

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



Una Institución Adventista

“Elaboración de cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y sustitución de grasa por gomas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chía (*Salvia hispánica*)”

Por:

Fredy Arturo Chambi Rodríguez

Asesor:

Ing. Alex Danny Chambi Rodríguez

Juliaca, julio de 2019

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DE INFORME DE TESIS

Ing. Alex Danny Chambi Rodriguez, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “ELABORACIÓN DE CUP – CAKES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA), KIWICHA (AMARANTHUS CAUDATUS), CAÑIHUA (CHENOPODIUM PALLIDICAULE) Y SUSTITUCIÓN DE GRASA POR GOMAS DE LINAZA (LINUM USITATISSIMUM) Y CHÍA (SALVIA HISPÁNICA)”, constituye la memoria que presenta el bachiller Fredy Arturo Chambi Rodriguez para aspirar al título profesional de Ingeniero de Alimentos ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca cinco días del mes de noviembre del año dos mil diecinueve.



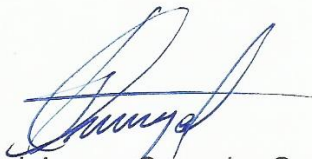
Ing. Alex Danny Chambi Rodriguez

Elaboración de cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y sustitución de grasa por gomas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chía (*Salvia hispánica*)

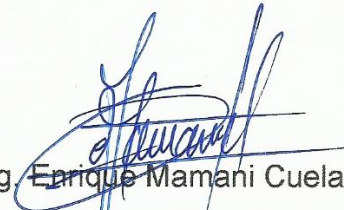
TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos

JURADO CALIFICADOR



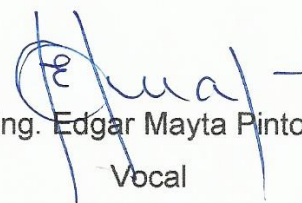
Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe
Presidente



Ing. Enrique Mamani Cuela
Secretario



MSC. Carmen Rosa Apaza Humerez
Vocal



Ing. Edgar Mayta Pinto
Vocal



Ing. Alex Danhy Chambi Rodriguez

Asesor

Juliaca, 25 de julio de 2019

DEDICATORIA

Con mucho cariño, dedico este trabajo:

A Mis padres, Narciso y Gudelia, y hermanos, por ser mi apoyo y soporte incondicional.

A mi esposa, Ruhama e hijo, Nathanael por ser mi motor y motivo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis es resultado del esfuerzo no solo del autor, sino también de distintas personas que de manera directa e indirectamente participaron ya sea opinando, corrigiendo, teniendo paciencia, dando ánimo, o acompañando en los momentos de crisis y de felicidad. Por ello, es un placer utilizar este espacio para expresar mis agradecimientos.

Agradecemos a Dios por guiarme paso a paso a lo largo de esta investigación. Al Ing. Alex Chambi Rodríguez, por su asesoría y oportunos consejos para la culminación de esta tesis. Así mismo, a la plana docente de la Universidad Peruana Unión, por sus consejos y apoyo mi carrera universitaria y ahora al culminar el mismo.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I. El Problema	14
1.1. Problema.....	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos.	14
1.3. Justificación	14
Capítulo II. Marco Teórico.....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.1.1. Antecedentes Internacionales	16
2.1.2. Antecedentes nacionales	16
2.2. Aspectos Generales de los Granos Andinos	16
2.2.1. Origen de la quinua, cañihua y Kiwicha	16
2.2.2. Importancia de los Granos andinos.....	17
2.2.3. Usos de los granos andinos en la alimentación.....	18
2.3. Generalidades de las gomas.....	19
2.3.1. Definición.....	19
2.3.2. Hidrocoloides	19
2.3.3. Chía	23
2.3.4. Linaza	25
2.4. Generalidades de los Cup – cakes	27
2.4.1. Definición del producto.....	27
2.4.2. Características de calidad de los Cup – cakes.....	28
2.4.3. Ingredientes	28
2.4.3.1. <i>Harina</i>	28
2.4.3.2. <i>Azúcar</i>	29
2.4.3.3. <i>Margarina</i>	29
2.4.3.4. <i>Huevos</i>	29
2.4.3.5. <i>Leche</i>	30
2.4.3.6. <i>Leudante</i>	30
2.4.4. Proceso de industrialización.....	30
2.4.4.1. Microbiológico.	33
Capítulo III. Metodología	34
3.1. Lugar de Investigación	34
3.2. Materias Primas	34
3.3. Materiales y Equipos.....	34

3.4. Reactivos.....	34
3.5. Metodología.....	34
3.5.1. Elaboración de lo cup cakes.....	34
3.5.1.1. Pesado.....	35
3.5.1.2. Cremado.....	36
3.5.1.3. Mezclado 1.....	36
3.5.1.4. Mezclado 2.....	36
3.5.1.5. Mezclado 3.....	36
3.5.1.6. Moldeado.....	36
3.5.1.7. Horneado.....	36
3.5.1.8. Enfriado.....	36
3.5.2. Selección del grano andino para el cup cake.....	36
3.5.2.1. Diseño experimental.....	36
3.5.2.2. Evaluación sensorial de comparación múltiple.....	37
3.5.3 Selección de porcentaje de sustitución de grasa por Goma de Chía y Linaza.....	37
3.5.3.1. Materia prima.....	38
3.5.3.2. Pesado.....	38
3.5.3.3. Inmersión.....	39
3.5.3.4. Filtrado.....	39
3.5.3.5. Precipitado.....	39
3.5.3.6. Decantación.....	39
3.5.3.7. Secado.....	39
3.5.3.8. Molienda.....	39
3.5.3.9. Tamizado.....	39
3.5.4. Diseño de Bloques Completamente al Azar.....	39
3.5.5. análisis fisicoquímico.....	40
3.5.6. Análisis sensorial por preferencia.....	40
IV. Resultados y Discusiones.....	41
4.1. Selección del grano andino.....	41
4.1.1. Análisis Proximal.....	41
4.1.2. Análisis de Proteínas.....	42
4.1.3. Análisis de fibra.....	43
4.1.4. Análisis de grasa.....	44
4.1.5. Análisis de cenizas.....	45
4.1.6. Análisis de humedad.....	47
4.1.7. Análisis de carbohidratos.....	48

4.1.8. Análisis sensorial	49
4.2. Selección de porcentaje de sustitución de grasa por Goma de Chía y Linaza.	50
4.2.1. Análisis Físico	50
4.2.2. Prueba de Normalidad	52
4.2.2. Homogeneidad de varianzas.....	53
4.2.3. Análisis proximal	53
4.3. Análisis de preferencia.....	54
V. Conclusiones.....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal de los granos andinos en comparación al trigo (g/100g) .	18
Tabla 2. Alimentos tradicionales y no tradicionales de la quinua y cañihua	18
Tabla 3. Funciones y Aplicaciones de Hidrocoloides en Alimentos	22
Tabla 4. Composición Proximal aproximada de cup – cakes	28
Tabla 5. Composición media de la harina de trigo	28
Tabla 6. Criterios microbiológicos para los bizcochos (cup cakes y otros)	33
Tabla 7. Porcentaje de mezclas de las harinas de granos andinos en función al 40% de sustitución	37
Tabla 8. Diseño de bloques completamente al azar	39
Tabla 9. Análisis proximal para los Cup - cakes	40
Tabla 10. Composición proximal de cada tratamiento	41
Tabla 11. Análisis de varianza del % de proteínas	42
Tabla 12. Análisis de varianza del % de fibra	43
Tabla 13. Análisis de varianza del % de grasa	44
Tabla 14. Análisis de varianza de % de cenizas.	46
Tabla 15. Análisis de varianza del % de humedad	47
Tabla 16. Análisis de varianza de % de carbohidratos	48
Tabla 17. P – valor de análisis sensorial	49
Tabla 18. Propiedades físicas de cup - cakes	51
Tabla 19. Análisis de varianza de la sustitución de grasas por gomas	52
Tabla 20. Homogeneidad de varianzas para las gomas y sustitución	53
Tabla 21. Análisis proximal de cup – cakes con gomas de linaza y chía	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantas de granos andinos. ^a Quinua, ^b cañihua, ^c Kiwicha	17
Figura 2. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes	32
Figura 3. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes	35
Figura 4. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes	38
Figura 5. Gráfico de contorno de % de proteínas	43
Figura 6. Gráfico de contorno de % de fibra	44
Figura 7. Gráfico de contorno de % de Grasa	45
Figura 8. Gráfico de contorno de % de Cenizas.....	46
Figura 8. Gráfico de contorno de % de humedad	47
Figura 9. Gráfico de contorno de % de carbohidratos.....	48
Figura 10. Gráficos de contorno del análisis sensorial. a: Aceptación General; b: Olor; c: Color; d: Sabor	50
Figura 11. Vision de los poros formados; a: Linaza 100%.....	51
Figura 12. Prueba de normalidad para el volumen.....	52
Figura 13. Prueba de normalidad de porosidad	53
Figura 14. Prueba de sensorial Chía.....	54
Figura 15. Prueba de sensorial Linaza	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Análisis Proximal	58
Anexo B. Análisis sensorial.....	59
Anexo C. Análisis Físico.....	60

RESUMEN

La finalidad de la presente tesis fue elaborar cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y sustitución de grasa por gomas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chía (*Salvia hispánica*) para tal efecto se realizó el trabajo en dos fases: la primera consto en aplicar un diseño de mezclas para la mejor combinación de granos andinos y así sustituir un 40% de la harina de trigo dándonos un total de 10 tratamientos; donde los componentes fueron las harinas de los granos andinos y como variables de respuesta se tomaron parámetros proximales (humedad, fibra, ceniza, proteína, carbohidratos, grasas), sensoriales (aceptación general, olor, color, sabor). La segunda parte, consto en aplicar un diseño de bloques completamente al azar, sustituyendo la grasa por gomas de linaza y chía en porcentaje de 50 y 100% dándonos un total de 4 tratamientos, se análisis físico (volumen y porosidad), análisis fisicoquímico (humedad, fibra, ceniza, proteína, carbohidratos, grasas) y finalmente sensorial. Los resultados nos dieron que el tratamiento 8 fue la mejor de las pruebas seguido de la 7 teniendo una mezcla de harina de granos andinos en iguales proporciones y respecto a la sustitución de la goma de chía la goma de chía presento buenas características tanto físicas, proximales y sensorialmente, donde la muestras con 50% de sustitución de chía. En conclusión, se obtuvo cup – cakes con granos andinos y gomas.

