack of Fit	4.35E+00	1.97E+06	8.61E-04	1.57E+06	6.56E-03	3.12E+05	3.86E-02



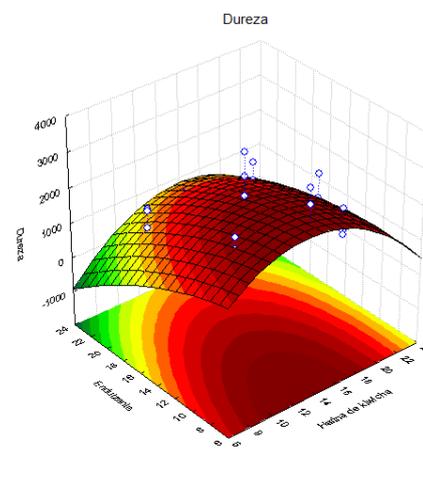
a)



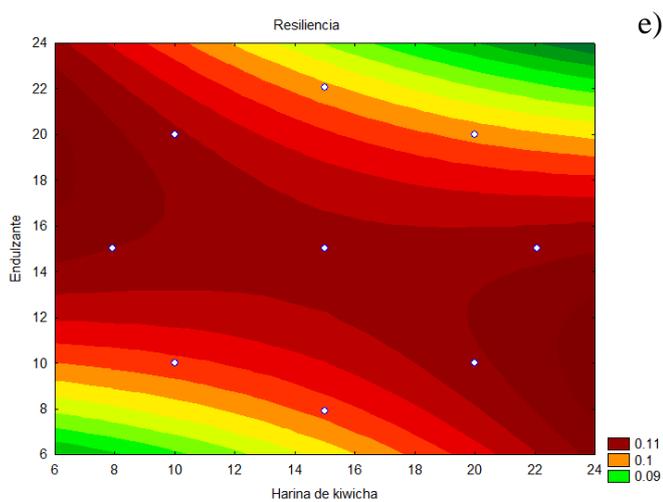
b)



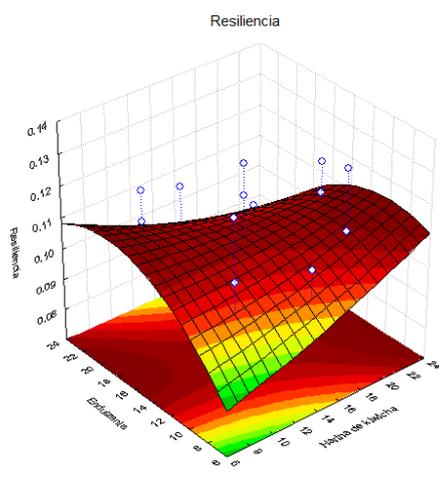
c)



d)

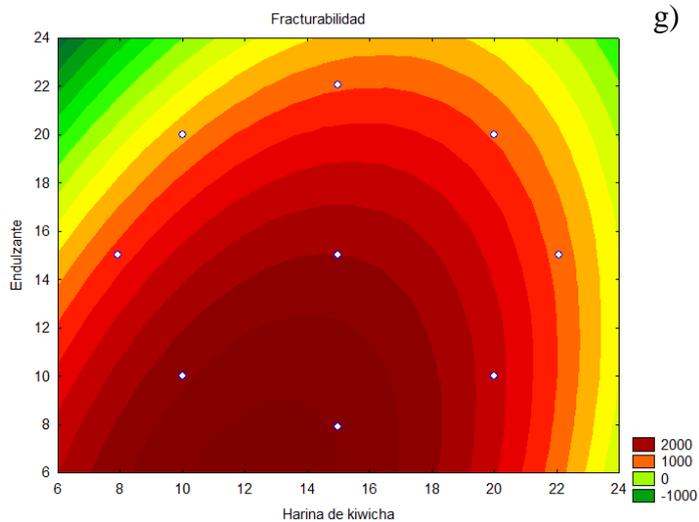


e)

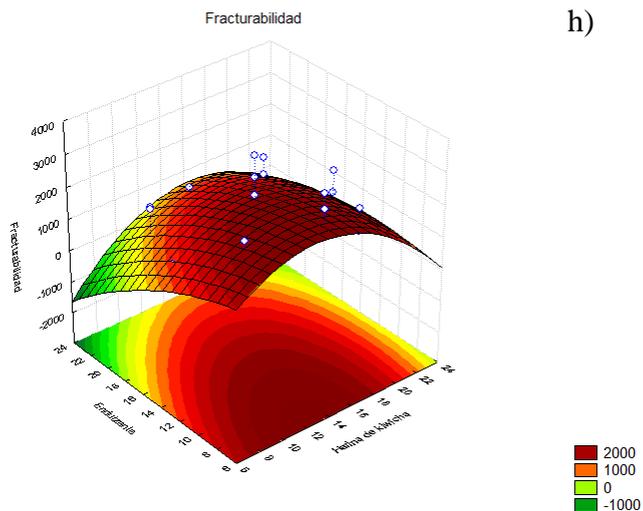


f)

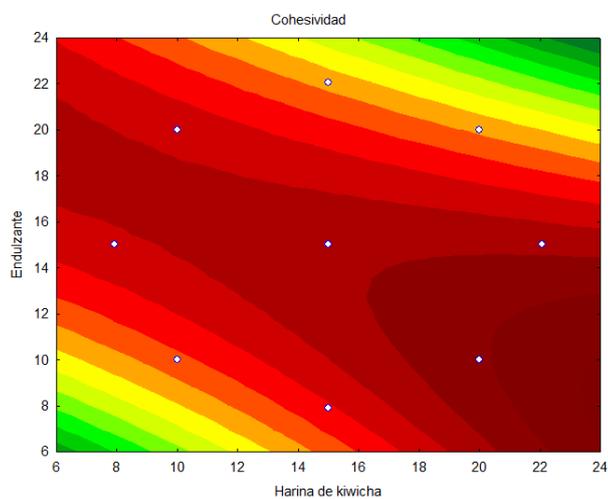
Figura 8. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de volumen (a) (b) y textura: dureza (c) (d), resiliencia (e) (f).



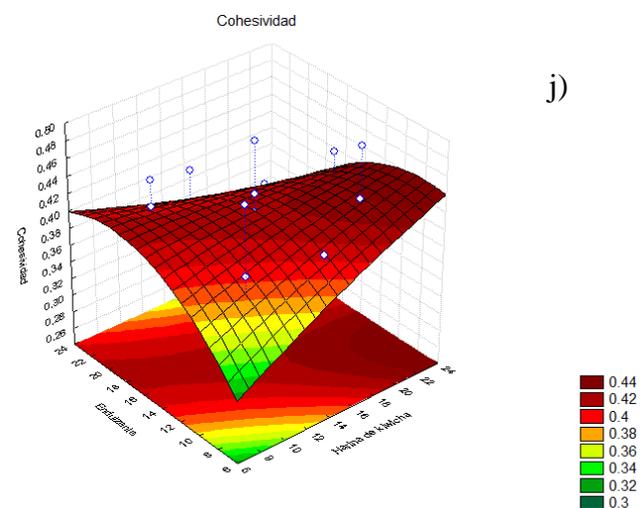
g)



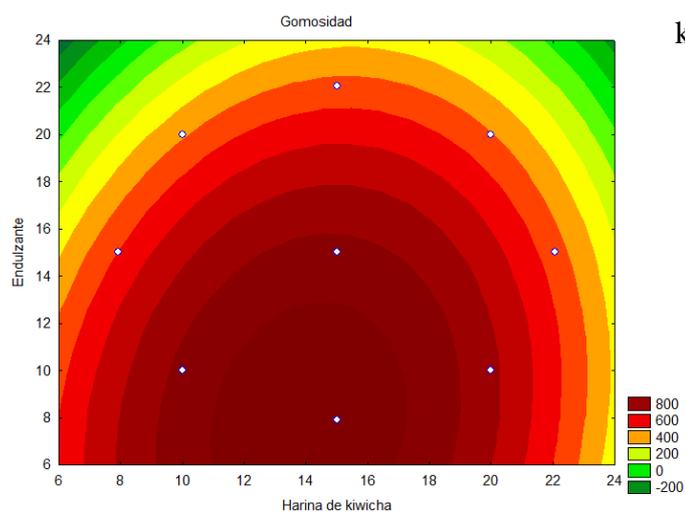
h)



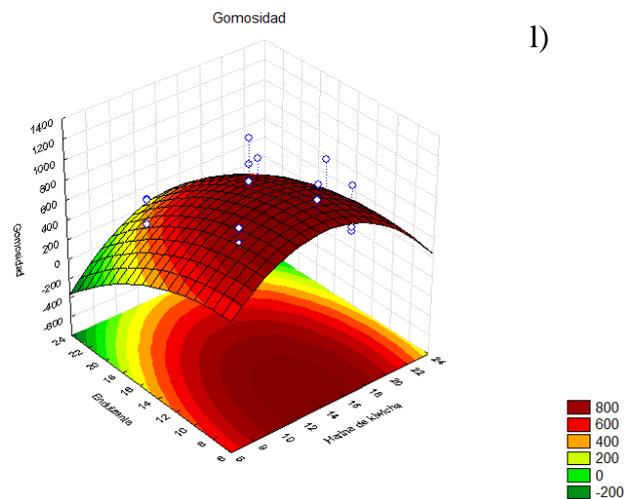
i)



j)



k)



l)

Figura 9. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de fracturabilidad (g) (h), cohesividad (i) (j), gomosidad (k) (l).

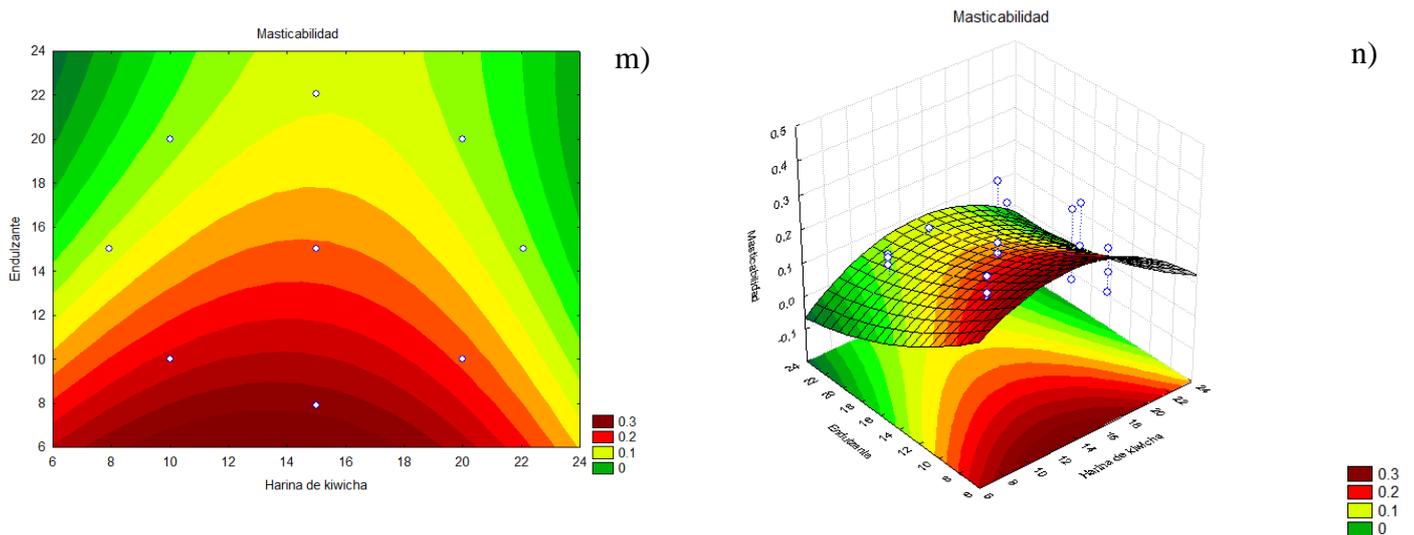


Figura 10. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de masticabilidad (m) (n).

4.2.2 Determinación de perfil de textura

Las propiedades mecánicas en los alimentos juegan un papel importante en el comportamiento de ellos influenciado en la estructura de un producto. La determinación de análisis de textura para los tratamientos de “cupcakes” son las siguientes:

4.2.2.1 Dureza

Es la resistencia a la ruptura de un producto, en este caso del cupcake, en la Tabla 11 se evidencia que el tratamiento que obtuvo mayor resistencia fue el T7 con un 15% de harina de kiwicha ($2255 \pm 8.79E+02$), seguido de T9 con 15% de kiwicha ($2101 \pm 7.97E+02$) y T1 con 10% de kiwicha ($2065 \pm 2.55E+02$). Se observó que al incrementar la sustitución de harina de kiwicha en valores mayores de 15% la dureza del cupcake disminuye considerablemente y en valores menores a 10%. (Bravo & Moreno, 2016), nos menciona que obtuvo una mayor dureza en sustitución 15% de harina de chontaduro en pan molde y una dureza intermedia con 10 y 15%. Por otro lado Vásquez et al. (2016), nos menciona que

obtuvieron una mayor dureza en pan con 2.5% de harina de quinua, también nos indica que en valores de 5 y 7.5% de sustitución la dureza disminuye respectivamente.