Palabras clave: Quinoa, kiwicha, cañihua, linaza y chía.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to prepare cup-cakes with partial replacement of wheat flour with quinoa flour (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) and replacement of fat with flaxseed gums (*Linum usitatissimum*) and Chia (Hispanic sage) for this purpose the work was carried out in two phases: the first consisted in applying a mixture design for the best combination of Andean grains and thus replacing 40% of the wheat flour giving us a total of 10 treatments ; where the components were the Andean grain flours and as response variables, proximal parameters (humidity, fiber, ash, protein, carbohydrates, fats), sensory parameters (general acceptance, smell, color, taste) were taken. The second part, consists in applying a completely randomized block design, replacing the fat with flaxseed and chia gums in a percentage of 50 and 100% giving us a total of 4 treatments, physical analysis (volume and porosity), physicochemical analysis (moisture, fiber, ash, protein, carbohydrates, fats) and finally sensory. The results gave us that the treatment 8 was the best of the tests followed by the 7 having a mixture of Andean grain flour in equal proportions and with respect to the replacement of chia gum, chia gum presented good physical, proximal characteristics and sensory, where the samples with 50% replacement of chia. In conclusion, cup-cakes with Andean grains and gums were obtained.

Keywords: Quinoa, kiwicha, cañihua, linaza y chía.

Capítulo I. El Problema

1.1. Problema.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), plantea que, en los últimos años, se dio un aumento en el porcentaje de enfermedades por sobrepeso, obesidad y diabetes por los altos niveles de azúcar; Asimismo Aquino et al., (2013) declara que el consumo de grasas y azúcares es el responsable de innumerables enfermedades entre ellos los ya mencionados; por otro lado Rosado, Camacho, & Bourges, (1999) atribuyen esto, al exceso de consumo de productos a partir de harina de trigo refinada ya que esta es usada ampliamente para la elaboración de panes, galletas, tortas y postres en general, puesto que, el trigo materia prima principal de los mencionados sufre durante el proceso de refinamiento la pérdida de nutrientes importantes que podrían ser aprovechados por el consumidor.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

a) Elaborar cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y sustitución de grasa por gomas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chia (*Salvia hispánica*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina de trigo con granos andinos.
- Evaluar el porcentaje óptimo de sustitución de la grasa por gomas.
- Medir el grado de aceptación mediante análisis sensorial.

1.3. Justificación

El presente proyecto propone elaborar cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y sustitución de grasa por gomas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chia (*Salvia hispánica*)” ya que en la actualidad las tendencias de los alimentos enriquecidos han adquirido fuerza por la alimentación saludable, puesto que, que en las diversas formulaciones se realizan agregados y sustituciones de alimentos con potencial nutricional alto como es el caso de los granos andinos (Quinoa, cañihua, kiwicha entre otros); por otro lado se añaden componentes como las fibras para darle funcionalidad como mayor retención de agua, elevado

porcentaje proteico, bajas grasas saturadas; sin embargo, la disposición de estos se ve limitada por diferentes factores como los económicos debido a que estos productos se sobrevaloran o se producen a baja escala.

Por otro lado, los productos de repostería son alimentos más consumidos, pero estos carecen de muchos nutrientes porque el trigo la materia prima principal de este en su proceso de refinamiento pierde el salvado del trigo y gran parte del germen componentes muy nutritivos, asimismo este producto puede ser ampliamente enriquecido es por eso que el presente proyecto pretende elaborar un cup – cakes con sustitución parcial de harina con granos andinos y fibras.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Poonnakasem, Laohasongkram, & Chaiwanichsiri, 2015) en su estudio de influencia de hidrocoloides en cup – cakes demostraron que los hidrocoloides como es el caso de las gomas pueden influir en la retención de humedad y características texturales de estos; por otro lado en otros estudios se recomienda la sustitución de la harina de trigo con harinas de otros cereales, leguminosas y otros, de modo que en estos trabajos se demostró que al realizar la sustitución se obtuvo cup – cakes nutritivos y que aportan buenas cualidades a estos (Guevara, 2016; Torres, 2015).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según (Paucar, Salvador, Guillén, & Mori, 2016) analizó el efecto de la sustitución parcial de la harina trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de los cup – cakes destinados a niños en edad escolar; donde los investigadores demostraron que existe un efecto significativo en el uso de la soya sobre las características mencionadas donde un 10 % de soya fue el óptimo.

2.2. Aspectos Generales de los Granos Andinos

2.2.1. Origen de la quinua, cañihua y Kiwicha

La antigüedad de la domesticación y el inicio de utilización de estos cultivos se pueden situar a por lo menos unos 2 000 a 3 000 años, en razón de su presencia en restos arqueológicos (Towle, 1961). Especies consideradas como ancestros de *Chenopodium quinoa*, la quinua (Figura 1a), son el *Chenopodium hircinum*, *Ch. petiolare* y el *Ch. berlandieri*. Es importante reconocer que la quinua tiene un pariente muy cercano en el huazontle, *Chenopodium nuttaliae* que en el pasado fue cultivado intensamente por los aztecas en México. Cuando y donde se desarrollaron las especies cultivadas de quinua, es un tema aún por definirse y se requiere profundizar la investigación, aunque existen diversas hipótesis. Para algunos investigadores, el centro de origen y domesticación sería el altiplano que rodea el lago Titicaca (Gandarillas, 1968). Otros autores se refieren a diferentes centros de origen ubicados en los valles interandinos y opinan que las quinuas hubieran sido llevadas al altiplano del lago Titicaca, constituyéndose este en el gran centro de diversificación.

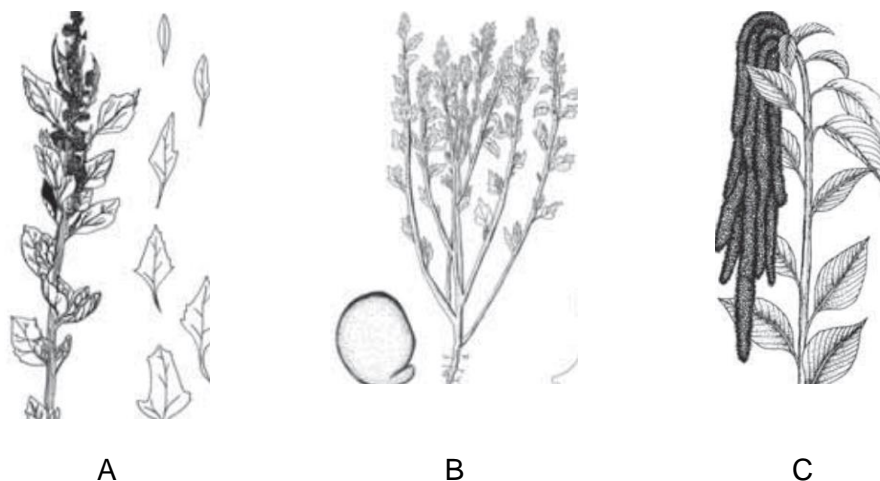


Figura 1. Plantas de granos andinos. ^aQuinoa, ^bcañihua, ^cKiwicha

Adaptado por: (Tapia & Fries, 2007)

Chenopodium pallidicaule, la qañiwa (Figura 1b), es una especie muy afín a la quinua y al paico (*Chenopodium ambrosoides*) y es una de las plantas andinas que aún no ha completado todo su proceso de domesticación ya que se sabe de altos porcentajes de caída natural del grano antes de la cosecha («dehiscencia»), lo que es propio de las especies silvestres. *Amaranthus caudatus*, la kiwicha (Figura 1c), tiene como pariente silvestre al *A. hybridus*, también llamado «ataco»; otro pariente cercano domesticado en Mesoamérica y denominado huantli (*Amaranthus hipocondriacus*), fue un cultivo importante en la época prehispánica. (Tapia & Fries, 2007).

2.2.2. Importancia de los Granos andinos

Según (Jacobsen, Mujica, & Ortiz, 2003) los granos andinos son plantas que tienen mucha importancia ya que a su gran biodiversidad posee ventajas comparativas y competitivas excepcionales en relación a otras regiones o países, así, los granos quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*), tienen características nutritivas prodigiosas (Tabla 1) para resolver problemas de nutrición humana.

Tabla 1.

	Quinua (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo
Proteína	1.7	14.0	12.9	8.6
Grasa	6.3	4.3	7.2	1.5
Carbohidrato	68.0	64.0	65.1	73.7
Fibra	5.2	9.8	6.7	3.0
Ceniza	2.8	5.4	2.5	1.7
Humedad %	11.2	12.2	12.3	14.5

Composición proximal de los granos andinos en comparación al trigo (g/100g)

Nota: Tomada de (Seminario, 2004).

(a) Valores promedio de las variaciones de la tabla de composición de los alimentos peruanos.

2.2.3. Usos de los granos andinos en la alimentación.

Según (Rojas, Soto, Pinto, Jäger, & Padulosi, 2010) los granos andinos son de amplio uso y desde tiempos ancestrales son el pilar principal de la alimentación altoandina; de modo que estas se muestran en una amplia variedad de aplicaciones culinarias (Tabla 2) sin embargo; la kiwicha “..es empleado en la preparación de harinas, que hasta cierto punto resulta ser un proceso difícil en su procesamiento por el reducido tamaño del grano y por su consistencia dura para la molienda tradicional (con molino de piedra). Por lo tanto, es preferible tostarlo previamente en pequeñas cantidades dentro de una olla de barro bien caliente, donde los granos revientan (pops) y luego pueden ser molidos con facilidad. El resultado es una harina de olor y sabor agradable. La harina de amaranto es apreciada para la preparación de refrescos instantáneos, chicha y productos de panadería y/o repostería”; por otro lado; en estos últimos tiempos de uso agroindustrial.

Tabla 2

Alimentos tradicionales y no tradicionales de la quinua y cañihua.

Preparado	Tipo de Alimento	
	Quinua	Cañihua
Sopas y segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Sopa de quinua • Lawa(allpi) • Huaricha • Juchacha • Chiwa de quinua • P'esque con ahogado 	<ul style="list-style-type: none"> • Sopa de cañahua • Lawa(allpi) • Pesque con queso • Choricitos
Masas	<ul style="list-style-type: none"> • Kispina • Mucuna • Buñuelos • Pan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kispina de cañahua • Buñuelos • Pan • Galleta

Preparado	Tipo de Alimento	
	Quinua	Cañahua
	<ul style="list-style-type: none"> • Galletas • Kispíña de ajara • Tortas de quinua • Tortillas de quinua • Tacti o tactacho 	<ul style="list-style-type: none"> • Bocaditos dulces
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> • Refresco (ullpu) • Q'usa (chicha) • Api • Quinua con leche • Jugo de quinua 	<ul style="list-style-type: none"> • Refresco de cañahua • Jugo de cañahua • Cañahua con leche
Merienda seca	<ul style="list-style-type: none"> • Pito de quinua 	<ul style="list-style-type: none"> • Pito de cañahua

Nota: extraída de (Rojas et al., 2010).

2.3. Generalidades de las gomas

2.3.1. Definición.

Según (Pasquel, 2001) las gomas pueden ser definidas en términos prácticos como moléculas de alto peso molecular con características o hidrofílicas o hidrofóbicas que, usualmente, tienen propiedades coloidales, con capacidad de producir geles al combinarse con el solvente apropiado. De este modo, el término de goma se aplica a una gran variedad de sustancias con características gomosas.