La dureza es influenciada por las proteínas presentes en las harinas, en el caso del trigo está conformado por la gluteninas las cuales poseen la función de brindar fuerza o tenacidad a la masa y la gliadina que brinda elasticidad de la masa. (De la Cruz, 2009), sin embargo la kiwicha presenta mayores fracciones de albúmina y globulinas y que la menor fracción proteica es de prolaminas, las cuales no poseen la función primordial en brindar fuerza y tenacidad en comparación del trigo.

4.2.2.2 Resiliencia

En la Tabla 11 se puede observar que los valores de resiliencia son muy bajos que varían de 0.09 a 0.012, la resiliencia consta que el producto puede recuperar a su estado inicial luego de su primera deformación, los resultados de los tratamientos no poseen diferencia significativa. Sin embargo, (Hernandez, 2017) nos menciona que obtuvo de 0.2 a 0.5 de resiliencia en panes con almidón de yuca. Por otro lado (Guemes et al., 2009) nos indica que obtuvo un valor máximo de 0.2 en resiliencia para panes fortificados con suero precipitado por calor.

Según De la Cruz, (2009), la presencia de almidón aporta a la masa suavidad y elasticidad, sin embargo los tratamientos presentan sustituciones por harina de kiwicha, la cual sus valores en almidón son irrelevantes, es por ello los resultados bajos en resiliencia.

4.2.2.3 Fracturabilidad

Es la fuerza con la cual se fractura un alimento, en este caso cupcakes, se puede observar en la Tabla 11 que el tratamiento T7 y T9 obtuvieron los valores más altos. Según

(Hernandez, 2017), la fracturabilidad es una propiedad que está muy ligada a la dureza del producto, puesto que entre mayor es la dureza de la miga, más quebradiza y fracturable será.

4.2.2.4 Cohesividad

En la Tabla 11 se observan que los tratamientos obtuvieron valores de cohesividad que varían de 0.36 a 0.44, los cuales no son relevantes, la capacidad de deformación de un producto antes de romperse, la relación el tamaño de las áreas del primer y segundo ciclo de compresión son muy bajas en los tratamientos. Por otro lado (Hernandez, 2017), indica que se dio una disminución en la fuerza con la que están unidas las partículas conforme aumenta la sustitución de la harina de trigo por harina de yuca, debido a los enlaces y uniones de menor fuerza entre el almidón y la red de gluten. También (Guemes, Totosaus, Hernandez, Soto, & Aquino, 2009), nos indica que obtuvo valores de cohesividad muy cercanos a la unidad, lo cual denota presencia de un área negativa de magnitud significativa entre el primer y segundo ciclo de compresión.

4.2.2.5 Gomosidad

La gomosidad es influenciada por la dureza y cohesividad, es la energía requerida para desintegrar las muestras de pan antes de ser tragadas, en la Tabla 11 se puede observar que los tratamientos T1 y T7 son los que poseen los valores más altos. Se ilustra una disminución en la gomosidad al reducir la cantidad de harina de trigo o incremento de harina de kiwicha. Esta disminución es debido a los compuestos capaces de generar gomosidad como el almidón presente en la harina de trigo.

4.2.2.6 Masticabilidad

En la Tabla 11 se observan los datos obtenidos los cuales reflejan la energía requerida para masticar el producto hasta que esté listo para ser desintegrado y deglutido. Los valores

obtenidos para los tratamientos no presentan grandes variaciones, se alcanzó un mayor valor el tratamiento T1 ($0.21 \pm 4.69E-02$) y T7 ($0.2 \pm 1.46E-01$), siendo los de menor valor T5 ($0.03 \pm 0.00E+00$) y T4 ($0.052 \pm 4.92E-02$). De igual forma Vásquez et al. (2016) obtuvo que el tratamiento con harina de trigo y con menos cantidad de sustitución por harina de quinua obtuvieron los valores más altos en Masticabilidad.

4.2.3 Determinación de porosidad de cupcakes mediante el método óptico

Se determinaron la cantidad de poros, área total de los poros (cm^2), fracción por área de los poros (%) y tamaño promedio de los poros (cm^2), demostrando que la sustitución de harina de kiwicha y relación de endulzante afectan a la porosidad. Se puede observar que el tratamiento Control obtuvo la mayor cantidad de poros con 2280 con 100% de harina de trigo, con un tamaño promedio de 0.0001 cm^2 , este comportamiento se debe al tipo de proteína presente en la harina de trigo y al tamaño de partículas que fueron incorporados en el batido. El tratamiento T4 que presenta el menor contenido de poros de 954 y un 0.0016 cm^2 en tamaño promedio de poros.

En la Tabla 12, nos muestra que el número de poros y el diámetro de cada uno fueron influenciados por el porcentaje de sustitución, cuando mayor es el porcentaje de sustitución el área de los es más afectado. La Figura 11, 12, 13, 14, 15 y 16 representa la tendencia de influencia en los 10 tratamientos demostrando que el número de poros disminuye a medida que se va incrementando el nivel de sustitución, el porcentaje de área ocupada y diámetro de poros aumenta a medida que la sustitución es mayor.

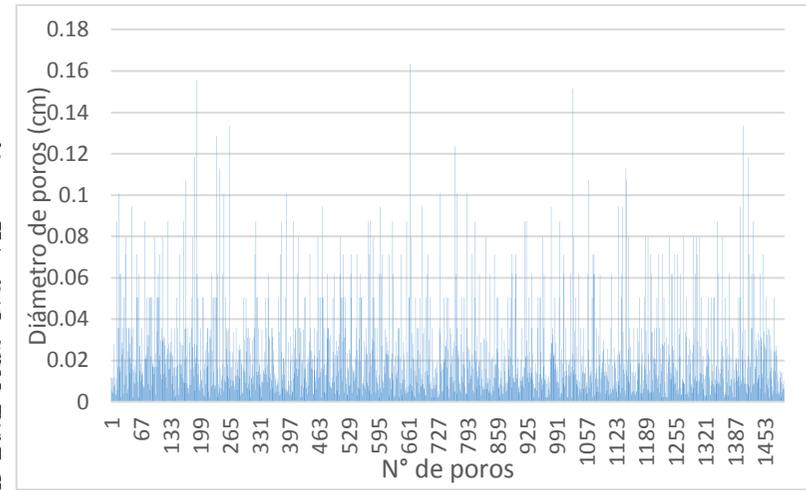
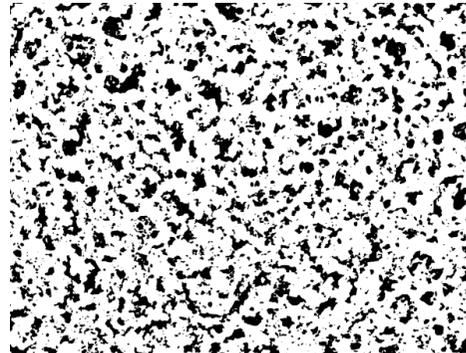
Se determinó que la variación de poros afecta en el volumen, cuando más grandes son los poros menor es el volumen en los cupcakes y el número de poros disminuye a medida que los niveles de sustitución aumentan; el área de los poros aumenta al igual que porcentaje de área ocupada. (Rojas, 2016), nos menciona que en su investigación realizada utilizando harina de quinua para la elaboración de queque libre de gluten obtuvo mayor cantidad de poros 427 poros

(100% de harina de quinua) y 361 poros (50% de harina de quinua) por ello concluye que a mayor uso de harina y mayor cantidad de proteína presente en la harina existe una relación inversamente proporcional entre la cantidad de poros frente al tamaño de poros. De la misma manera (Vargas, 2016) nos menciona que su estudio realizado en sustitución parcial de harina de pajuro nos indica que el número de poros disminuye a medida que se va incrementando el nivel de sustitución (15.5 a 20.7%) el cual varía de 797.3 a 1104 y diámetro de los poros aumenta a medida que la sustitución es mayor de 0.095 a 0.16 cm.

Tabla 12. Variación de número de poros y sus áreas respectivas por la sustitución parcial de harina de kiwicha

Tratamiento	N° de poros	Total de área	Diámetro de poro (cm)
Control	2280	0.0001	0.007
1	1496	0.0001	0.009
2	1827	0.0040	0.052
3	1587	0.0001	0.009
4	954	0.0016	0.037
5	1702	0.0005	0.021
6	1648	0.0050	0.059
7	1144	0.0003	0.017
8	1430	0.0004	0.018
9	2113	0.0000	0.005
10	2091	0.0001	0.012

a)



b)

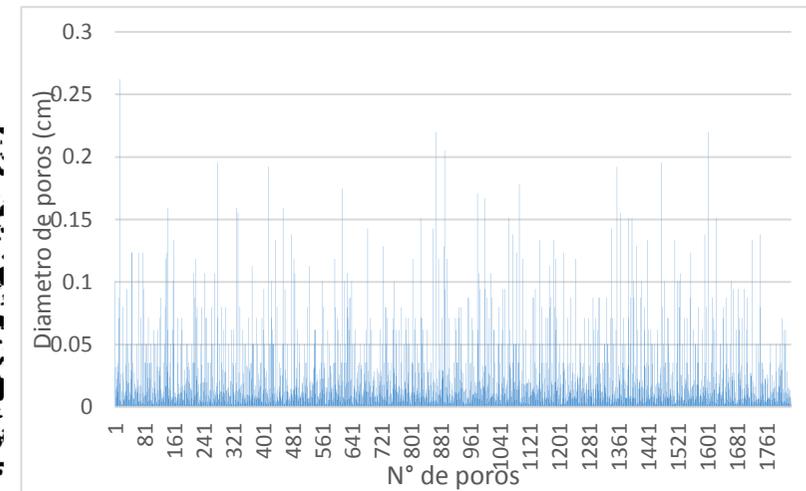
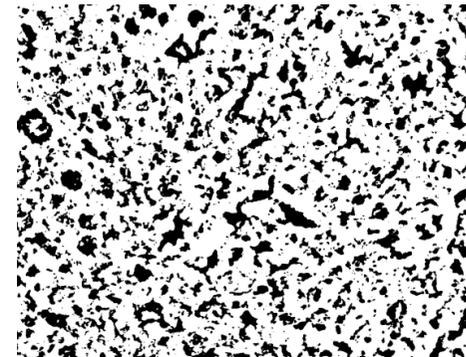
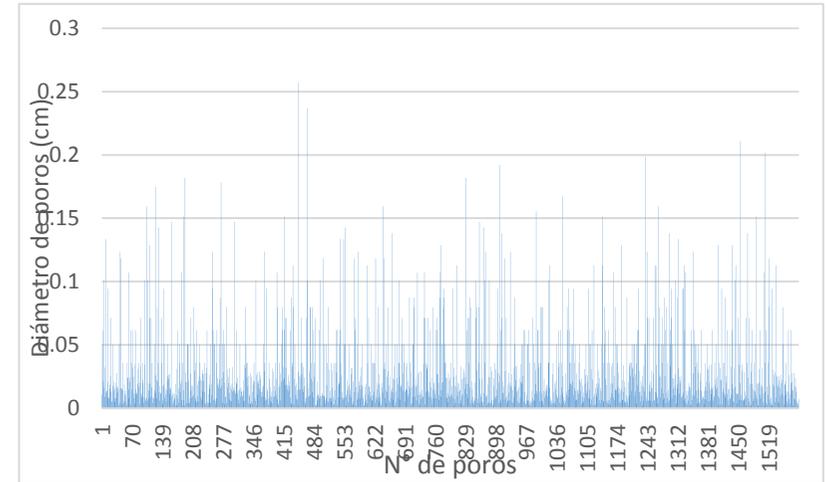
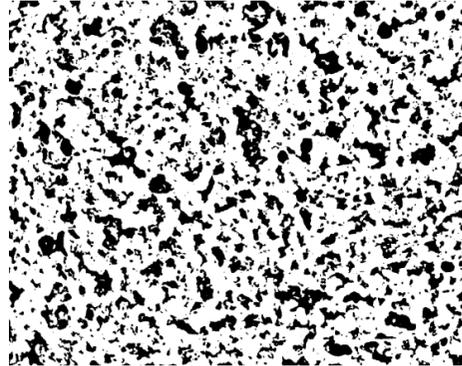


Figura 11. Variación de número de poros: (a) en el tratamiento T1, (b) en el tratamiento T2

c)



d)

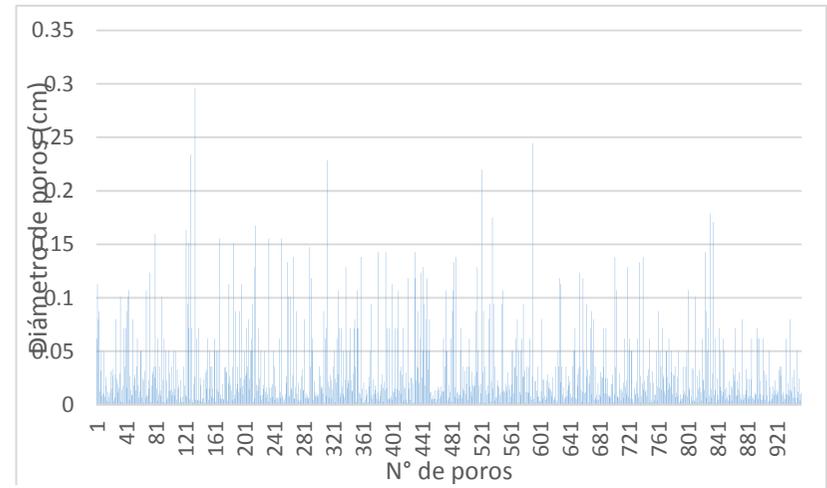
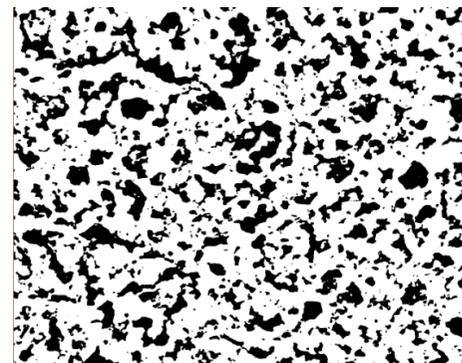
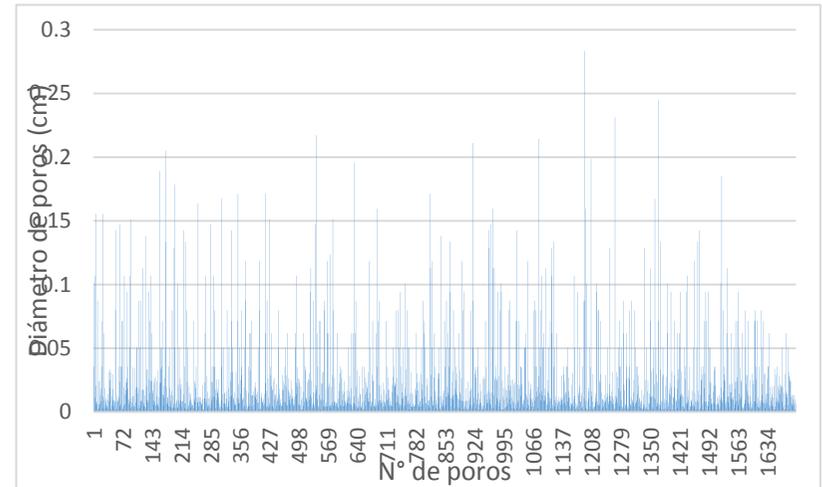
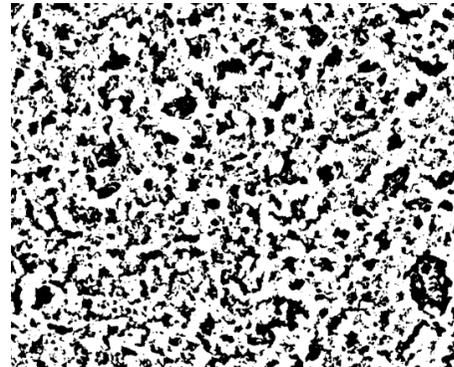


Figura 12. Variación de numero de poros: © en el tratamiento T3, (d) en el tratamiento T4

e)



f)

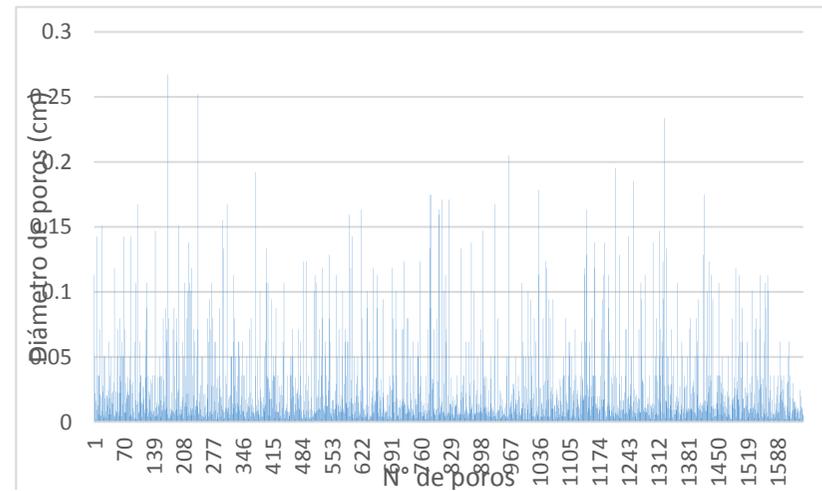
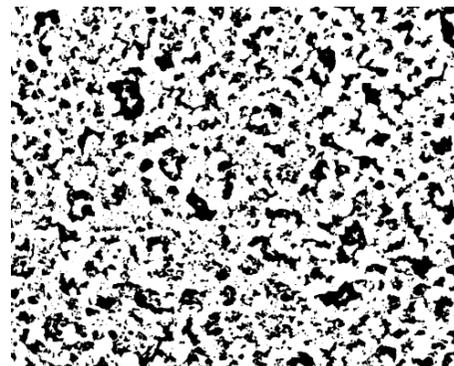
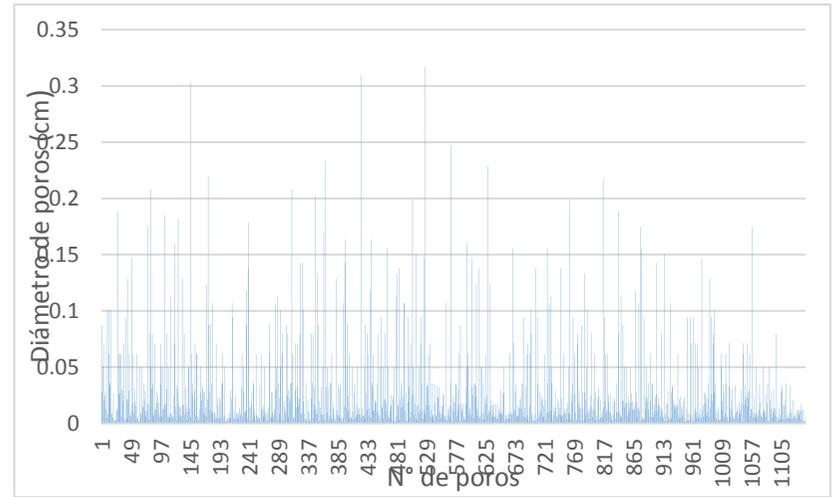
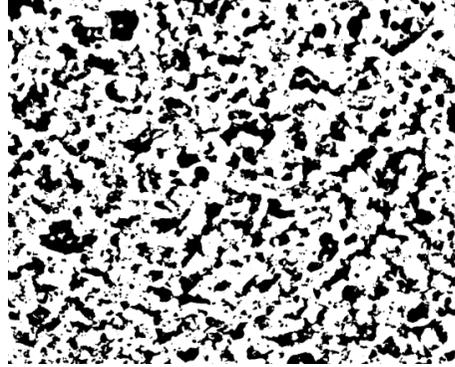


Figura 13. Variación de número de poros: (e) en el tratamiento T5, (f) en el tratamiento T6

g)



h)

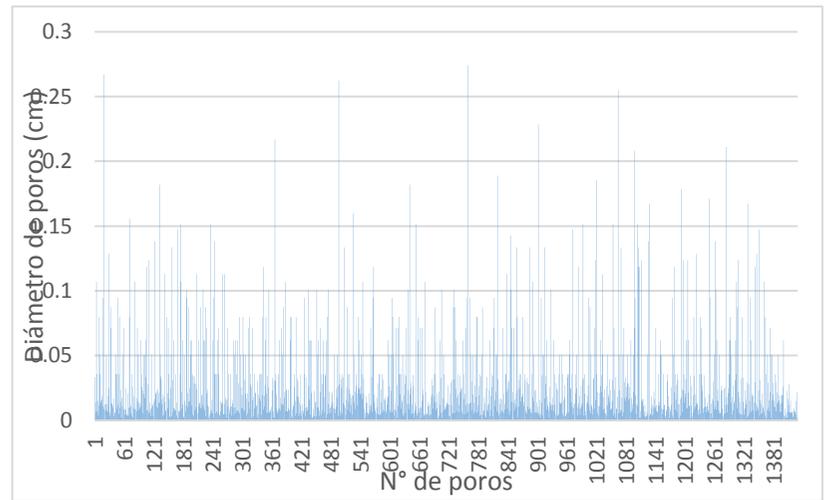
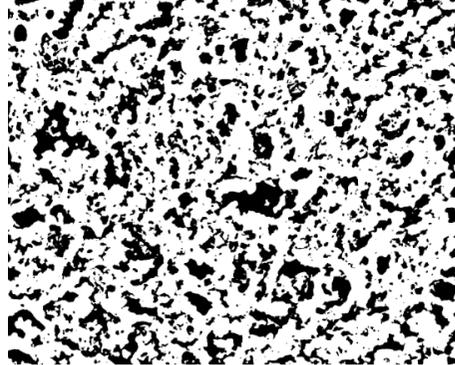
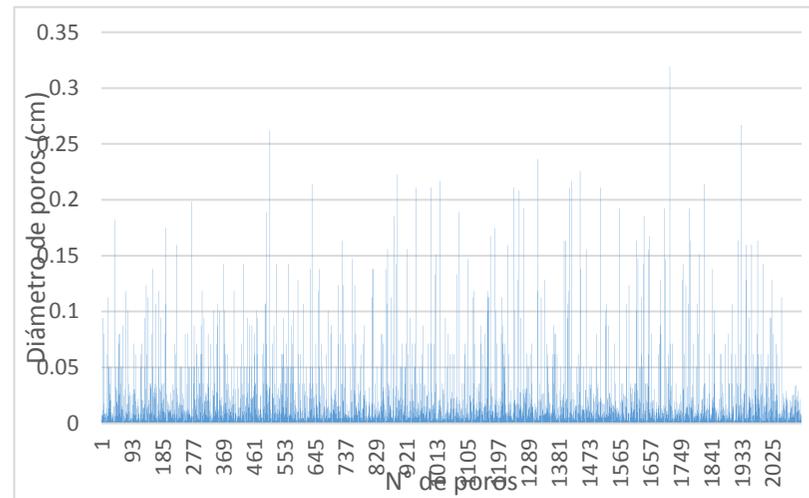
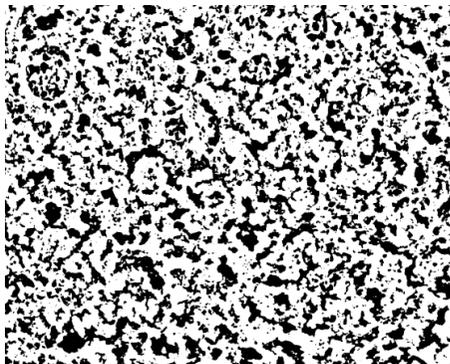


Figura 14. Variación de numero de poros: (g) en el tratamiento T7, (h) en el tratamiento T8

i)



j)

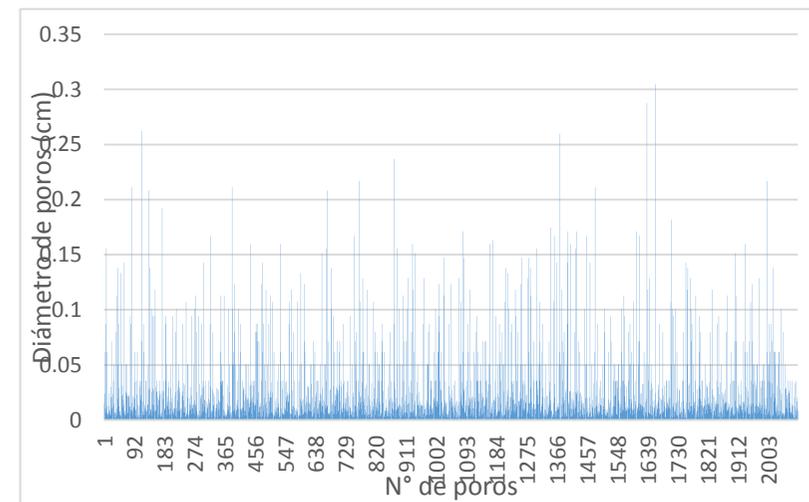
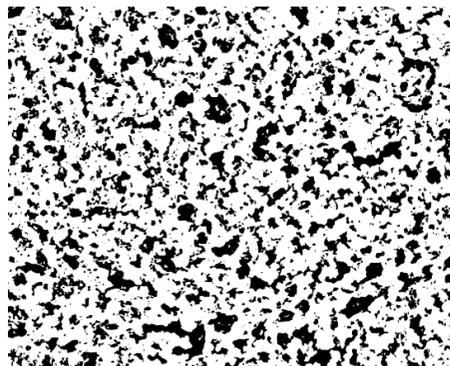