2.3.2. Hidrocoloides

Existe una gran variedad de apósitos hidrocoloides con diferentes composiciones, basadas en carboximetilcelulosa u otros polisacáridos y proteínas (pectina, gelatina, poliisobutileno) que ocasionalmente pueden causar reacciones alérgicas. Pueden ser apósitos semipermeables (impermeables a los gases) oclusivos (impermeables a los gases y líquidos), que interactúan con los fluidos de la herida formando un gel (Bol Ter ANDAL, 1998).

Los hidrocoloides son sustancias que cuando se disuelven o dispersan en agua producen espesamiento o gelificación. La mayoría de los hidrocoloides son polisacáridos, aunque algunas proteínas (por ejemplo, la gelatina) también se ajustan a la definición. Hidrocoloide es el término que se prefiere en el medio científico, pero un sinónimo común es goma y también se utiliza mucílago. Los hidrocoloides se utilizan ampliamente como aditivos en los alimentos para realizar diversas funciones. La explicación de muchas propiedades funcionales de los hidrocoloides es su notable capacidad, a bajas concentraciones, de incrementar la viscosidad (espesar) y formar geles en sistemas acuosos.

La eficacia de los hidrocoloides para modificar las propiedades funcionales de los alimentos varía según el hidrocoloide y el alimento. Así, los tecnólogos de alimentos deben ser capaces de escoger el hidrocoloide correcto para una aplicación específica, son moléculas muy grandes (macromoléculas) que tienen una gran afinidad por el agua donde se disuelven en mayor o menor medida y modifican su reología, aumentando la viscosidad del líquido y llegando, en ocasiones incluso a gelificar dando un aspecto sólido a ese líquido.

Clasificación de los Hidrocoloides

Se clasifican de acuerdo a su origen en naturales semisintéticos y sintéticos.

A. Hidrocoloides Naturales.

Son aquellos que se derivan de recursos de plantas y animales. En esta clasificación se encuentran: goma arábiga, goma carayá, goma de algarrobo, goma de mezquite, almidón, celulosa, etc..

B. Hidrocoloides Semisintéticos

Se elaboran a partir de un polímero natural que se somete a alguna transformación física o química. En esta categoría se incluyen los almidones modificados, al igual que los distintos derivados celulósicos, pueden mencionarse los siguientes: derivados de la celulosa (carboxil metilcelulosa, celulosa microcristalina, etc). Gomas microbianas (dextranas, xantranas, galana) derivados del almidón. (almidoncarboximetilico, almidonhidroxietilico, etc), etc. (Badui, 2006).

C. Hidrocoloides Sintéticos

Son polímeros vinílicos y acrílicos que hasta la fecha no están aprobados para el consumo humano, aunque presentan propiedades de los naturales. En esta clasificación se encuentra: polímeros vinílicos, polivinilpirrolidina, ácido poliacrílico, poliacrilamida, etc. (Navarro Luna, D. 2012).

Los hidrocoloides comprenden un número de moléculas altamente hidrofílicas. Químicamente, pueden ser polisacáridos como la goma xántica, los galactomananos, los derivados del almidón, entre otros; o proteínas, como la gelatina. Proveen numerosas propiedades funcionales que los tornan adecuados para diferentes aplicaciones en la industria alimenticia (Rosell y col., 2007).

En la industria panadera, además de ser utilizados como reemplazantes del gluten, los hidrocoloides han sido empleados para mejorar la textura del pan, disminuir la velocidad de retrogradación de la amilopectina, aumentar la retención de agua y

mantener la calidad general del producto durante más tiempo (Rojas y col., 1999). Todos los hidrocoloides interactúan con el agua, reduciendo su difusión. En general los hidrocoloides neutros muestran una menor solubilidad, mientras que los polielectrolitos son altamente solubles en agua, aunque la cinética de hidratación depende de varios factores; las gomas xántica y guar y la carboximetilcelulosa (CMC) son solubles en agua fría; la goma garrofín y muchos alginatos requieren de agua caliente para su completa hidratación. (Sciarini, L. S. 2011).

El agua puede ser retenida directamente por la formación de puentes de hidrógeno, o puede ser contenida en los espacios que se forman inter o intramolecularmente. Acs y col. (1997) probaron el uso de diferentes hidrocoloides como sustitutos del gluten en pan elaborado a partir de almidón de maíz. Los autores evaluaron el efecto de las gomas xántica, guar, garrofín y tragacanto sobre el volumen y la textura de estos panes. Todos los hidrocoloides aumentaron significativamente el volumen y disminuyeron la dureza de los panes, obteniendo los mejores resultados con la incorporación de la goma xántica; mientras que Gan y col. (2001) encontraron que la HPMC y la CMC funcionan mejor que la goma guar como reemplazantes parciales del gluten en panes hechos a partir de harina de trigo y harina de arroz.

La goma xántica es un metabolito secundario producido durante la fermentación aeróbica de carbohidratos simples por parte de *Xanthomona* spp. Se trata de un polisacárido formado por una estructura primaria de unidades repetidas, constituidas por dos glucosas, dos manosas y un ácido glucurónico. Unidos a las manosas se encuentran ácido pirúvico y grupos acetilos, que le otorgan a la molécula un carácter anicónico (García-Ochoa y col., 2000). En soluciones acuosas, la molécula adopta una conformación helicoidal, que le otorga a la molécula una estructura más rígida. Se ha demostrado que esta característica influye el comportamiento de sus soluciones, incluyendo altas viscosidades y pseudoplasticidad (Millane y Wang, 1990).

La cadena central de glucanos está protegida por las cadenas laterales, que la tornan relativamente estable a ácidos, álcalis y enzimas (particularmente celulasa).

La carboximetilcelulosa (CMC) es una celulosa químicamente modificada. Su estructura consiste en un polímero de residuos de glucosa unidas por enlaces β -(1-4), al que se le reemplazan los grupos oxidrilos por grupos carboximetilos. La incorporación de grupos metilo a la cadena de celulosa produce polímeros con una gran actividad superficial y características únicas de hidratación-deshidratación en solución y durante los cambios de temperatura. Las redes formadas por la metilcelulosa (MC, celulosa con grupos metilo), la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC, celulosa con grupos hidroxipropil

metilos) o la carboximetilcelulosa (CMC) durante el horneado aumentan la viscosidad de la masa y fortalecen los límites de las burbujas de aire en expansión mejorando la retención de gas y, por consiguiente, aumentando el volumen de las piezas (Bell, 1990).

Propiedades funcionales en alimentos

Estos compuestos son adicionados, en alimentos con la finalidad de mejorar la textura del alimento, en general, se puede decir que los hidrocoloides son utilizados debido a que minimizan los defectos del producto natural. Incrementan la satisfacción y producen nuevos sistemas y productos alimenticios.

En productos de panificación, estos compuestos al ser adicionados interactúan con las moléculas y los gránulos de almidón gelatinizado, reducen la velocidad de re cristalización y por ende, retrasan el envejecimiento del pan.

Debido a los diferentes efectos que se presentan al adicionar hidrocoloides en los alimentos, se observa también un amplio uso industrial, para una gran variedad de productos. (Tabla 1).

La velocidad de hidratación de los hidrocoloides y su funcionalidad, dependen de los factores como la temperatura, ph, naturaleza química de cada hidrocoloide, concentración, etapa y forma de incorporación a los alimentos, presencia de iones orgánicos, etc.

Tabla 3.
Funciones y Aplicaciones de Hidrocoloides en Alimentos.

Función	Aplicación en alimentos
Inhibidor de la cristalización	Helados
Emulgente	Aderezos, bebidas
Encapsulante	Sabores, vitaminas microencapsuladas
Agente floculante	Vino, cerveza
Estabilizador de espumas	Cerveza, cremas
Agente gelificante	Postres
Estabilizante	Mayonesa, cerveza
Agente espesante	Salsa, mermeladas

Fuente: (Pérez-García, G., Vergara-Balderas, F)

La propiedad básica de todos los hidrocoloides es la función espesante o impartición de viscosidad, esta propiedad es la clave del comportamiento y funcionalidad de todos los hidrocoloides, por lo cual pueden actuar como: emulsificante, espesantes estabilidad en el producto, consistencia, etc., dependiendo de la viscosidad de cada uno,

el aumento de la viscosidad debido a la presencia de hidrocoloide se debe a la presencia de grupos hidroxilo con los enlaces de hidrogeno propios de las moléculas de agua.

Una segunda propiedad es la gelatinización, notos los hidrocoloides presentan esta propiedad en la formación de un gel.

Además de esta función, se encuentran muchas otras que dependen del tipo de hidrocoloide y la concentración en la que este se adicione dichas funciones son: estabilizantes, emulsificantes, enturbiantes, agente de suspensión, adhesivos.

La incorporación de los hidrocoloides a la formulación control tuvo un efecto positivo sobre el volumen específico de los panes. Este comportamiento ha sido reportado ya en numerosos trabajos. (Haque y Morris, 1994; Gujral y Rosell, 2004a,b; Bárcenas y Rosell, 2005; McCarthy y col., 2005).

La adición de goma xántica fue la que resultó en panes de mayor volumen específico, seguida por la incorporación de CMC y C y, finalmente, por Al. Acs y col. (1997), agregando hidrocoloides como las gomas xántica, guar, garrofín y tragacanto a panes libres de gluten, encontraron los mejores resultados sobre la calidad del pan luego de la incorporación de X. Sin embargo, el efecto de los hidrocoloides sobre el volumen de pan es muy variable, dependiendo de la formulación que se utilice, la cantidad de agua presente en el sistema, la cantidad de hidrocoloide agregado, así como el origen del mismo.

Otros investigadores como Lazaridou y col. (2007), trabajando con panes libres de gluten adicionados con CMC, pectina, agarosa, goma xántica y β -glucanos, obtuvieron el mayor VE para los panes con CMC, mientras que los panes con 1% de goma xántica no tuvieron mayor VE que el control, y éste incluso disminuyó al aumentar la dosis del hidrocoloide a 2%. Schober y col. (2005) encontraron un efecto negativo de la goma xántica sobre el VE de panes libres de gluten elaborados a partir de harina de sorgo. Mezaize y col. (2009) no encontraron un efecto positivo de la CMC y la goma xántica sobre el VE de panes libres de gluten. Sin embargo, vale la pena destacar que todos estos autores trabajaron con mayores cantidades de hidrocoloide, con diferentes proporciones de agua y con materias primas distintas, variables todas que influyen sobre la calidad final del pan. (Sciarini, L. S. (2011)).

2.3.3. Chía

La Chía (*Salvia hispanica L.*) es una planta herbácea anual perteneciente a la familia de las Labiatae que se cultiva en climas tropicales y subtropicales, sin grandes requerimientos de agua (Cahill, 2003).

Su cultivo se remonta al año 2600 a.C. por los antiguos pueblos asentados en lo que actualmente es el territorio de México y Guatemala. Fueron descritas como el elemento principal de la dieta de las civilizaciones precolombinas, principalmente en el caso de los aztecas, junto con el maíz, el amaranto y las alubias. En estas civilizaciones la chía fue usada con fines alimenticios además de emplearlas con fines medicinales, artísticos y religiosos siendo ofrendadas a los dioses (Cahill, 2003; Ixtaina et al., 2008).

Por esta razón, en el siglo XVI durante la época de la conquista, este cultivo se vio interrumpido, siendo prohibido hasta casi su extinción por considerarla una semilla sacrílega (Solís Fuente, 2006). La chía se tostaba y molía obteniendo el "pinole" que se podía utilizar en preparaciones pasteleras o tras hidratarla como gachas. Actualmente se consume como bebida refrescante con zumos de frutas. Hoy en día, la chía se cultiva en México, Bolivia, Argentina, Ecuador y Guatemala con fines comerciales. Se consume en el sudoeste de los Estados Unidos, México y en menor extensión en Sudamérica, mientras que en Europa es prácticamente desconocida (Ixtaina et al., 2008).

En la actualidad y después de numerosos estudios se han revelado las notables propiedades nutricionales de esta pequeña semilla, por lo que se recomienda su consumo debido a su alto contenido en aceite, proteínas, antioxidantes, minerales y fibra dietética. La semilla posee 25-38% de aceite, el cual contiene un alto contenido de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (principalmente ácido linolénico 50-67% y ácido linoleico 17-27%, respectivamente) en equilibrio adecuado, siendo una de las principales fuentes vegetales (Ayerza, 1995; Ayerza, 2010).

Además, la chía contiene una alta proporción de compuestos antioxidantes (flavonoides, beta-caroteno), por lo que evita la rancidez de los ácidos grasos insaturados en los alimentos que la contiene. El consumo de alimentos con alto contenido de omega-3 conduce a reducir el colesterol en sangre y por tanto disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, la chía es fuente de minerales tales como el calcio, fósforo, hierro y magnesio. Uno de los aspectos más importantes de estas semillas es su alto contenido en fibra (18-30%), su consumo conlleva importantes beneficios como la regulación del tránsito intestinal, disminución del índice de glucemia, y su correspondiente respuesta insulínica, entre otros (Reyes-Caudillo et al., 2008).

Esta fibra contiene mucílagos, los cuales absorben cantidades elevadas de agua influyendo en el correcto funcionamiento intestinal. Como es sabido, el bajo consumo de fibra dietética ha sido asociado con enfermedades tales como el estreñimiento, cáncer de colon, obesidad, diabetes tipo-2 y enfermedades coronarias, siendo estas dos últimas, en

gran porcentaje de casos, precedidas por el síndrome metabólico (Escudero Álvarez y González Sánchez, 2006).

El síndrome metabólico (o síndrome X) es el conjunto de alteraciones metabólicas y cardiovasculares que están relacionadas con la resistencia a la insulina o hiperglucemia, obesidad abdominal, alteración en los niveles normales de lípidos plasmáticos (fundamentalmente colesterol y triglicéridos); y los no metabólicos, hipertensión arterial, trastornos inflamatorios y protrombóticos (Muñoz Calvo, 2007).

Todas estas características hacen que la chía sea un ingrediente interesante para el enriquecimiento de ciertos alimentos como ya sucede en países como latinoamericanos prácticamente desconocida. Los productos más comunes son: las propias semillas, cápsulas de aceite de chía, pan con chía, cereales de desayuno, galletas, barras de cereales, como suplemento nutricional. Considerando los extensos estudios en torno a las características nutricionales de la chía la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria emitió dictamen sobre la inocuidad de las semillas enteras y trituradas como ingredientes alimentarios (EFSA, 2009). Posteriormente se autorizó su comercialización en el mercado comunitario para ser utilizadas como ingrediente en productos de panadería con un contenido máximo del 5% (DOUE, 2009).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue proporcionar mayor información sobre cómo puede afectar la inclusión de semillas de chía o ingredientes a base de chía hasta un 5% en formulaciones de pan sobre las propiedades de amasado/sobreamasado, las propiedades térmicas, la calidad tecnológica y nutricional de los productos desarrollados, la aceptabilidad de los consumidores, para evaluar su funcionalidad como ingrediente panario (IGLESIAS PUIG, E. S. T. H. E. R. 2013).

2.3.4. Linaza

La linaza se ha reconocido desde tiempos prehistóricos, en Asia, norte de África, Europa como una fuente de alimentos y su cultivo, destinado a la obtención de alimentos y fibra, es muy antiguo. Actualmente se le cultiva en alrededor de 50 países, la mayoría de los cuales están en el hemisferio norte. Canadá es el principal productor, seguido por China, Estados Unidos e India. La producción en Chile es muy pequeña y la mayoría de lo que se consume, ya sea como suplemento dietético o como ingrediente para repostería, se importa desde Canadá. Históricamente, la producción de linaza se orientó hacia la producción de aceite de uso industrial; sin embargo, actualmente hay un nuevo interés por consumir la semilla molida debido a su potencial beneficio para la salud. Aunque hay importante evidencia que respalda el consumo de linaza, mucha gente aún

desconoce las ventajas de su consumo y sus posibles aplicaciones en alimentos (Daun et al., 2003; Morris y Vaisey-Genserb, 2003; Oomah, 2003; Wanasundara y Shahidi, 2003; Hall et al., 2006).

La linaza o semilla del lino (*Linum usitatissimum* L.) es rica en compuestos que se cree que proporcionan beneficios a la salud humana (ácido α -linolénico, lignanos y polisacáridos diferentes al almidón) y que se han propuesto que, a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anti-carcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, pueden prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los cánceres dependientes de hormonas. Además, se ha señalado que el consumo de linaza aumenta la producción de lignanos en los mamíferos. Estos efectos, junto con su alto contenido de proteínas, hacen de la linaza un ingrediente alimentario muy atractivo y uno de los alimentos funcionales más importantes del siglo XXI (Babu y Wiesenfeld, 2003; Oomah, 2003; Thompson, 2003a; Shearer y Davies, 2005).

Características de la semilla de linaza.

La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. El peso de 1000 semillas es de 5 ± 1 g y su peso del hectolitro fluctúa entre 55 y 70 kg (Daun et al., 2003; Oomah, 2003).

La semilla tiene dos cotiledones aplanados, que constituyen la mayor proporción del embrión; este último está rodeado por las cubiertas de la semilla y por una delgada capa de endospermo. La testa tiene una capa exterior que contiene la mayoría de la fibra soluble y dos interiores ricas en fibra y lignanos. Desde un punto de vista estructural, la testa, endospermo y cotiledones representan el 22, 21 y 57 %, respectivamente (Daun et al., 2003; Oomah, 2003; Wiesenborn et al., 2003).

Existen variedades de semillas de color amarillo o doradas y de color marrón; a pesar de la creencia de que el color externo de la semilla es un indicador de la composición química de la linaza, no se han encontrado variaciones que sustenten que haya una diferencia entre ellas más allá de las causadas por las condiciones de cultivo (Daun et al., 2003; Morris y Vaisey-Genserb, 2003).

Composición Química de la Linaza.

La linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los

cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endospermo está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (Babu y Wiesenfeld, 2003; Daun et al., 2003; Oohma, 2003).

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente α linolénico (ALA) que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre si durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (Oomah, 2001; Oomah, 2003; Hall et al., 2006).

Proteínas

El contenido de proteínas de la mayoría de los cultivares de linaza fluctúa entre 22,5 y 31,6 g/100 g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteina (Daun et al., 2003; Hall et al., 2006).

2.4. Generalidades de los Cup – cakes

2.4.1. Definición del producto.

Según Augusto (2002) Cup – cake es un producto de tamaño pequeño similar a las dimensiones a una taza de té. Los cups – cakes son denominados magdalenas en España y muffins en Inglaterra.

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 y la forma de distribuirlos en moldes pequeños, presentan una base cilíndrica y una superficie más ancha, con forma de hongo. La parte de abajo suele estar envuelta con papel especial de repostería o aluminio, y aunque su tamaño puede variar presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta. (Silva, 2017).

2.4.2. Características de calidad de los Cup – cakes

Los cuatro ingredientes básicos (harina, grasa, azúcar y huevo) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas y minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser buena fuente de energía. En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son muchos más calóricos, que contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y azúcar. (Silva, 2017).

Tabla 4
Composición Proximal aproximada de cup – cakes

Componente	Porcentaje (%)
Proteína	9.01
Fibra	4.83
Grasa	25.82
Cenizas	2.07
Humedad	20.74
Carbohidratos	37.52

Fuente: (Silva, 2017).

2.4.3. Ingredientes

2.4.3.1. Harina

La denominación harina, sin otro calificativo, designa exclusivamente el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio. Si se trata de otros granos y cereales o de leguminosas hay que indicarlo, por ejemplo: harina de maíz, harina de cebada, etc. Si en la harina no solo aparece no solo el endospermo, sino todos los componentes del grano se llama harina integral. La composición media de las harinas panificables oscila entre los valores mostrados en la tabla 4.

Tabla 5.
Composición media de la harina de trigo

Componente	Cantidad aproximada (%)
Humedad	13 – 15*
Proteínas	9 – 14
Almidón	68 – 72
Cenizas	0,5 – 0,65
Materias Grasas	1 – 2
Azucares fermentables	1 – 2
Materias Celulósicas	3

Nota: adaptado de (Mesas & Alegre, 2002), *La legislación española limita al 15% el máximo de humedad, al 9% el mínimo de proteína y al 30% el máximo de acidez de la grasa.

2.4.3.2. Azúcar.

Según Dendy (2001), “el azúcar le confiere firmeza al producto, debido al comportamiento de la primera durante el horneado, actúa como agentes de cremado durante el batido junto con la margarina y los huevos. Asimismo, prolonga la duración de los cupcakes, ya que retienen la humedad. Son el alimento de la levadura y/o polvo de hornear. El azúcar también tiene la capacidad de colorar los productos horneados gracias a las distintas reacciones químicas, que tienen lugar en el alimento durante la fase de cocción. Los productos procedentes de ingredientes como la leche para dar origen a un atractivo color oscuro, así como a agradables características de flavor y de aroma de los productos recientemente horneados. De forma conjunta estas reacciones se conocen como “Reacción de Maillard”. Estas reacciones ocurren predominantemente en la superficie del producto en donde las temperaturas son más altas. La extensión del color producido depende de la cantidad de azúcar añadida, de la composición química del alimento y de la temperatura del horno durante la cocción”. (citado por Atoche & Garcia, 2017, p. 60).

2.4.3.3. Margarina.

Es una grasa comestible compuesta esencialmente de aceite vegetal, agua, colorante, sabor especial a leche. El principal efecto de la grasa en los productos horneados, sobre todo en los cupcakes, es la formación de una textura cremosa. Esto significa una textura blanca, agradable y desmenuzable que se forma no permitiendo que se forme gluten a partir de la proteína de la harina. De hecho, la grasa, si se encuentra en cantidad suficiente, recubrirá totalmente las partículas de harina y de esa forma se evitará que el agua llegue hasta las proteínas. De este modo no se formará gluten y los ingredientes no estarán fuertemente ligados entre si con lo que la textura será mantecosa y desmenuzable.