Figura 15. Variación de numero de poros: (i) en el tratamiento T9, (j) en el tratamiento T10

k)

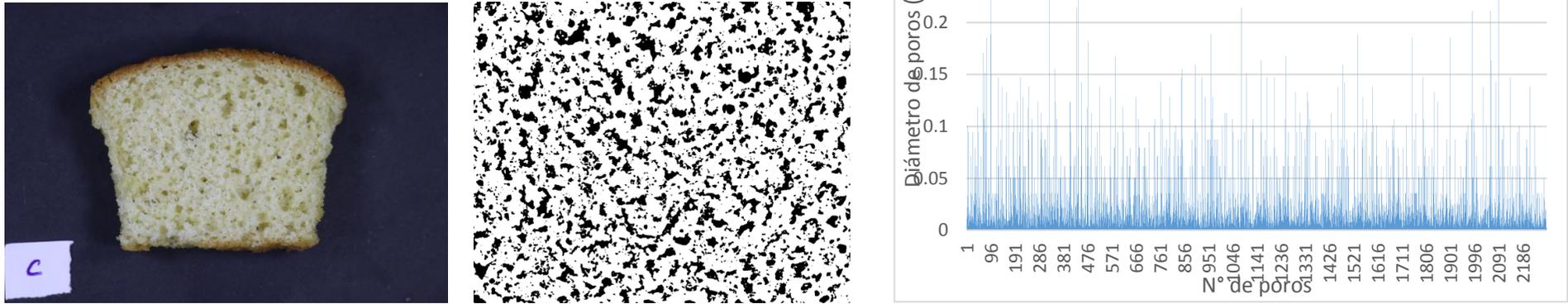


Figura 16. Variacion de numero de poros(k) en el tratamiento de Control.

2.1.1 Análisis de color

Se determinaron los resultados de color de corteza y miga interna en cada tratamiento cuantificando debido al efecto de incorporación de sustitución de harina de kiwicha y el endulzante (Tabla 13), se presentaron los resultados en los parámetros de L*, a* y b*.

2.1.1.1 Luminosidad

Los resultados en el parámetro de luminosidad (L*) de color de corteza presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), estas se observan en la Tabla 13, presentando una mayor luminosidad los tratamientos con mayor porcentaje de sustitución, esto se debe a que L* posee una tendencia al color blanco presente en la harina de kiwicha, siendo el tratamiento N° 3 ($47.25 \pm 1.73E+00$) de valor más alto en luminosidad con 20% de sustitución y 10% de endulzante, seguida de los tratamientos T4 ($47.035 \pm 1.17E+00$), T2 ($46.8 \pm 3.59E+00$) y T8 ($46.65 \pm 2.40E+00$) las cuales presentan poseen mayor poder % endulzante (CITA)

2.1.1.2 a*

Los parámetros en valor de a* para color en la corteza presentaron diferencias significativas (Tabla 13). En la figura 8 se muestra la influencia de la harina de kiwicha y el endulzante para el valor de a*, se observa que a medida que el tratamiento posee una menor cantidad de sustitución y menor endulzante el valor de a* es mucho menor debido a la coloración roja a la que representa.

La coloración de miga interna en valores de a* se presentan en la Tabla 13, donde los resultados no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Por el mismo hecho de no poseer ingredientes que puedan brindar la coloración roja reflejada en el producto, es por ello que se observan rangos de valores mínimos.

2.1.1.3 *b**

El parámetro *b** indico la medición de coordenadas amarillas, en la Tabla 13 para la coloración en la corteza se presentaron diferencias significativas, también podemos observar que a menor porcentaje de sustitución existe menor coloración amarilla esto es debido a la coloración de la harina semejante a amarillo, siendo el tratamiento T2 ($50.93 \pm 2.09E+00$) de valor alto en *b**.

Según (Badui, 2006), el color de la corteza relacionada con el endulzante se debe a las altas temperaturas que aceleran considerablemente todos los cambios que sufren tanto en condiciones ácidas como alcalinas, pero a pH neutro catalizan las reacciones de caramelización y Maillard, la cual posee cuatro etapas: condensación del azúcar reductor con el grupo amino (azúcar reductor se condensa con el grupo amino libre de un aminoácido o de una proteína); transposición de los productos de condensación; reacción de los productos de la transposición (deshidratación de los azúcares, aparecen algunos olores, se incrementa el poder reductor, se observan ligeras tonalidades amarillas, y aumenta la absorción de las radiaciones ultravioleta), polimerización y formación de sustancias coloreadas (la polimerización de un gran número de compuestos insaturados, que trae consigo la síntesis de las sustancias coloreadas llamadas melanoidinas, el color se debe a una amplia absorción del espectro visible) que en ciertos casos mejora sus propiedades sensoriales.

En la coloración de miga interna presentaron en la Tabla 13 al igual que en el color de la corteza, presenta una mayor coloración mientras más es el porcentaje de sustitución.

Tabla 13. Determinación de color de cupcakes para corteza y miga

Tratamiento	Color corteza			Color miga		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	45.195± 7.00E-01	25.55± 5.52E-01	48.53± 2.97E-01	68.455± 2.47E-01	9.17± 2.12E-01	23.015± 3.54E-02
T2	46.8± 3.59E+00	25.33± 2.47E+00	50.93± 2.09E+00	67.81± 8.49E-01	10.32± 0.00E+00	22.36± 6.22E-01
T3	47.25± 1.73E+00	23.49± 7.64E-01	47.72± 9.33E-01	67.095± 8.56E-01	9.97± 2.31E+00	23.06± 1.19E+00
T4	47.035± 1.17E+00	24.145± 4.95E-02	49.55± 1.23E+00	68.015± 8.70E-01	9.45± 1.22E+00	22.22± 5.94E-01
T5	44.39± 2.88E+00	25.225± 9.12E-01	47.05± 2.47E+00	69.72± 7.21E-01	7.43± 1.08E+00	20.67± 1.09E+00
T6	44.005± 1.31E+00	25.425± 2.33E-01	47.085± 1.05E+00	66.645± 2.90E-01	8.085± 7.78E-02	23.225± 6.36E-02
T7	43.73± 3.48E+00	26.5± 2.72E+00	48.295± 4.88E-01	70.255± 3.04E-01	9.17± 1.20E+00	21.84± 2.55E-01
T8	46.65± 2.40E+00	23.235± 1.48E-01	46.09± 3.10E+00	70.13± 4.10E-01	10.66± 1.32E+00	23.76± 9.33E-01
T9	44.18± 1.41E+00	24.66± 2.69E-01	46.03± 1.37E+00	67.55± 7.07E-02	7.27± 1.98E-01	23.505± 2.76E-01
T10	42.525± 5.59E-01	24.74± 2.26E-01	43.88± 1.44E+00	65.06± 9.33E-01	5.11± 1.05E+00	21.205± 4.45E-01
r²	2.94E-01	2.24E-01	3.49E-01	6.20E-01	6.74E-01	2.18E-01
Lack of Fit	1.80E+01	1.55E+01	3.16E+01	1.02E+01	4.01E+00	8.21E+00

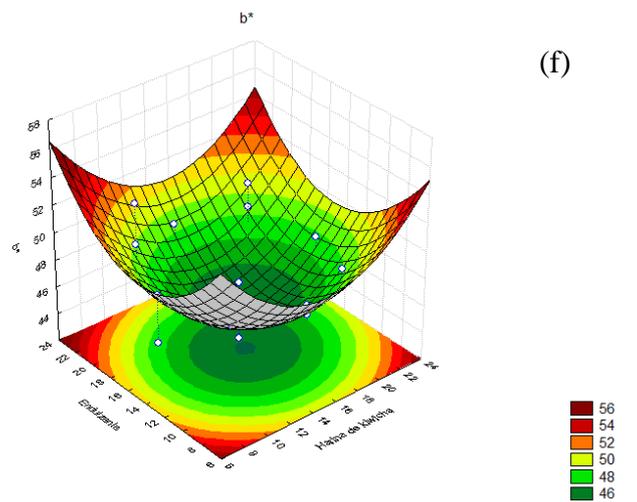
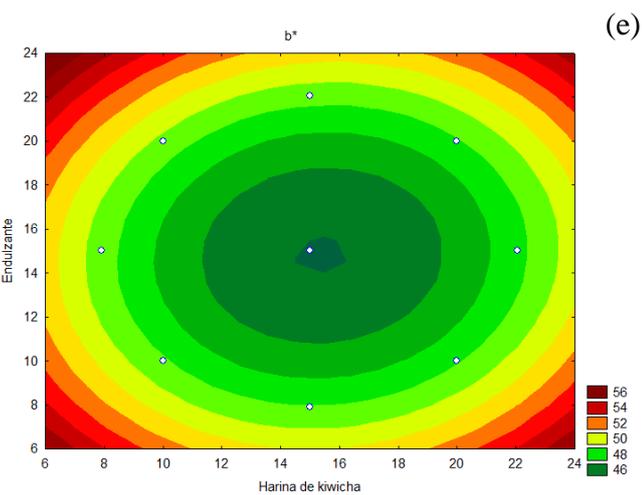
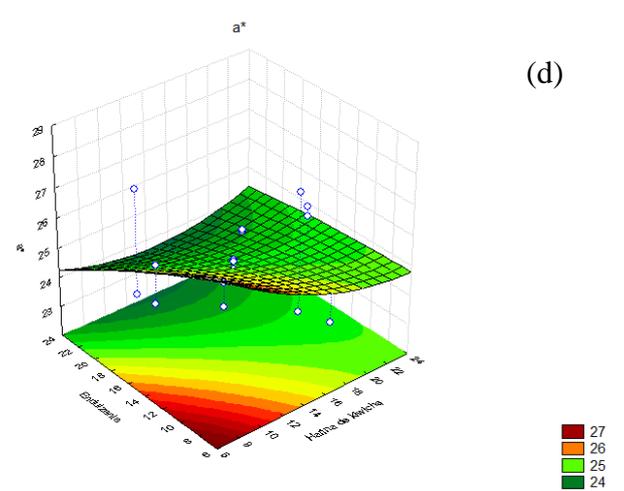
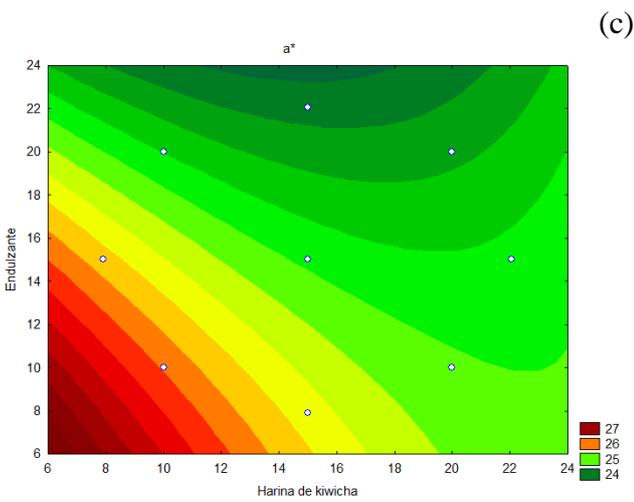
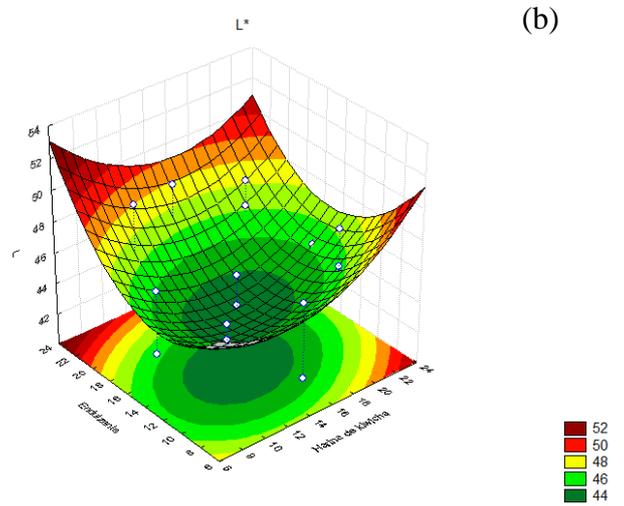
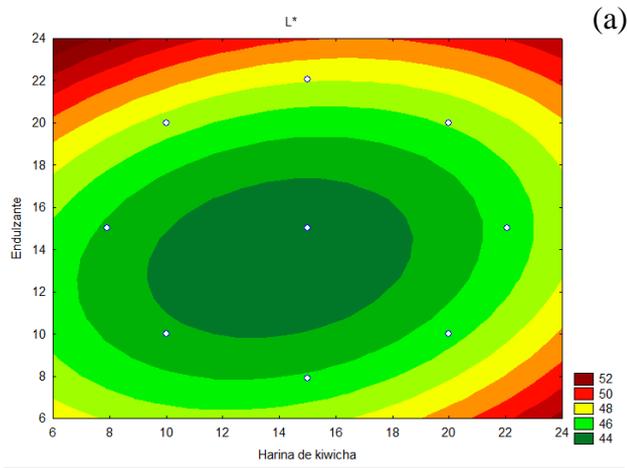


Figura 17. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de la determinación de color en la corteza del producto. (a) Diagrama de contorno para L^* . (c) Diagrama de contorno para a^* . (e) Diagrama de contorno para b^* . (b) Superficie de respuesta para L^* . (d) Superficie de respuesta para a^* . (f) Superficie de respuesta para b^* .