2.4.3.4. Huevos.

Los huevos contribuyen en la estructura, emulsión, volumen, textura, color, sabor y valor nutritivo. Cuando se agrega la cantidad óptima a una mezcla de grasa y azúcar formaran una emulsión estable mejorando la retención de aire y, aumentando el volumen del cake final, en contraste, la adición de demasiados huevos produce una miga dura, parecida a la goma (Bennion, 1995). Este ingrediente es altamente funcional cuenta con

tres principales atributos: formación de espuma (incorporación de aire a la masa), emulsión (estabilización de la suspensión de un líquido en otro) y coagulación (conversión del huevo líquido a sólido o semi-sólido, la proteína del huevo coagula sobre rangos de temperaturas) (Kiosseoglou, 2004). Durante el proceso de mezclado e integración de la masa este actúa como disolvente del azúcar logrando formar una emulsión estable.

2.4.3.5. Leche.

La leche mejora el valor nutritivo y el sabor de los productos de pastelería, pues todos los componentes de la leche tienen influencia en la masa y productos terminados se utiliza principalmente en la elaboración de masas (Bizcochos) y otros. En los productos de pastelería mejora su gusto produciendo una corteza más dorada y crujiente. (Dendy, 2001). En la elaboración de Cupcakes, la leche se comporta de la misma manera que el agua (es decir, como solvente, ayuda a distribuir los sabores y se vaporiza durante la cocción colaborando con la textura final del producto). La lactosa en la leche se carameliza y crea color en la superficie, a su vez, ayuda en el desarrollo de una corteza firme. La grasa y las proteínas de la leche y de otros productos lácteos contribuyen con sabor y volumen. El ácido láctico de la leche aumenta la estabilidad del gluten. El resultado es un producto con una textura interior fina.

2.4.3.6. Leudante.

Según ITINTEC (1986) los leudantes son toda sustancia química u organismo que en presencia de agua con o sin acción de calor provoca anhídrido carbónico. Bennion (1995) menciona que la levadura y los polvos de hornear son los únicos agentes de esponjamiento efectivos. Además, que el polvo de hornear (utilizado como generador de aire) contiene una mezcla ácido seco o sales ácidas con bicarbonato de sodio que ayuda a liberar dióxido de carbono en dos diferentes momentos en el proceso de horneado. El primer momento es donde el dióxido de carbono es liberado cuando los ingredientes secos se humedecen y el fosfato de calcio reacciona con el bicarbonato de sodio a temperatura ambiente.

2.4.4. Proceso de industrialización.

Madrid (1987) considera que las técnicas artesanales e industriales de la elaboración de los productos de confitería, pastelería y bollería llevan consigo una serie de operaciones tales como: Preparación de las materias primas, selección y mezcla de ingredientes; adición de agua y otros productos auxiliares.

Sin embargo, es muy importante tener en consideración que las etapas más importantes en la obtención de productos pasteleros son el mezclado y el horneado ya que estas dan las características del producto final; entre los tipos de mezclado se pueden mencionar los siguientes:

- Método simple
- Método de varias etapas
- Método de cremado
- Método de batido

A continuación, se muestra en la figura 2. El proceso de elaboración de cup – cakes.

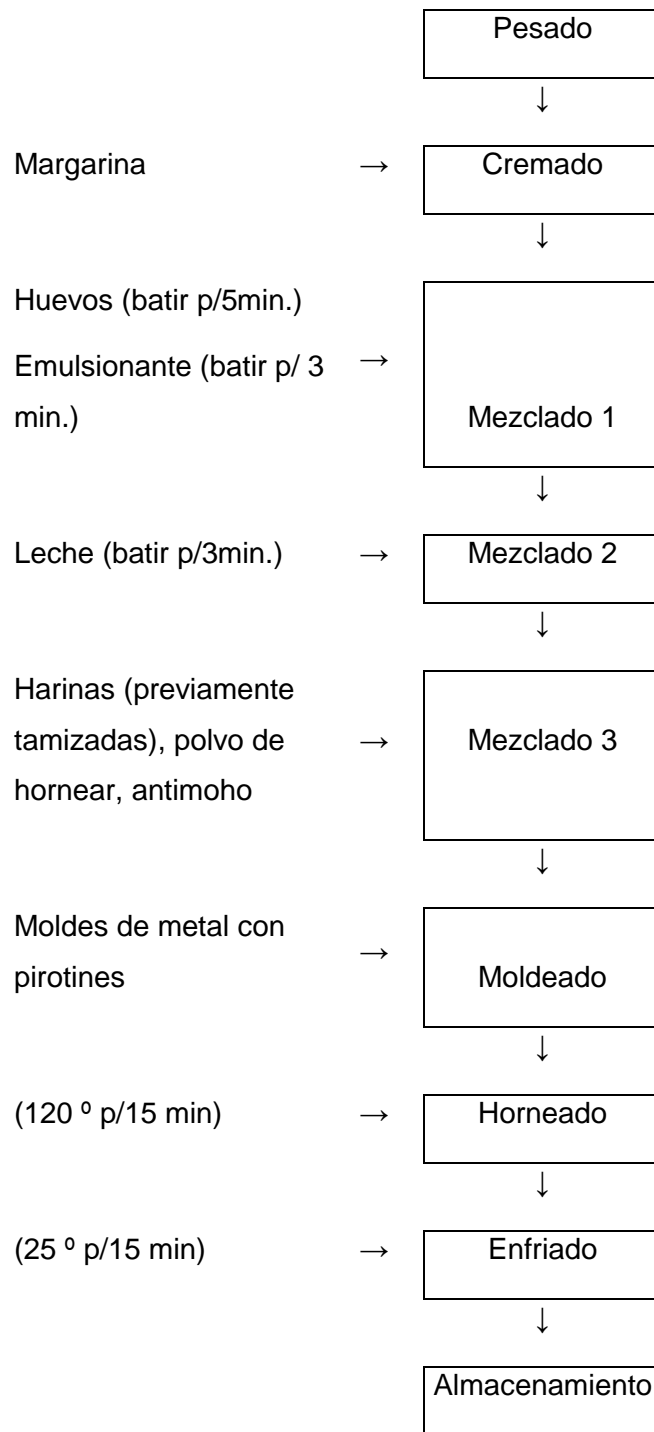


Figura 2. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes
Adaptado de Muñoz, L. 2010.

2.4.4.1. Microbiológico.

En el análisis microbiológico se considera los siguientes microorganismos según se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Criterios microbiológicos para los bizcochos (cup cakes y otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					M	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Escherichia coli	6	3	5	1	3	20
Staphilococcus Aureus	8	3	5	1	10	10 ²
Clostridium perfringers	8	3	5	1	10	10 ²
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	-

Capítulo III. Metodología

3.1. Lugar de Investigación

El desarrollo del producto y los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales; se realizaron en el centro de investigación de tecnología de alimentos (CITAL) y centro de aplicación SUPERBUENO de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Peruana Unión Sede Juliaca.

3.2. Materias Primas

Los granos andinos fueron adquiridos del Instituto Nacional de Innovación agraria (INIA) clasificados según las variedades mostradas en la Tabla 3; asimismo la chía y linaza fue adquirida del mismo lugar; los demás insumos (Harina, azúcar, aceite, polvo de hornear, etc.) para la elaboración de los cup - cakes se obtuvieron de la empresa Alicorp.

3.3. Materiales y Equipos

- Horno Marca Nova
- Batidora Marca Nova
- Balanza Marca sartorius cap 0 – 2200 g.
- Balanza Analítica Marca Sartorius Cap. 0 – 200 g.
- Mufla Marca
- Moldes
- Probeta
- Estufa Binder 0 – 3000 °C
- PHmetro

3.4. Reactivos

- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína 1%
- H₂SO₄
- Hexano
- Ácido Clorhídrico

3.5. Metodología

3.5.1. Elaboración de lo cup cakes.

Para elaborar los cups cakes se aplicó la metodología aplicada por Muñoz, L. (2010).

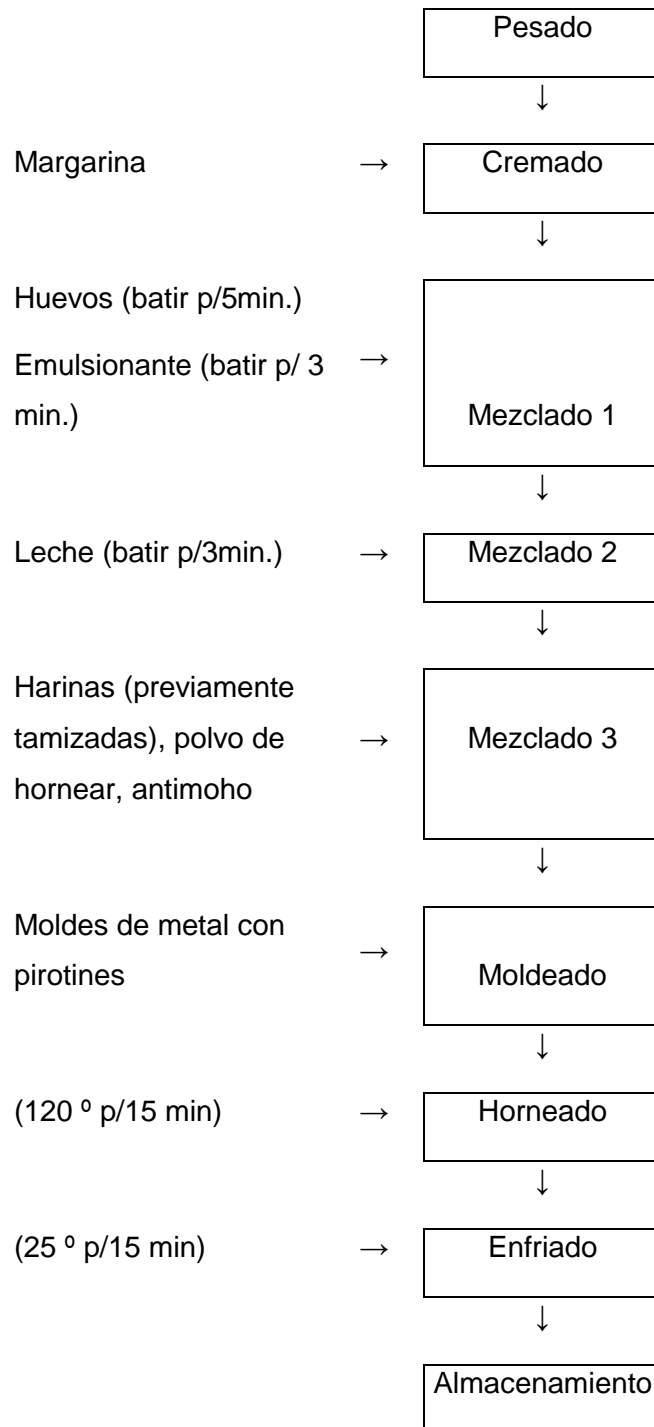


Figura 3. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes
Adaptado de Muñoz, L. (2010).

3.5.1.1. Pesado

Esta etapa consistió en el peso total de todos ingredientes en base al porcentaje panadero presentado por Muñoz, L. (2010).

3.5.1.2. Cremado

La finalidad de esta operación fue que la margarina no presente grumos o partículas de grasa dispersos, sino que esta se encuentre homogénea y forma de una crema suave.

3.5.1.3. Mezclado 1.

En esta etapa se realizó un mezclado de huevo con emulsificante para tener mayor capacidad de formación de espuma y por ende una mejor retención de aire ocasionada por una fuerza de cizalla (batidora) por un tiempo de 5 min del huevo en su primera fase y 3 min con el emulsificante como parte final.

3.5.1.4. Mezclado 2

En esta etapa se incorporó leche a la mezcla 1 batiéndola por un lapso de 3 min hasta lograr la estabilidad de la misma.

3.5.1.5. Mezclado 3

En esta etapa se agregó a la mezcla 2 harina y polvo de hornear sin antes no haberlas tamizadas; asimismo, se busca incorporar aire en la harina y así mejorar la aireación en el proceso.

3.5.1.6. Moldeado

Esta consistió de colocar en un molde de acero inoxidable pirotines y posteriormente colocar la masa para así obtener una forma de taza de té característico de este producto.

3.5.1.7. Horneado

En este proceso se llevó a cabo la cocción a una temperatura de 120 °C por un tiempo de 15 min, con este proceso se logra la reacción de pardeamiento enzimático y se adquiere las características sensoriales del producto.

3.5.1.8. Enfriado

En esta etapa se enfriaron los cups – cakes para su posterior envasado.

3.5.2. Selección del grano andino para el cup cake

3.5.2.1. Diseño experimental.

Para elaborar el cup – cake se aplicó un diseño de mezclas a partir de una sustitución de la harina de trigo en un 40 %, constituida por los granos andinos (quinua, cañihua y kiwicha) los porcentajes de las mezclas que se muestran en la tabla 7, estas

vienen a ser las variables independientes y se hará el análisis a una significancia del 95 % ; asimismo se obtuvo gráficos de contorno, y Análisis de Varianza para determinar la mejor mezcla.

Tabla 7.
Porcentaje de mezclas de las harinas de granos andinos en función al 40% de sustitución.

Corridas	Harina de quinua	Harina de cañihua	Harina de kiwicha
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	50	0	50
6	0	50	50
7	33	33	33
8	66	17	17
9	17	66	17
10	17	17	66

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2. Evaluación sensorial de comparación múltiple.

La evaluación sensorial de cup – cakes se realizó con un panel de 30 consumidores potenciales aplicando una prueba de comparación múltiple a un nivel del 95% con un análisis de varianza y diferencia mínima significativa con una prueba de medias (Espinoza, 2003), evaluando la aceptación general.

3.5.3 Selección de porcentaje de sustitución de grasa por Goma de Chía y Linaza.

Para este paso se aplicó el análisis de varianza de un solo factor sustituyendo la grasa por goma de Chía en distintos porcentajes.

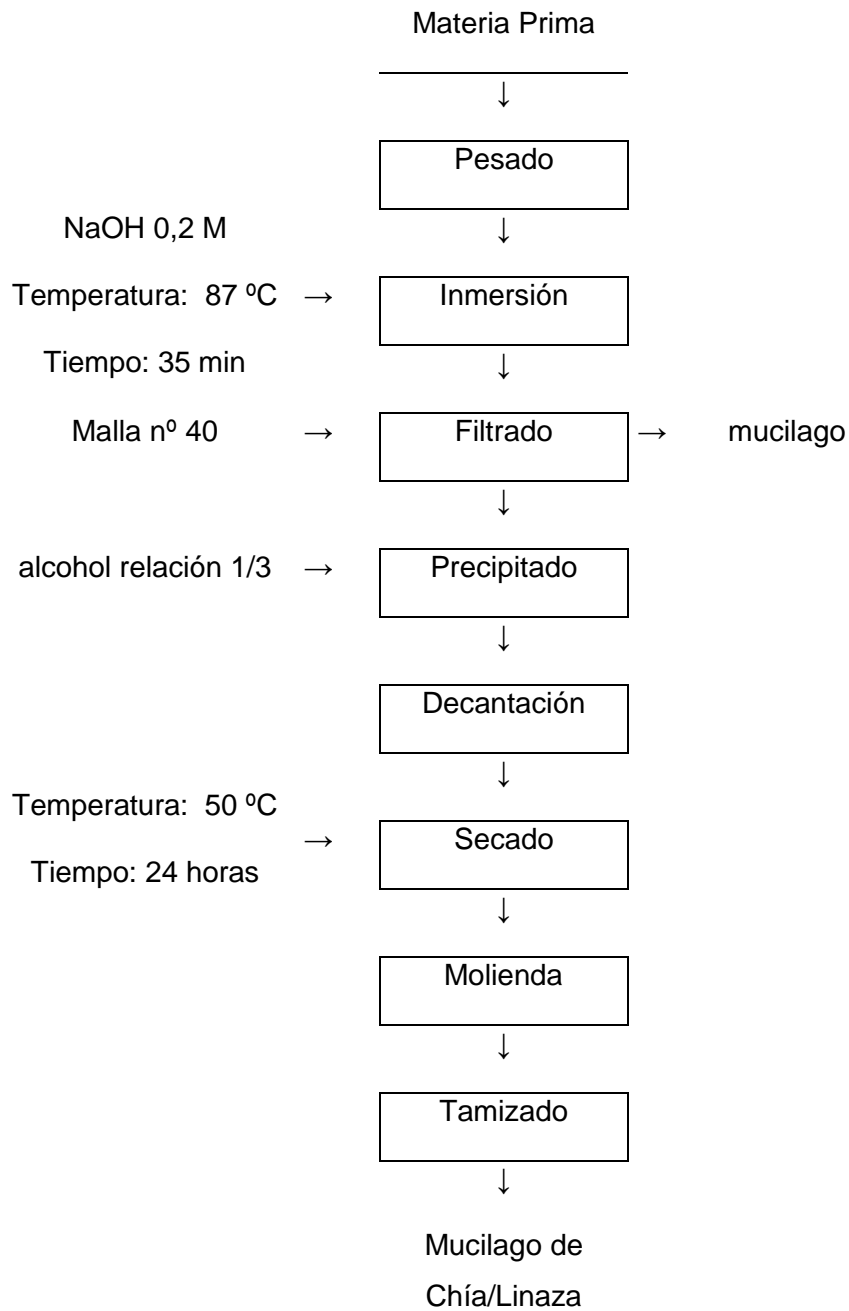


Figura 4. Flujograma de proceso de elaboración de cup cakes
Adaptado de Muñoz, L. (2010).

3.5.3.1. Materia prima.

Se verificó que las semillas se encuentren en buen estado y en una medida uniforme en cuanto a tamaño y peso para ello se seleccionó la semilla de manera visual.

3.5.3.2. Pesado

Una vez escogida la semilla se llevó a la mesa de trabajo para su debido pesado agrupándolos en 50 gr de muestra de chía.

3.5.3.3. Inmersión

Una vez tenido las muestras de 50 gr de chía se realizó la inmersión en solución de NaOH a 0,2 M, para posteriormente ser colocadas a baño maría a 90 °C durante 35 minutos.

3.5.3.4. Filtrado.

En este proceso de filtrado se obtuvo la solución que captura el mucilago y se utilizó la malla numero 40 agitando suavemente para hacer un filtrado correcto.

3.5.3.5. Precipitado.

Para el proceso de precipitado, se tomó la muestra extraída y luego se agregó etanol de 96° en una relación de 1/3 (muestra/alcohol). Luego de esta precipitación se hizo reposar en una refrigeradora durante 24 horas.

3.5.3.6. Decantación.

Para la separación del sólido se pasó por el proceso de decantado utilizando el papel filtro y embudo buchner. El papel filtro retuvo el mucilago de chía.

3.5.3.7. Secado

En esta operación de secado se pasó a una estufa a 50 °C por 24 horas.

3.5.3.8. Molienda.

Previamente esterilizado el mortero se colocó las muestras de mucilago y se realizó la operación de molienda en el mortero. Para luego ser pesado.

3.5.3.9. Tamizado.

Para obtener gránulos más finos se realizó el tamizado.

3.5.4. Diseño de Bloques Completamente al Azar.

Para la selección y análisis del efecto de las gomas en los cups – cakes se aplicó un DBCA con dos bloques y dos tratamientos haciendo un numero de 4 pruebas.

Tabla 8.
Diseño de bloques completamente al azar

Tratamiento	Bloques	
	Goma de Linaza	Goma Chía
100%	X	X
50%	X	X

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. análisis fisicoquímico

Los análisis fisicoquímicos se realizaron según las siguientes normas mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9
Análisis proximal para los Cup – cakes.

Análisis	Norma
Humedad	FAO – (1986)
Proteína	NTP – ITINTEC 205.042 (1976)
Grasa	HART y FISHER (1971)
Fibra cruda	FAO (1986)
Cenizas Totales	AOAC 92303 (1995)
Acidez Titulable	NTP ITENTEC 205.039 (1986)
pH	AOAC 943.02 (1995)
Volumen	Medido en probeta (2000)

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6. Análisis sensorial por preferencia.

En esta prueba se preguntó a los panelistas cuál de las muestras codificadas preferían. Se les solicitó que seleccionaran una, incluso si no estuvieran seguros. Las instrucciones y el orden en el que los panelistas debían evaluar las muestras se indicaron en la encuesta.

Las muestras se presentaron simultáneamente, cada panelista evaluó cada muestra solamente una vez. Se les solicitó que al terminar cada muestra tomaran para evitar interferencias con el siguiente producto.

IV. Resultados y Discusiones.

4.1. Selección del grano andino.

4.1.1. Análisis Proximal.

En la siguiente tabla 10 se puede observar el análisis proximal de cada una de las muestras de las cuales el tratamiento 1 con sustitución de quinua presentó un valor levemente mayor en comparación de los demás, seguido de los tratamientos 5, 3 y 8; en cuestión de fibra el tratamiento 2 presentó un valor mayor seguido de los tratamiento 9, y 4 con 6; en respecto a grasa el mayor valor se muestra en el tratamiento 2 seguido de los tratamientos 6, 9 y 3; en función a cenizas el tratamiento 3 fue superior a los tratamientos 10, 6 y 5; en función a la humedad el tratamiento con mayor valor fue 2 seguido de los tratamientos 9 y 4 y finalmente con respecto a carbohidratos el tratamiento con mayor valor fue el tratamiento 2 seguido de los tratamientos 9, 4 y 6; y con respecto al análisis estadístico este no fue significativo ya que el valor "P" fue mayor a 0,05.

Tabla 10.