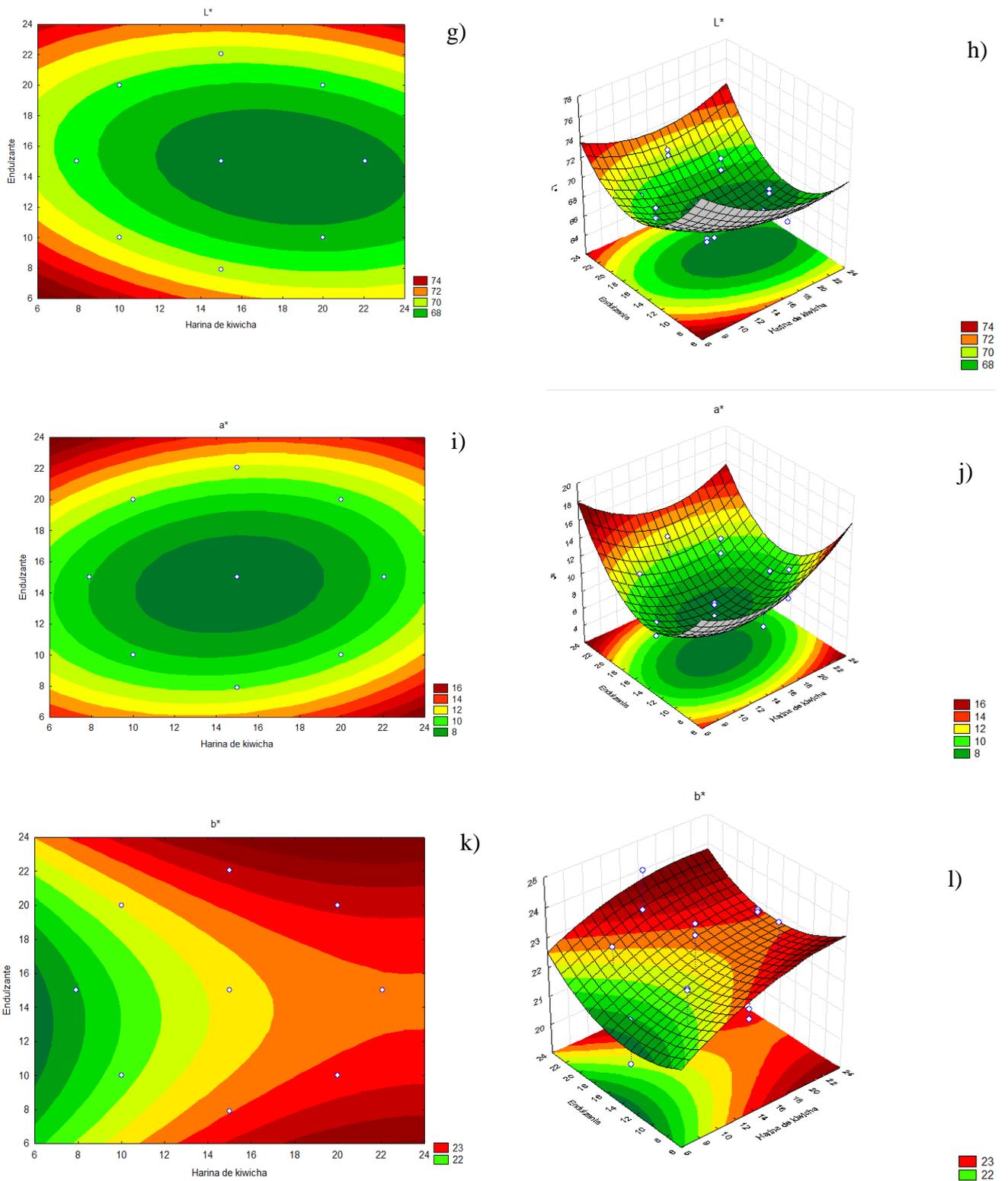


Figura 18. Superficie de respuesta y diagrama de contorno de la determinación de color en la miga del producto. (g) Diagrama de contorno para L^* . (i) Diagrama de contorno para a^* . (k) Diagrama de contorno para b^* . (h) Superficie de respuesta para L^* . (j) Superficie de respuesta para a^* . (l) Superficie de respuesta para b^* .

2.1 Evaluación sensorial para cupcakes con kiwicha

En la Figura 19, se observó el gráfico de sedimentación de las preguntas CATA, donde se mostró el valor propio para todos los tratamientos siendo los valores máximos F1 es de 0.049, F2 de 0.006, F3 de 0.004, F4 de 0.002. Sin embargo el % acumulado para F1 fue de 75.821, F2 de 85.213, F3 de 91.058, F4 de 94.399, F5 de 96.391, F6 de 97.669, F7 de 98.731, F8 de 99.413, F9 de 99.835 y F10 de 100%.

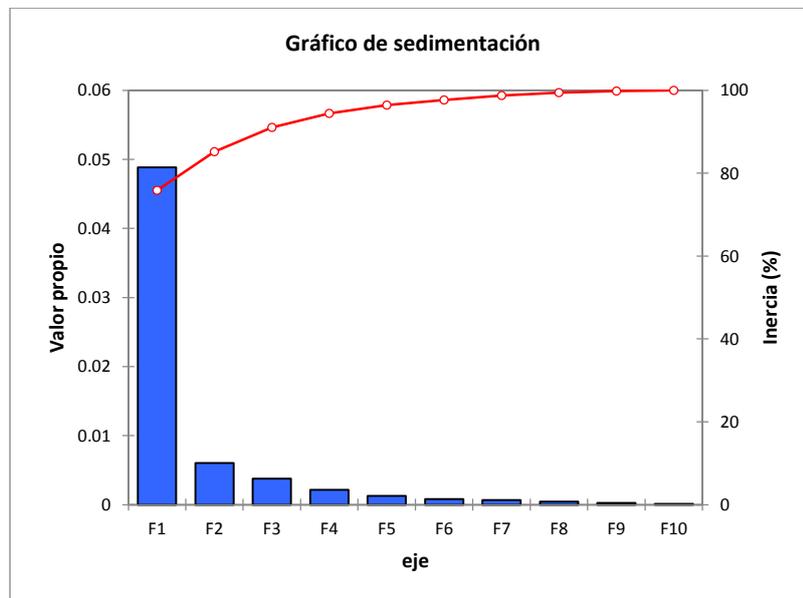


Figura 19. Gráfico de sedimentación de las preguntas CATA

En la Figura 20, se observó la formación de dos grupo, el cual está formado por todos los tratamientos debido a que los consumidores percibieron las diferencias de atributos entre los experimentos. El primer grupo de derecha a izquierda está conformado 752(T3), 316(T7), 855(T6), 351 (T10), 757(T8) y 685(T9) se caracterizaron por tener los términos mayores en

atributos arenosos, porosidad y adhesividad. Sin embargo el segundo grupo estuvo conformado por 191(2) y 144 (T1) donde se caracterizaron por los atributos duro y grasoso.

En el tercer grupo está conformado por 396 (T4) y 487 (T5) se caracterizaron por poseer los atributos de amarillo suave y dulce. Según (Bruzzone, 2014), obtuvo en las dos primeras dimensiones del Análisis de Correspondencia (AC) realizado sobre los resultado sobre las preguntas CATA lograron explicar el 92.7% de la inercia de los datos experimentales, representando el 58.1% (F1) y 34.6%.(F2), datos similares a los que se obtuvo siendo 85.21% de inercia de datos experimentales representando 75.82% (F1) y 9.39 (F2).

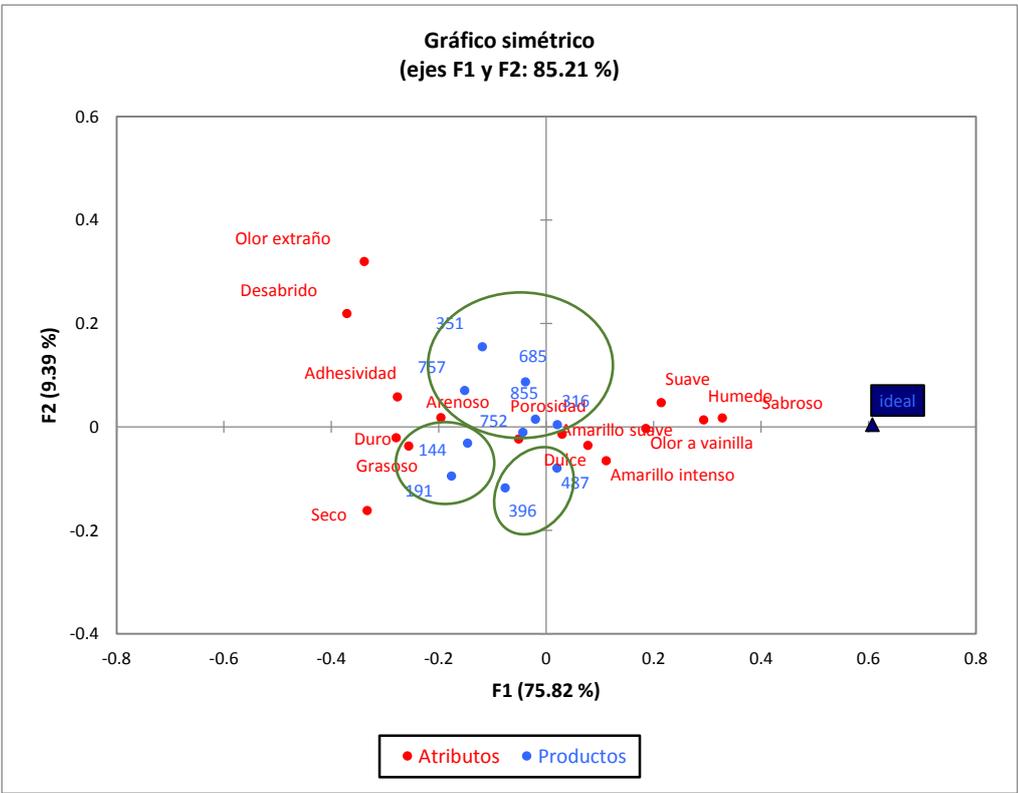


Figura 20, Análisis multivariado de correspondencia para las diferentes muestras

En la Figura 21, se obtuvo que la aceptabilidad se encuentra en la parte inferior derecha y los atributos que más se aproximan a ello es sabroso, dulce y olor a vainilla. Mientras que los demás atributos no lograron describir aceptabilidad de los cupcakes. Por medio de la Figura 13 y 14 se puede determinar que los atributos más aceptados se encuentran en la parte inferior derecha, de igual manera que en la figura de los componentes principales. A partir de ello se puede determinar que los tratamientos 487 (T5) y 396 (T4). Las cuales los consumidores la caracterizaron por el dulzor, olor a vainilla, sabroso y coloración amarillo suave.

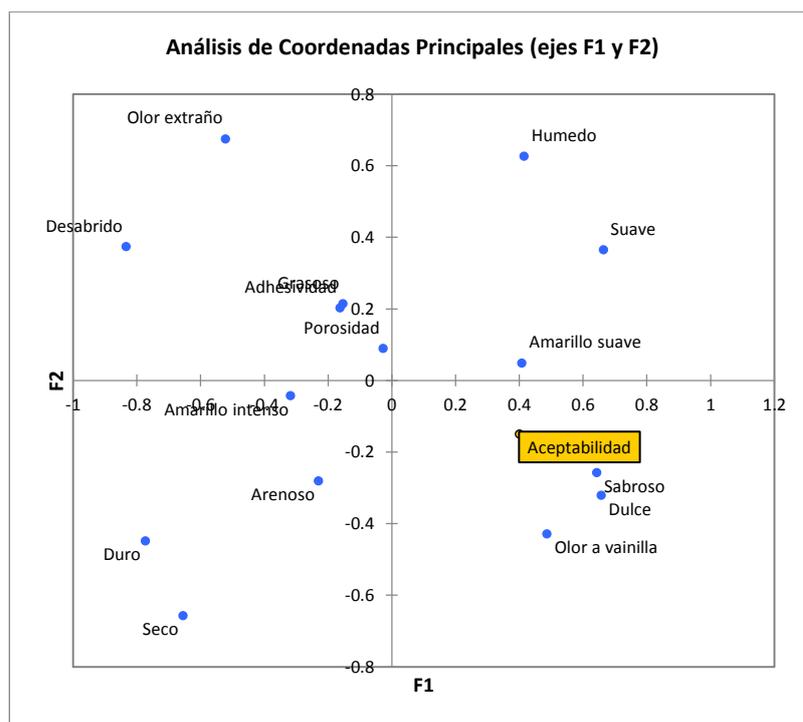


Figura 21. Representación del análisis de componentes principales.

En la Figura 22, se observa los efectos sobre la media de los atributos donde los cupcakes emerge un efecto deseable en los consumidores por los siguientes atributos:

sabroso, dulce, suave, húmedo, olor a vainilla, amarillo suave. Por otro lado en la Figura 23 se observa los efectos no deseables por parte del consumidor en los atributos de adhesividad y seco.

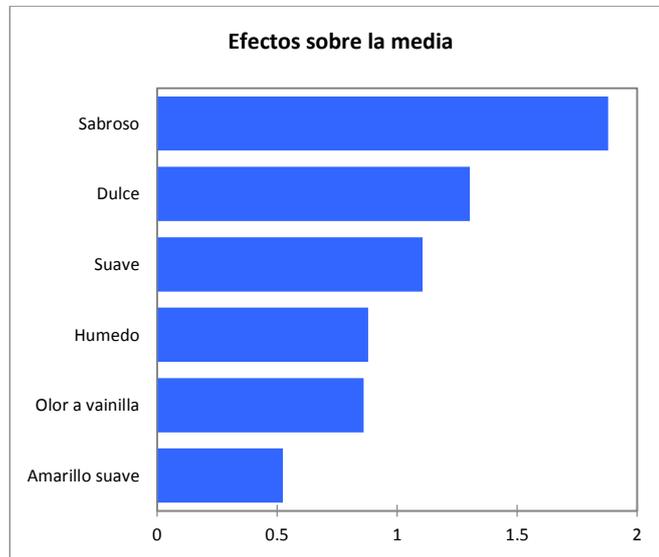


Figura 22. Efecto sobre la medida de los atributos sensoriales deseables.

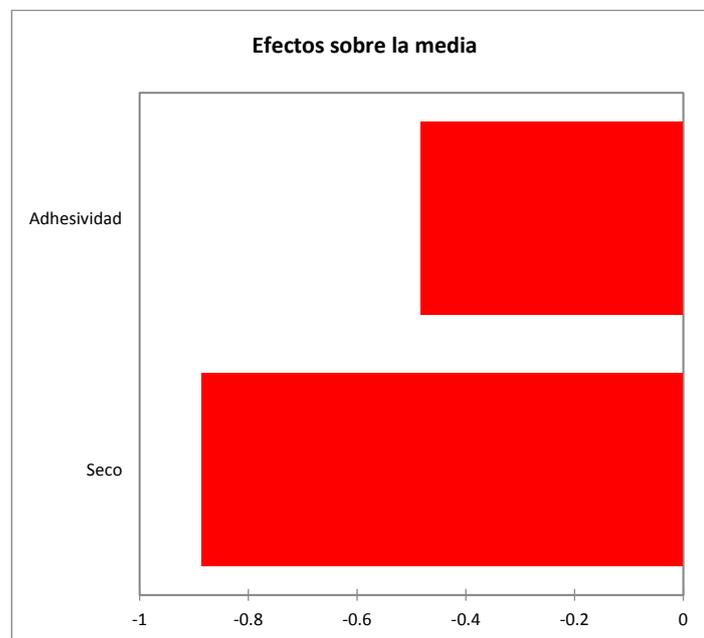


Figura 23. Efecto sobre la medida de los atributos sensoriales no deseables.

En la figura 23, sobre el efecto de la media vs el porcentaje se percibe la ratificación sobre los efectos. Los atributos de sabroso, suave, dulce, amarillo suave, olor a vainilla y húmedo efectos deseables por parte del consumidor. Por otro lado los atributos de arenoso, adhesividad, seco, duro, desabrido, olor extraño, grasoso, porosidad y amarillo intenso efectos indeseables.

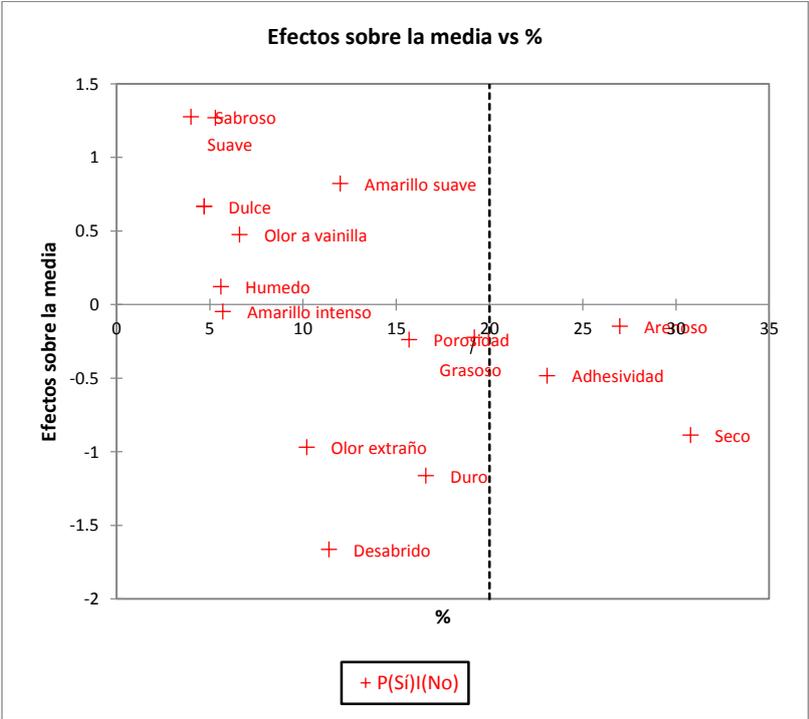


Figura 23. El efecto sobre la media vs el porcent

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

La sustitución de harina trigo por harina de kiwicha y relación de endulzante análisis físico (volumen, porosidad, color y textura), químicas (pH, °Brix, acidez, humedad, ceniza, acidez y proteína) y sensoriales. Respecto al perfil de textura se obtuvo mayor dureza en sustitución de 10 y 15% de harina de kiwicha; la resiliencia obtuvo valores de 0.09 a 0.12; con mayor fracturabilidad en 15% de sustitución; la cohesividad varía valores de 0.36 a 0.44; valor alto en gomosidad para 15% y 10% de sustitución y masticabilidad en valores de 10 y 15% de sustitución.

Por medio del análisis sensorial CATA se logró describir y evaluar los atributos de sabroso, suave, dulce, amarillo suave, olor a vainilla, húmedo, arenoso, adhesividad, seco, duro, desabrido, olor extraño, grasoso, porosidad y amarillo intenso. Además, las muestras fueron agrupadas en tres grupos: El primer grupo conformado por T3, T7, T6, T10, T8 y T9 se caracterizaron por tener los términos mayores en atributos arenosos, porosidad y adhesividad. Sin embargo el segundo grupo estuvo conformado por T2 y T1 donde se caracterizaron por los atributos duro y grasoso y el tercer grupo está conformado por T4 y T5 se caracterizaron por poseer los atributos de amarillo suave y dulce. Siendo las muestras T4 y T5 las más aceptadas.

REFERENCIAS

- Badui, D. S. (2006). *Química de los Alimentos*. Mexico: Pearson Educación.
- Beltran, F. X., & Saez, V. G. (2014). *Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinua* wild) y harina de zapallo (*Curcubita mexima*) en la elaboración de cupcakes*. Nuevo Chimbote, Peru.
- Bravo, P., & Moreno, P. (2016). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (*Bactris Gasipaes*) var. Rojo cauca*. Bogota.
- Bruzzone, F. (2014). *Aplicación de metodologías de caracterización sensorial con consumidores en el desarrollo de postres lácteos funcionales*. Montevideo, Uruguay.
- De la Cruz, Q. W. (2009). Complementación proteina de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil.
- Figura, L., & Teixeira, A. (2007). *Food Physics - Physical Properties, Measurement and applications*. New York: Springer.
- Gross, O. (2013). *El ABC de la pastelería*. España: Grupo planeta.
- Guemes, Totosaus, Hernandez, Soto, & Aquino. (2009). Propiedades de textura de masa y pan dulce tipo "concha" fortificados con proteina de suero de leche. *SciELO*.
- Guzman, C. F., & Lopeza, Q. G. (2015). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y grano entero de chia (*Salvia hispanica*) en la elaboración de cupcakes*. Nuevo Chimbote, Peru.
- Hernandez, O. I. (2017). Efecto sobre las propiedades reológicas y panificables de la enzima transglutaminasa en masas con almidón de yuca (*Manihot esculenta*).

- Lezcano, A. E. (2011). Productos batidos. 17-32.
- Linneo, C. (1753). *Species Plantarum*.
- Moreno, I., Ramirez, A., Plana, R., & Iglesias, L. (2001). *El cultivo del trigo y algunos resultados de su produccion en Cuba*. La Habana, Cuba.
- Olaya, V. L. (2016). Relacion textura-percepcion sensorial en bizcochos bajos en grasa elaborados con distintos tipos de fibra.
- Pascual, C. G., & Zapata, H. (2010). Sustitucion parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L), usando el metodo directo, esponja y masa, en la elaboracion de pan. *Scielo*.
- Perez, L. A., & Garcia, R. (2013). *Evaluacion del comportamiento reologico de dos muestras de harina de trigo (Triticum aestivum L) acondicionada con mezclas de fibras comerciales*. Duitama.
- Ramos, G. F. (2013). *Maiz, trigo y arroz*. Mexico.
- Rojas, P. W. (2016). *Optimizacion de mezclas de harinias (Chenopodium quinoa, Solanum tuberosum y Zea mays) para la elaboracion de cake libre de gluten*. Lima, Perú.
- Sahin, S., & Gulum, S. S. (2006). *Physical properties of foods*. Turkey: Springer.
- Seghezzo, M. L., & Molfese, E. R. (2006). *Calidad en trigo pan*. Buenos Aires, Argentina.
- Vargas, V. E. (2016). *Caracterizacion fisicoquimica de pan molde blanco con sustitucion parcial de Harina de Pajuro (Erythrina edulis)*. Lima, Peru.
- Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A., Barat, J., & Grau, R. (2016). Efecto de la sustitucion de harina de trigo con harina de quinoa(*Chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reologicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología*.

- 206.011, N. (1981). Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad.
- Bardon, I., Belmonte, C., Fuster, L., Marino, H., & Ripoll, R. (2010). El sector de los productos de panadería, botillería y pastelería industrial, y galletas en la comunidad de Madrid. Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor. Madrid.
- Chagman, P., & Zapata, G. (2010). Sustitución parcial de trigo *Triticum aestivum* L. por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo, esponja y masa, en la elaboración de pan.
- Collazos, C. (1975). Tabla de composición de alimentos peruanos.
- Figura, L., & Teixeira, A. (2007). Food physics-Measurement and Applications.
- Gestión. (30 de Junio de 2015). Peruanos ahora consumen 3.2 kilogramos de granos andinos al año, según Minagri. Gestión-El diario de Economía y negocios de Perú.
- Gestión. (11 de Noviembre de 2016). Perú suministra el 25% de la kiwicha que se consume en EE.UU. Gestión-El diario de Economía y Negocios de Perú.
- Gestión. (04 de Julio de 2017). Minagri impulsa duplicar el consumo de granos andinos en los próximos cinco años. Gestión-El diario de Economía y negocios de Perú.
- INIA. (2006). Kiwicha INIA 414 Taray-Variedad de grano amiláceo.
- INIA. (2015). Buenas prácticas agrícolas en la producción de kiwicha en el Cusco. Cusco.
- Martínez, M. (2015). Estudio de mejora integral en la empresa pastelera "Claudia cupcakes".
- Polo, D., & Sastre, M. (2014). Presentación y decoración de productos de repostería y pastelería.
- Rojas, W., Soto, J., Pinto, M., Jager, M., & Padulosi, S. (2010). Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Roma, Italia: Bioversity International.

Sahin, S., & Gulum, G. (2006). Physical properties of foods. Turkey.

Serna, S. S. (2009). Química, almacenamiento e industrialización de los cereales.