Composición proximal de cada tratamiento

#	Tratamientos			Composición proximal					
	Q	K	C	% Proteína	% Fibra	% Grasa	% Cenizas	% Humedad	% Carbohidratos
10									
1	0	0	0	13.04	5.57	20.72	2.40	25.57	32.71
2	0	10	0	10.61	5.86	21.69	2.52	26.17	33.15
3	0	0	10	12.30	5.56	21.47	3.06	25.06	32.55
4	50	50	0	11.84	5.71	21.20	2.46	25.87	32.93
5	50	0	50	12.67	5.57	21.09	2.73	25.32	32.63
6	0	50	50	11.46	5.71	21.58	2.79	25.61	32.85
7	33	33	33	11.99	5.66	21.29	2.66	25.60	32.80
8	66	17	17	12.50	5.61	21.01	2.52	25.58	32.78
9	17	66	17	11.29	5.75	21.50	2.59	25.88	33.00
10	17	17	66	12.13	5.61	21.39	2.85	25.33	32.70

Fuente: Elaboración propia.

Según Hernández (2015), la diferencia de proteína hallada en el tratamiento 1 con respecto a las demás muestras es gracias al potencial proteico que contiene la harina de quinua siendo incluso recomendada en la elaboración de productos análogos de carne; con respecto al índice de los demás tratamientos en función a los parámetros analizados según Repo & Encina (2008), los granos andinos son una buena alternativa para la

elaboración de productos horneados ya que estos elevan el contenido de cómo es el caso de carbohidratos, y minerales.

4.1.2. Análisis de Proteínas

El análisis de varianza (tabla 11 y figura 5) con respecto a las proteínas muestra que no existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es mayor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente iguales.

Tabla 11.
Análisis de varianza del % de proteínas

Source	<i>Sum of Squares</i>	df	Mean Square	F-valor	p-valor
Modelo	<i>0.0079</i>	2	0.0039	0.0060	0.9941
Linear Mixture	<i>0.0079</i>	2	0.0039	0.0060	0.9941
Residual	<i>4.63</i>	7	0.6614		
Total	<i>4.64</i>	9			

Fuente: Elaboración propia.

Según Hernández (2015), la diferencia de proteína hallada en el tratamiento 1 con respecto a las demás muestras es gracias al potencial proteico que contiene la harina de quinua siendo incluso recomendada en la elaboración de productos análogos de carne; con respecto al índice de los demás tratamientos en función a los parámetros analizados según Repo & Encina (2008), los granos andinos son una buena alternativa para la elaboración de productos horneados ya que estos elevan el contenido de proteínas.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 1

$$Proteína = 0.119697 * Q + 0.119397 * K + 0.120397 * C \quad (1)$$

Design-Expert® Software
Component Coding: Actual

Proteína (%)
● Design Points
10.61 13.04

X1 = A: Q
X2 = B: K
X3 = C: C

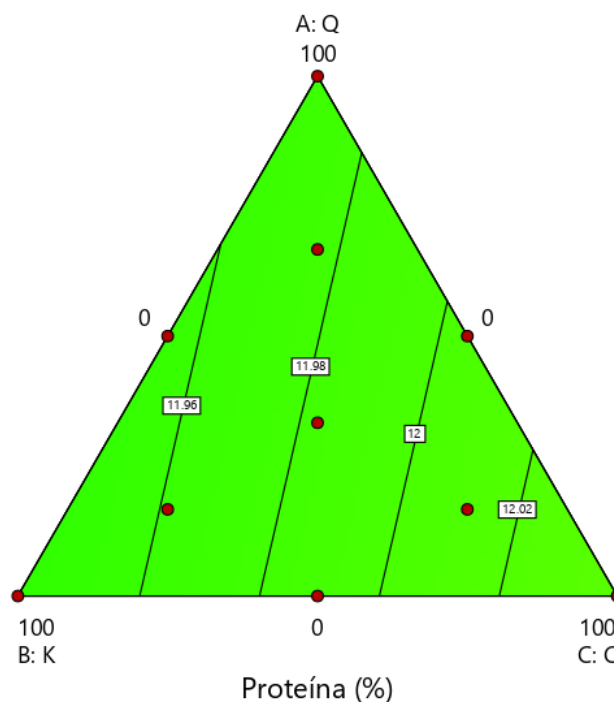


Figura 5. Gráfico de contorno de % de proteínas

4.1.3. Análisis de fibra

El análisis de varianza (tabla 12 y figura 6) con respecto a la fibra muestra que no existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es mayor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente iguales.

Tabla 12.
Análisis de varianza del % de fibra

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.0082	2	0.0041	0.3789	0.6979
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0082	2	0.0041	0.3789	0.6979
Residual	0.0761	7	0.0109		
Cor Total	0.0843	9			

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 2

$$Fibra = 5.70767 * Q + 5.67100 * K + 5.60433 * C \quad (2)$$

Design-Expert® Software
Component Coding: Actual

Fibra (%)
● Design Points
5.56 5.86

X1 = A: Q
X2 = B: K
X3 = C: C

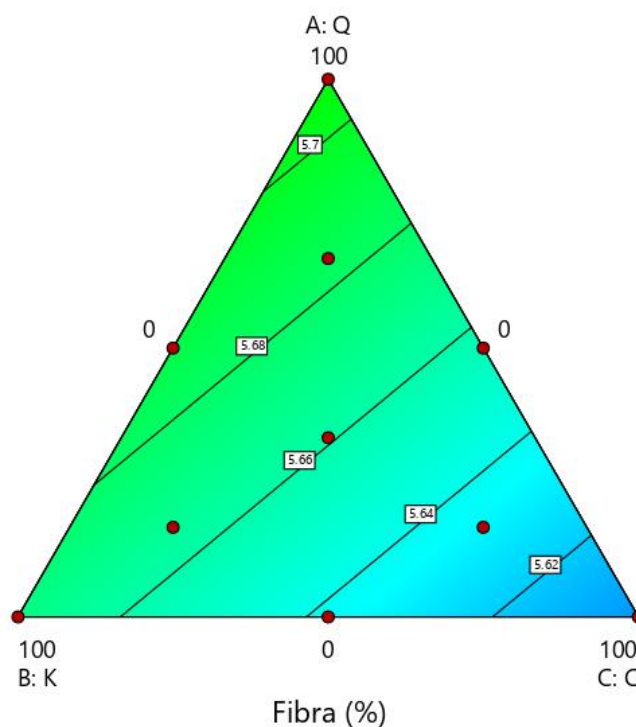


Figura 6. Gráfico de contorno de % de fibra

Según Apaza (2019) el contenido de fibra aportado por los granos andinos es considerada como un buen aporte en la elaboración de productos de panificación.

4.1.4. Análisis de grasa

El análisis de varianza (tabla 13 y figura 6) con respecto al porcentaje de grasa muestra que no existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es menor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente iguales.

Tabla 13.
Análisis de varianza del % de grasa

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.1372	2	0.0686	0.7452	0.5089
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.1372	2	0.0686	0.7452	0.5089
Residual	0.6446	7	0.0921		
Cor Total	0.7818	9			

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 3

$$\text{Grasa} = 21.08956 * Q + 21.27622 * K + 21.51622 * C \quad (3)$$

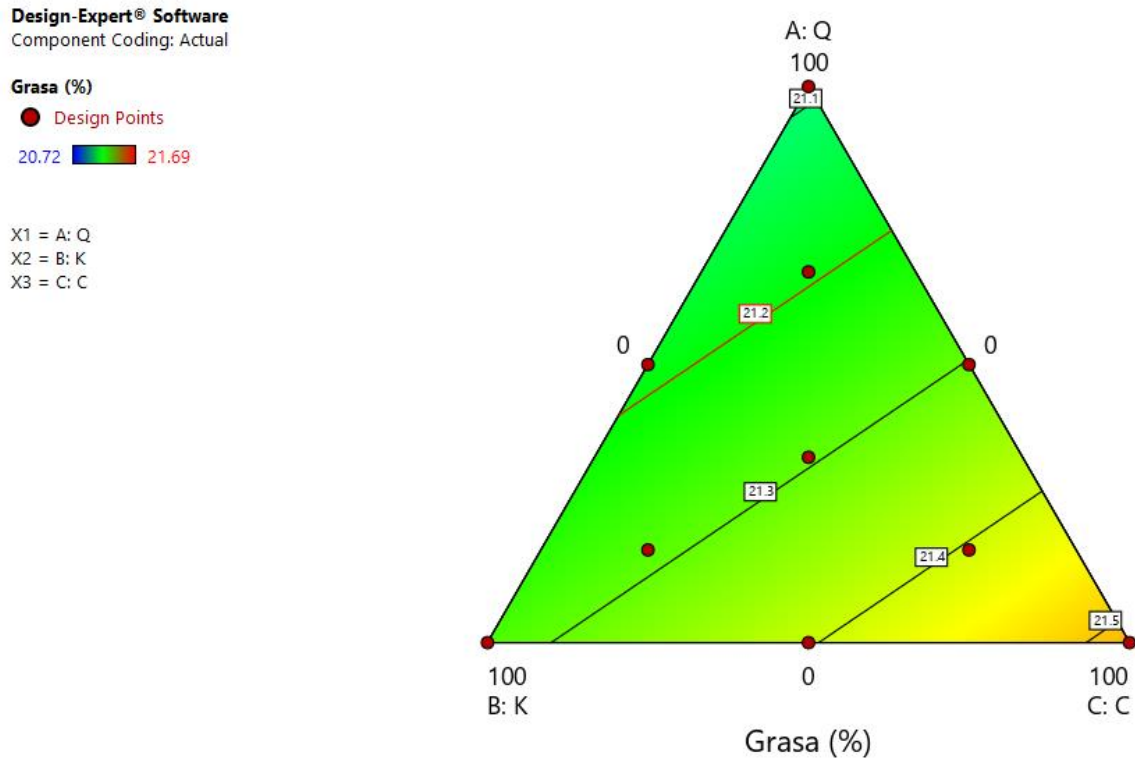


Figura 7. Gráfico de contorno de % de Grasa

Las grasas son los compuestos que otorgan muchas cualidades a los cakes sobre todo en las esponjosidad y textura del producto (Paucar et al., 2016; Silva, 2017); debido al bajo contenido de grasa de los granos andinos (Rojas et al., 2010); se afirma que la adición de granos andinos no influye en los cakes.

4.1.5. Análisis de cenizas

El análisis de varianza (tabla 14 y figura 7) con respecto al porcentaje de cenizas muestra que existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es menor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente diferentes.