Vargas, H., & García, C. (2014). Plan de empresa para la creación de real cupcakes. Santiago de Cali.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de anova y coeficientes de regresión para volumen

ANOVA; Var.:Volumen; R-sqr=.78425; Adj.:.7072 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0402132 DV: Volumen					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	4.67040	1	4.670400	116.1410	0.000000
Harina de kiwicha(Q)	6.53633	1	6.536326	162.5419	0.000000
(2)Endulzante(L)	2.62661	1	2.626612	65.3172	0.000006
Endulzante(Q)	0.05786	1	0.057856	1.4387	0.255543
1L by 2L	1.36374	1	1.363737	33.9127	0.000115
Lack of Fit	4.34776	3	1.449252	36.0392	0.000006
Pure Error	0.44235	11	0.040213		
Total SS	22.20211	19			

Regr. Coefficients; Var.:Volumen; R-sqr=.78425; Adj.:.7072 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0402132 DV: Volumen						
Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	93.13579	1.139142	81.7596	0.000000	90.62856	95.64302
(1)Harina de kiwicha(L)	-1.36965	0.090730	-15.0959	0.000000	-1.56935	-1.16996
Harina de kiwicha(Q)	0.03380	0.002651	12.7492	0.000000	0.02796	0.03963
(2)Endulzante(L)	-0.07132	0.090730	-0.7861	0.448407	-0.27102	0.12837
Endulzante(Q)	-0.00318	0.002651	-1.1995	0.255543	-0.00901	0.00265
1L by 2L	0.01652	0.002836	5.8235	0.000115	0.01027	0.02276

Anexo 2. Tabla de anova y coeficientes de regresión para textura (dureza, resiliencia, fracturabilidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad)

ANOVA; Var.:Dureza; R-sqr=.537; Adj.:.44054 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=245138.4 DV: Dureza					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	96711	1	96711	0.39452	0.536707
Harina de kiwicha(Q)	2625829	1	2625829	10.71162	0.003633
(2)Endulzante(L)	5172414	1	5172414	21.09997	0.000157
Endulzante(Q)	152691	1	152691	0.62288	0.438801
1L by 2L	245388	1	245388	1.00102	0.328454
Lack of Fit	1966184	3	655395	2.67357	0.073590
Pure Error	5147907	21	245138		
Total SS	15365277	29			

Regr. Coefficients; Var.:Dureza; R-sqr=.537; Adj:.44054 (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=245138.4

DV: Dureza

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-7.7943	2296.432	-0.00339	0.997324	-4783.49	4767.897
(1)Harina de kiwicha(L)	426.2145	182.906	2.33023	0.029846	45.84	806.589
Harina de kiwicha(Q)	-17.4902	5.344	-3.27286	0.003633	-28.60	-6.377
(2)Endulzante(L)	-52.0930	182.906	-0.28481	0.778582	-432.47	328.282
Endulzante(Q)	-4.2176	5.344	-0.78922	0.438801	-15.33	6.896
1L by 2L	5.7200	5.717	1.00051	0.328454	-6.17	17.609

ANOVA; Var.:Resiliencia; R-sqr=.12185; Adj:0. (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0001659

DV: Resiliencia

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.000002	1	0.000002	0.014152	0.906437
Harina de kiwicha(Q)	0.000005	1	0.000005	0.030840	0.862280
(2)Endulzante(L)	0.000024	1	0.000024	0.147366	0.704925
Endulzante(Q)	0.000264	1	0.000264	1.588763	0.221329
1L by 2L	0.000208	1	0.000208	1.255981	0.275066
Lack of Fit	0.000861	3	0.000287	1.729440	0.191626
Pure Error	0.003483	21	0.000166		
Total SS	0.004947	29			

Regr. Coefficients; Var.:Resiliencia; R-sqr=.12185; Adj:0. (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0001659

DV: Resiliencia

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	0.040884	0.059736	0.68442	0.501197	-0.083343	0.165112
(1)Harina de kiwicha(L)	0.001705	0.004758	0.35838	0.723640	-0.008189	0.011600
Harina de kiwicha(Q)	0.000024	0.000139	0.17561	0.862280	-0.000265	0.000314
(2)Endulzante(L)	0.007555	0.004758	1.58785	0.127263	-0.002340	0.017449
Endulzante(Q)	-0.000175	0.000139	-1.26046	0.221329	-0.000464	0.000114
1L by 2L	-0.000167	0.000149	-1.12071	0.275066	-0.000476	0.000143

ANOVA; Var.:Fracturabilidad; R-sqr=.54234; Adj:.447 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=376239.3
 DV: Fracturabilidad

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	136125	1	136125	0.36180	0.553945
Harina de kiwicha(Q)	3418065	1	3418065	9.08482	0.006605
(2)Endulzante(L)	6997522	1	6997522	18.59860	0.000308
Endulzante(Q)	289602	1	289602	0.76973	0.390228
1L by 2L	594075	1	594075	1.57898	0.222706
Lack of Fit	1567828	3	522609	1.38903	0.273735
Pure Error	7901025	21	376239		
Total SS	20689829	29			

Regr. Coefficients; Var.:Fracturabilidad; R-sqr=.54234; Adj:.447 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=376239.3
 DV: Fracturabilidad

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	57.6655	2844.984	0.02027	0.984020	-5858.80	5974.134
(1)Harina de kiwicha(L)	450.0928	226.598	1.98631	0.060205	-21.14	921.328
Harina de kiwicha(Q)	-19.9550	6.621	-3.01410	0.006605	-33.72	-6.187
(2)Endulzante(L)	-67.2088	226.598	-0.29660	0.769686	-538.44	404.027
Endulzante(Q)	-5.8085	6.621	-0.87734	0.390228	-19.58	7.960
1L by 2L	8.9000	7.083	1.25658	0.222706	-5.83	23.629

ANOVA; Var.:Cohesividad; R-sqr=.18285; Adj:.01261 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.001527
 DV: Cohesividad

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.000265	1	0.000265	0.173771	0.681012
Harina de kiwicha(Q)	0.000062	1	0.000062	0.040400	0.842634
(2)Endulzante(L)	0.001493	1	0.001493	0.977533	0.334064
Endulzante(Q)	0.002927	1	0.002927	1.917172	0.180705
1L by 2L	0.003675	1	0.003675	2.406705	0.135757
Lack of Fit	0.006557	3	0.002186	1.431456	0.261785
Pure Error	0.032067	21	0.001527		
Total SS	0.047267	29			

Regr. Coefficients; Var.:Cohesividad; R-sqr=.18285; Adj.:01261 (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.001527

DV: Cohesividad

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	0.122422	0.181245	0.67545	0.506760	-0.254497	0.499341
(1)Harina de kiwicha(L)	0.013708	0.014436	0.94959	0.353121	-0.016313	0.043729
Harina de kiwicha(Q)	-0.000085	0.000422	-0.20100	0.842634	-0.000962	0.000792
(2)Endulzante(L)	0.026443	0.014436	1.83177	0.081209	-0.003578	0.056464
Endulzante(Q)	-0.000584	0.000422	-1.38462	0.180705	-0.001461	0.000293
1L by 2L	-0.000700	0.000451	-1.55136	0.135757	-0.001638	0.000238

ANOVA; Var.:Gomosidad; R-sqr=.52864; Adj.:43044 (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=41127.49

DV: Gomosidad

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	10285	1	10284.5	0.25006	0.622230
Harina de kiwicha(Q)	438668	1	438668.4	10.66606	0.003692
(2)Endulzante(L)	857269	1	857269.4	20.84419	0.000168
Endulzante(Q)	61232	1	61232.3	1.48884	0.235922
1L by 2L	11285	1	11285.3	0.27440	0.605881
Lack of Fit	311940	3	103980.0	2.52824	0.084952
Pure Error	863677	21	41127.5		
Total SS	2494097	29			

Regr. Coefficients; Var.:Gomosidad; R-sqr=.52864; Adj.:43044 (Spreadsheet1)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=41127.49

DV: Gomosidad

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-472.172	940.6194	-0.50198	0.620904	-2428.30	1483.953
(1)Harina de kiwicha(L)	191.924	74.9186	2.56176	0.018172	36.12	347.725
Harina de kiwicha(Q)	-7.149	2.1889	-3.26589	0.003692	-11.70	-2.597
(2)Endulzante(L)	23.937	74.9186	0.31951	0.752496	-131.86	179.739
Endulzante(Q)	-2.671	2.1889	-1.22018	0.235922	-7.22	1.881
1L by 2L	1.227	2.3417	0.52383	0.605881	-3.64	6.097

ANOVA; Var.:Masticabilidad; R-sqr=.42598; Adj.:.30639 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0064706
 DV: Masticabilidad

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.001729	1	0.001729	0.26722	0.610606
Harina de kiwicha(Q)	0.022450	1	0.022450	3.46945	0.076562
(2)Endulzante(L)	0.088280	1	0.088280	13.64311	0.001348
Endulzante(Q)	0.002275	1	0.002275	0.35164	0.559516
1L by 2L	0.001633	1	0.001633	0.25242	0.620602
Lack of Fit	0.038636	3	0.012879	1.99033	0.146301
Pure Error	0.135883	21	0.006471		
Total SS	0.304030	29			

Regr. Coefficients; Var.:Masticabilidad; R-sqr=.42598; Adj.:.30639 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0064706
 DV: Masticabilidad

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	0.219370	0.373097	0.58797	0.562822	-0.556527	0.995267
(1)Harina de kiwicha(L)	0.039819	0.029716	1.33997	0.194575	-0.021980	0.101618
Harina de kiwicha(Q)	-0.001617	0.000868	-1.86265	0.076562	-0.003423	0.000188
(2)Endulzante(L)	-0.034572	0.029716	-1.16340	0.257715	-0.096371	0.027226
Endulzante(Q)	0.000515	0.000868	0.59300	0.559516	-0.001291	0.002320
1L by 2L	0.000467	0.000929	0.50242	0.620602	-0.001465	0.002398

Anexo 3. Tabla de anova y coeficientes de regresión para pH

ANOVA; Var.:pH; R-sqr=.41887; Adj.:.2978 (Spreadsheet7)
 2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.005327
 DV: pH

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.029967	1	0.029967	5.625490	0.027337
Harina de kiwicha(Q)	0.043245	1	0.043245	8.118114	0.009606
(2)Endulzante(L)	0.005892	1	0.005892	1.105999	0.304905
Endulzante(Q)	0.002267	1	0.002267	0.425643	0.521213
1L by 2L	0.020833	1	0.020833	3.910906	0.061246
Lack of Fit	0.029898	3	0.009966	1.870869	0.165471
Pure Error	0.111867	21	0.005327		
Total SS	0.243947	29			

Regr. Coefficients; Var.:pH; R-sqr=.41887; Adj.:2978 (Spreadsheet7)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.005327

DV: pH

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	7.087910	0.338523	20.93773	0.000000	6.383913	7.791908
(1)Harina de kiwicha(L)	0.099402	0.026963	3.68664	0.001371	0.043330	0.155474
Harina de kiwicha(Q)	-0.002245	0.000788	-2.84923	0.009606	-0.003883	-0.000606
(2)Endulzante(L)	0.043551	0.026963	1.61524	0.121183	-0.012521	0.099623
Endulzante(Q)	-0.000514	0.000788	-0.65241	0.521213	-0.002152	0.001124
1L by 2L	-0.001667	0.000843	-1.97760	0.061246	-0.003419	0.000086

Anexo 4. Tabla de anova y coeficientes de regresión para Brix

ANOVA; Var.:Brix; R-sqr=.13297; Adj:0. (Spreadsheet7)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=1.180079

DV: Brix

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	2.04077	1	2.040766	1.729346	0.202674
Harina de kiwicha(Q)	1.98486	1	1.984855	1.681968	0.208732
(2)Endulzante(L)	0.01181	1	0.011812	0.010010	0.921255
Endulzante(Q)	0.01786	1	0.017865	0.015139	0.903246
1L by 2L	0.48000	1	0.480000	0.406752	0.530516
Lack of Fit	9.07306	3	3.024355	2.562840	0.082086
Pure Error	24.78167	21	1.180079		
Total SS	39.04700	29			

Regr. Coefficients; Var.:Brix; R-sqr=.13297; Adj:0. (Spreadsheet7)

2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=1.180079

DV: Brix

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	5.080609	5.038525	1.00835	0.324763	-5.39758	15.55880
(1)Harina de kiwicha(L)	0.394497	0.401309	0.98302	0.336786	-0.44007	1.22906
Harina de kiwicha(Q)	-0.015206	0.011725	-1.29691	0.208732	-0.03959	0.00918
(2)Endulzante(L)	-0.167716	0.401309	-0.41792	0.680247	-1.00228	0.66685
Endulzante(Q)	0.001443	0.011725	0.12304	0.903246	-0.02294	0.02583
1L by 2L	0.008000	0.012544	0.63777	0.530516	-0.01809	0.03409

Anexo 5. Tabla de anova y coeficientes de regresión para acidez

ANOVA; Var.:Acidez; R-sqr=.68913; Adj.:5781 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0001818
DV: Acidez

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.038519	1	0.038519	211.8555	0.000000
Harina de kiwicha(Q)	0.031436	1	0.031436	172.8960	0.000000
(2)Endulzante(L)	0.001148	1	0.001148	6.3125	0.028859
Endulzante(Q)	0.026344	1	0.026344	144.8920	0.000000
1L by 2L	0.020000	1	0.020000	110.0000	0.000000
Lack of Fit	0.043263	3	0.014421	79.3157	0.000000
Pure Error	0.002000	11	0.000182		
Total SS	0.145600	19			

Regr. Coefficients; Var.:Acidez; R-sqr=.68913; Adj.:5781 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0001818
DV: Acidez

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-0.262822	0.076597	-3.4312	0.005611	-0.431411	-0.094233
(1)Harina de kiwicha(L)	0.050124	0.006101	8.2160	0.000005	0.036696	0.063552
Harina de kiwicha(Q)	-0.002344	0.000178	-13.1490	0.000000	-0.002736	-0.001951
(2)Endulzante(L)	0.036061	0.006101	5.9109	0.000101	0.022634	0.049489
Endulzante(Q)	-0.002146	0.000178	-12.0371	0.000000	-0.002538	-0.001753
1L by 2L	0.002000	0.000191	10.4881	0.000000	0.001580	0.002420

Anexo 6. Tabla de anova y coeficientes de regresión para proteína

ANOVA; Var.:Proteina; R-sqr=.77454; Adj.:72757 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0253301
DV: Proteina

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	10.09623	1	10.09623	398.5863	0.000000
Harina de kiwicha(Q)	0.05781	1	0.05781	2.2823	0.145762
(2)Endulzante(L)	0.56331	1	0.56331	22.2386	0.000118
Endulzante(Q)	0.00653	1	0.00653	0.2580	0.616823
1L by 2L	0.05587	1	0.05587	2.2055	0.152372
Lack of Fit	2.61540	3	0.87180	34.4176	0.000000
Pure Error	0.53193	21	0.02533		
Total SS	13.95960	29			

Regr. Coefficients; Var.:Proteina; R-sqr=.77454; Adj:.72757 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0253301
DV: Proteina

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	1.385300	0.738187	1.87663	0.074536	-0.149844	2.920443
(1)Harina de kiwicha(L)	0.092767	0.058795	1.57781	0.129556	-0.029504	0.215039
Harina de kiwicha(Q)	0.002595	0.001718	1.51072	0.145762	-0.000977	0.006168
(2)Endulzante(L)	0.097745	0.058795	1.66247	0.111274	-0.024526	0.220016
Endulzante(Q)	-0.000872	0.001718	-0.50789	0.616823	-0.004445	0.002700
1L by 2L	-0.002729	0.001838	-1.48511	0.152372	-0.006551	0.001093

Anexo 7. Tabla de anova y coeficientes de regresión para ceniza

ANOVA; Var.:Ceniza; R-sqr=.45591; Adj:.34256 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0091088
DV: Ceniza

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	0.134258	1	0.134258	14.73927	0.000954
Harina de kiwicha(Q)	0.054080	1	0.054080	5.93709	0.023813
(2)Endulzante(L)	0.009152	1	0.009152	1.00477	0.327571
Endulzante(Q)	0.014351	1	0.014351	1.57549	0.223200
1L by 2L	0.000225	1	0.000225	0.02467	0.876691
Lack of Fit	0.115494	3	0.038498	4.22643	0.017397
Pure Error	0.191286	21	0.009109		
Total SS	0.563844	29			

Regr. Coefficients; Var.:Ceniza; R-sqr=.45591; Adj:.34256 (Spreadsheet1)
2 factors, 1 Blocks, 30 Runs; MS Pure Error=.0091088
DV: Ceniza

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	P	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	1.286775	0.442669	2.90685	0.008433	0.366193	2.207356
(1)Harina de kiwicha(L)	0.087659	0.035258	2.48624	0.021405	0.014337	0.160982
Harina de kiwicha(Q)	-0.002510	0.001030	-2.43662	0.023813	-0.004652	-0.000368
(2)Endulzante(L)	-0.037482	0.035258	-1.06309	0.299813	-0.110805	0.035840
Endulzante(Q)	0.001293	0.001030	1.25519	0.223200	-0.000849	0.003435
1L by 2L	0.000173	0.001102	0.15707	0.876691	-0.002119	0.002465

Anexo 8. Tabla de anova y coeficientes de regresión para humedad

ANOVA; Var.:Humedad; R-sqr=.45256; Adj.:25704 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.7989833
 DV: Humedad

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Harina de kiwicha(L)	5.16709	1	5.167094	6.467086	0.027331
Harina de kiwicha(Q)	0.81737	1	0.817371	1.023014	0.333536
(2)Endulzante(L)	1.13832	1	1.138321	1.424711	0.257736
Endulzante(Q)	1.60290	1	1.602900	2.006174	0.184350
1L by 2L	0.35495	1	0.354947	0.444248	0.518814
Lack of Fit	1.40190	3	0.467300	0.584868	0.637295
Pure Error	8.78882	11	0.798983		
Total SS	18.61506	19			

Regr. Coefficients; Var.:Humedad; R-sqr=.45256; Adj.:25704 (Spreadsheet1)
 2 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.7989833
 DV: Humedad

Factor	Regressn Coeff.	Std. Err. Pure err	t(11)	p	-95% Cnf.Limt	+95% Cnf.Limt
Mean/Interc.	7.143367	5.077645	1.40683	0.187099	-4.03245	18.31919
(1)Harina de kiwicha(L)	0.598548	0.404425	1.48000	0.166935	-0.29158	1.48868
Harina de kiwicha(Q)	-0.011951	0.011816	-1.01144	0.333536	-0.03796	0.01406
(2)Endulzante(L)	0.575142	0.404425	1.42212	0.182721	-0.31499	1.46528
Endulzante(Q)	-0.016736	0.011816	-1.41639	0.184350	-0.04274	0.00927
1L by 2L	-0.008426	0.012641	-0.66652	0.518814	-0.03625	0.01940

Anexo 9. Ficha Técnica de Harina de trigo

Cogorno _{S.A.}	FICHA TÉCNICA: HARINA ESPECIAL PASTELERA	Código : SIG-MC-AC-FT-001 Revisión : 01 Fecha : 06/07/2016
--------------------------------	---	--

- 1. PRODUCTO:** HARINA ESPECIAL PASTELERA
2. PRESENTACIÓN: SACO DE PAPEL
3. PESO NETO: 50 Kg
4. CODIFICACIÓN: LOTE - N° TICKET
5. ESPECIFICACIONES / CARACTERÍSTICAS:

5.1 Características Fisicoquímicas:

ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad (%)	Máx. 15.0	Método AACC 44-15A
Protelina (%) (N x 5.7)	Mín. 10.0	Método AACC 46-12
Ceniza (%)	Máx. 0.60	Método AACC 08-01
Color (KJ)	-2.0 a -4.5	Procedimiento Kent Jones
Falling Number (segundos)	300 - 480	Método AACC 56-81B
Acidez (%)	Máx. 0.10	NTP 205.039
Gluten seco (%)	Mín. 9.0	Método ICC 137
Gluten Húmedo (%)	Mín. 28.0	Método ICC 137
Índice de Gluten (%)	Mín. 75.0	Método ICC 137

5.2 Características Reológicas

ALVEOGRAMA	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO
P: Tenacidad (mm H ₂ O)	90 - 130	Método AACC 54-30.02
L: Extensibilidad (mm H ₂ O)	70 - 120	
W: Fuerza Panadera (Jx10 ⁴)	230 - 430	
P/L	0.75 - 1.86	

5.3 Características Sensoriales

Aspecto	Polvo fino, fluido, homogéneo y libre de materias extrañas.
Color	Blanco cremoso.
Olor	Característico a harina de trigo, libre de olores extraños.
Sabor	Característico a harina de trigo, suave, no rancio ni ácido. Libre de sabores extraños.

5.4 Especificaciones Microbiológicas

ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN (*)	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento de Mohos	<10000 UFC/g	Método AOAC 17.2.09
Recuento de <i>E. coli</i>	< 10 UFC/g	Método AOAC 17.3.04
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia en 25 g	Método AOAC 2001.06

(*) Basada en la Norma Peruana RM 591-2008/MINSA, Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Elaborado por: Jefe de Aseguramiento de Calidad	Revisado por: Jefe de Planta	Aprobado por: Gerente General
--	---------------------------------	----------------------------------

Cogorno _{S.A.}	FICHA TÉCNICA: HARINA ESPECIAL PASTELERA	Código: DOMC-AC-FT-001 Revisión: 01 Fecha: 06/07/2016
--------------------------------	---	---

5.5 Otras Características

- No contiene materia extraña, libre de infestación.
- Datos comparables solo con los métodos indicados.
- Producto no contiene bromato de potasio.
- Harina fortificada con micronutrientes (Hierro 55 mg/Kg, Niacina 48 mg/Kg, Acido Fólico 1.2 mg/Kg, Vitamina B₁ 5 mg/Kg, Vitamina B₂ 4 mg/Kg), según lo dispuesto en D.S. 012-2006-SA.
- Producto contiene Gluten.
- Contenido de Aflatoxina Totales: Máx. 4 ppb, Vomitoxina: Máx. 0.75 ppm. Según los lineamientos de la CE N°1881/2006.
- Contenido de Metales pesados: Plomo Máx. 0.20 ppm, Cadmio Máx. 0.20 ppm. Según los lineamientos de la CE N°1881/2006.
- Rotulado: el lote del producto es la fecha de producción y vencimiento del mismo, el cual presenta la siguiente estructura:

PROD. 06 JUL. 2016 13:00 PC
VENC. 06 ENE. 2017

Leyenda:

PROD.: Fecha de Producción
 VENC.: Fecha de Vencimiento
 06: Indica el día
 JUL/ENE.: Indica el mes (Solo se considera las 3 primeras letras, en idioma español).
 2016/2017: Indica el año
 13:00: Hora
 PC: Lugar de fabricación (Planta Callao)

- Conservar el producto en un ambiente limpio, seco, cubierto y ventilado. Libre de contaminación y olores fuertes.
- Transporte: en camiones o contenedores limpios, cubiertos y libre de material extraño y/o contaminante.
- Tiempo de vida: 06 meses después de la fecha de producción.

6. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha de cambio	Versión	Descripción de cambio
23/04/2016	00	Creación del documento
06/07/2016	01	Modificación en el rotulado y en el código.

Anexo 10. Ficha Técnica de Azúcar



FICHA TECNICA

AZUCAR BLANCA CARTAVIO



Azúcar blanca elaborado con 100% jugo de caña de azúcar de los campos norteños del Perú. Azúcar blanca embolsada Cartavio, calidad garantizada libre de contaminación y con el peso comprobado.

Presentación:

Bolsa de 5 kg, 2 kg, 1 kg, 500 g y 250 g.

INGREDIENTES PRINCIPALES	Caña	
INGREDIENTES SECUNDARIOS	No aplica	
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Apariencia	Granulada
	Color	Blanco
	Olor	Incolora
	Sabor	Dulce
	Ph	No
	Textura	Dura granulada
ESTADO DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Líquido	
	Sólido	Granulada
	Gaseoso	
EMPAQUES Y PRESENTACIONES	Bolsa de polietileno	
CANTIDAD	Bolsa de 5 kg, 2 kg, 1 kg, 500 g y 250 g.	
INSTRUCCIONES EN LA ETIQUETA	Consérvese en un lugar fresco y seco	
NÚMERO DE REGISTRO SANITARIO (SI APLICA)	No aplica	
VIDA UTIL ESPERADA	12	Meses
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	Ambiente	25-30°C
	Refrigeración	
	Congelación	
NORMATIVIDAD QUE RIGE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	NTC 611	
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO	Conservar en un lugar fresco y evitar la humedad	

Anexo 11. Ficha Técnica de Polvo de Hornear

Polvos de Hornear



SELLOS



DESCRIPCION

Royal ha creado para ti la mejor opción para preparar todos tus platos: El Polvo para hornear de 30 g. Realiza todas tus recetas favoritas desde cero e incluye ingredientes diferentes. ¡Sé creativo y disfruta del sabor casero! Úsala para hacer panes, tortas o pizzas, todo lo que quieras a tu alcance.

TABLA NUTRICIONAL

	100G	1 PORCIÓN
Energía (kcal)	116 kcal	2.3 kcal
Proteínas (g)	0.1 g	0 g
Grasas Totales (g)	0 g	0 g
Hidratos de Carbono Disp. (g)	29 g	0.6 g
Azúcares Totales (g)	0 g	0 g
Sodio (mg)	8091 mg	162 mg

FICHA TÉCNICA

Tipo de Producto	Polvo para hornear
Marca	Royal
Denominación Variedad	
Contenido Neto	30g
Unidades Por Paquete	1
País de Origen	

Ingredientes: Almidón de maíz, fosfato monocálcico, bicarbonato de sodio, carbonato de calcio