Tabla 14.
Análisis de varianza de % de cenizas.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.2908	2	0.1454	12.93	0.0045
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.2908	2	0.1454	12.93	0.0045
Residual	0.0787	7	0.0112		
Cor Total	0.3696	9			

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 4

$$\text{Cenizas} = 2.37467 * Q + 2.60800 * K + 2.991333 * C \quad (4)$$

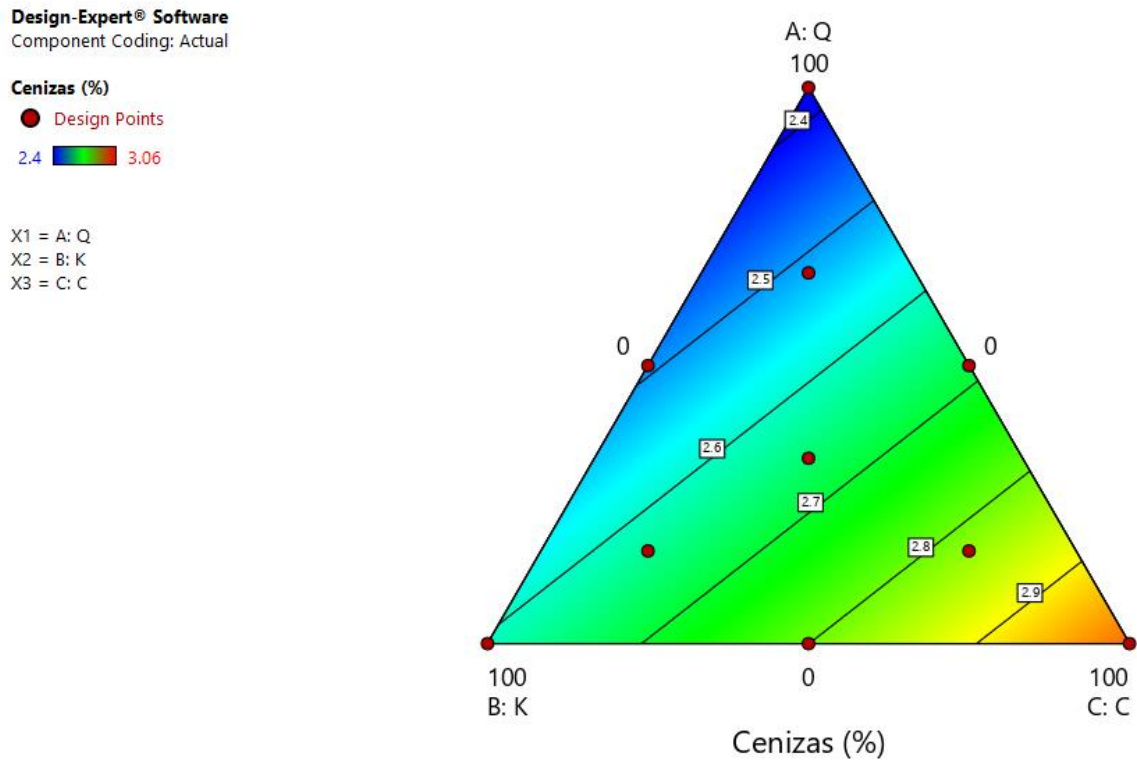


Figura 8. Gráfico de contorno de % de Cenizas

Según Márquez (2014), el contenido de cenizas es variable ya que los granos andinos tienen diferentes porcentajes de contenido.

4.1.6. Análisis de humedad

El análisis de varianza (tabla 15 y figura 8) con respecto a la humedad muestra que no existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es mayor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente iguales.

Tabla 15.
Análisis de varianza del % de humedad

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.9204	2	0.4602	40835.14	< 0.0001
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.9204	2	0.4602	40835.14	< 0.0001
Residual	0.0001	7	0.0000		
Cor Total	0.9205	9			

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 5.

$$\text{Humedad} = 25.57011 * Q + 26.16678 * K + 25.06011 * C \quad (5)$$

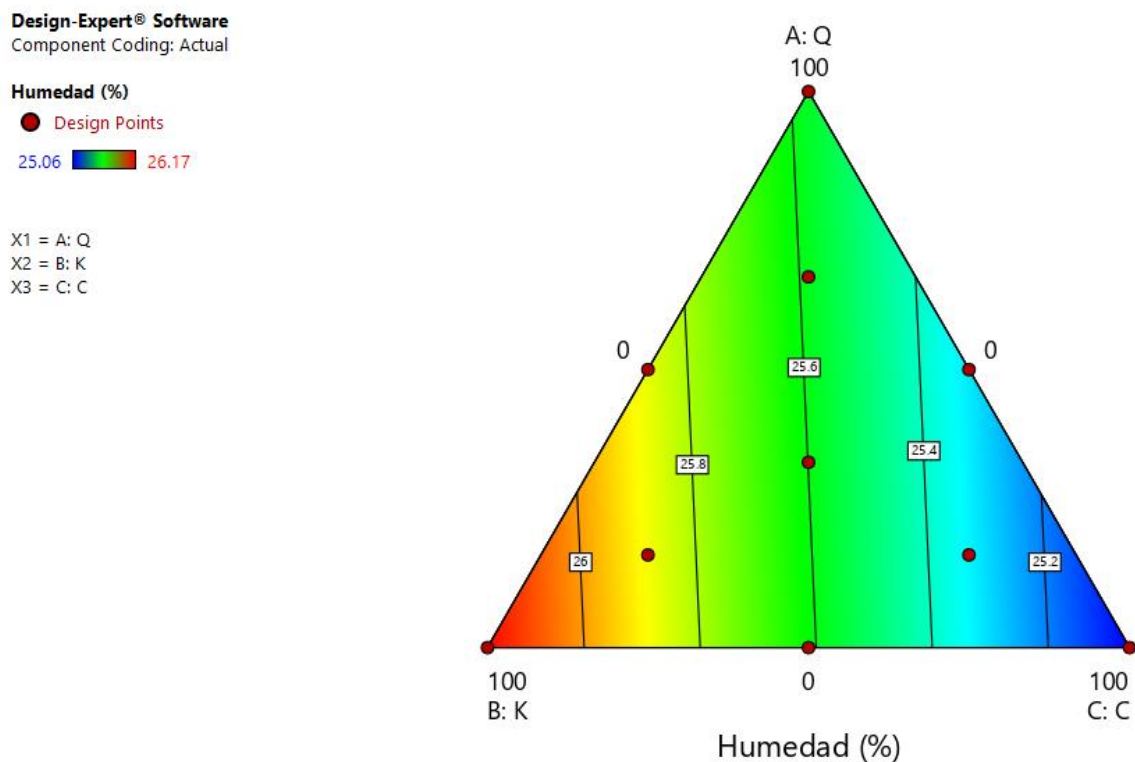


Figura 9. Gráfico de contorno de % de humedad.

4.1.7. Análisis de carbohidratos

El análisis de varianza (tabla 16 y figura 9) con respecto al porcentaje de carbohidratos muestra que no existe diferencia entre las pruebas ya que el nivel de significancia es mayor a 0.05, indicando que las muestras son estadísticamente iguales.

Tabla 16.
Análisis de varianza de % de carbohidratos.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.2896	2	0.1448	844.67	< 0.0001
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.2896	2	0.1448	844.67	< 0.0001
Residual	0.0012	7	0.0002		
Cor Total	0.2908	9			

Fuente: elaboración propia.

Los coeficientes del modelo lineal se muestran en la ecuación 6.

$$\text{Carbohidratos} = 31.71667 * Q + 33.15667 * K + 32.55667 * C \quad (6)$$

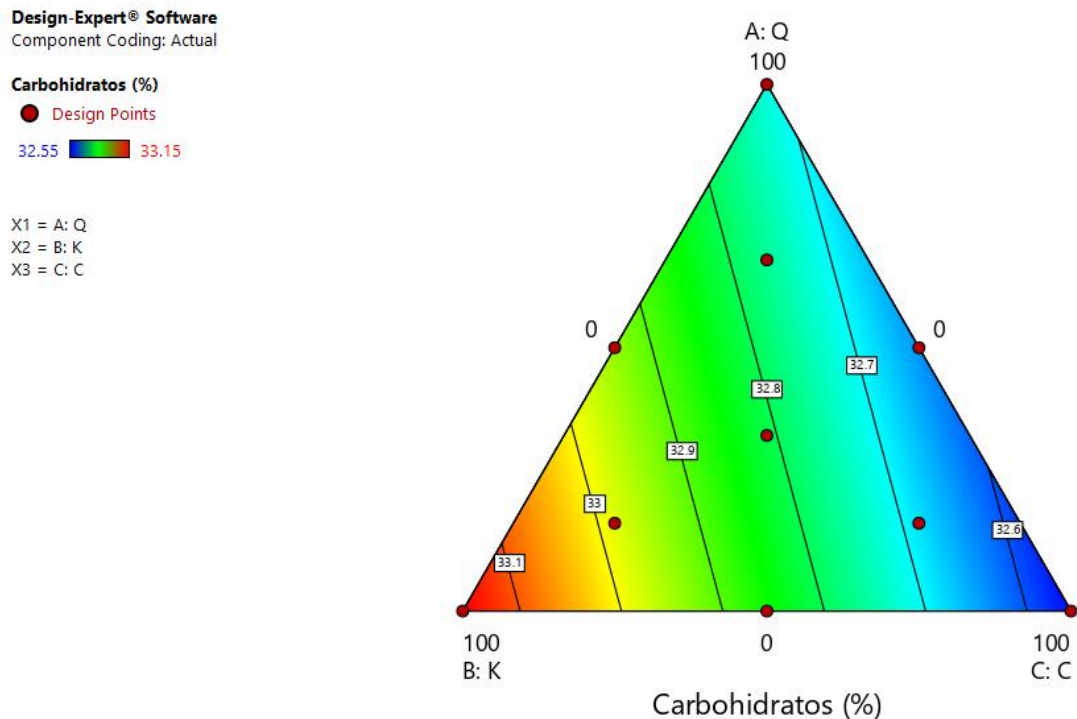


Figura 10. Gráfico de contorno de % de carbohidratos

4.1.8. Análisis sensorial

Los resultados correspondientes al análisis estadístico (valor P) con respecto al análisis sensorial se muestran en la tabla 17 cada uno de los resultados proviene del análisis de varianza con ajuste a los modelos propios del diseño en esta tabla se muestra que el mejor ajuste para la aceptación general se da en el modelo cubico y con respecto a olor, color y sabor al modelo especial cubico mostrando así significancia en cada uno de los atributos sensoriales.

Tabla 17
P – valor de análisis sensorial

Descripción	Valor - P
Aceptación general	0,0052 ^a
Olor	0,0141 ^b
Color	0,0394 ^b
Sabor	0,0012 ^b

Nota: a = Modelo Cubico; b = Modelo Especial Cubico

Para Ortega, Bustamante, Gutiérrez, & Correa (2015), cada modelo nos permite predecir cualquier formulación posible dentro de la región experimental utilizada para ajustar el mismo; encontrando así, la composición de la mezcla que corresponde a un perfil de respuesta óptimo; de este modo cada uno de los ajustes nos permiten tomar una decisión en cada uno de los atributos de los tratamientos desarrollados.

Asimismo, en la figura 11 se puede apreciar la regiones de mayor aceptación en la evaluación sensorial dándonos como respuestas los tratamientos 7 y 8 con respecto a aceptación general; en el olor la región más próxima corresponde al tratamiento 7; con respecto al color al región de aceptación es muy pequeña y en extremos dispersos de modo que este atributo tuvo más rechazos en todas las pruebas a diferencia de los atributos ya mencionados; y finalmente con respecto al sabor la región de aceptación también corresponde al tratamiento 7

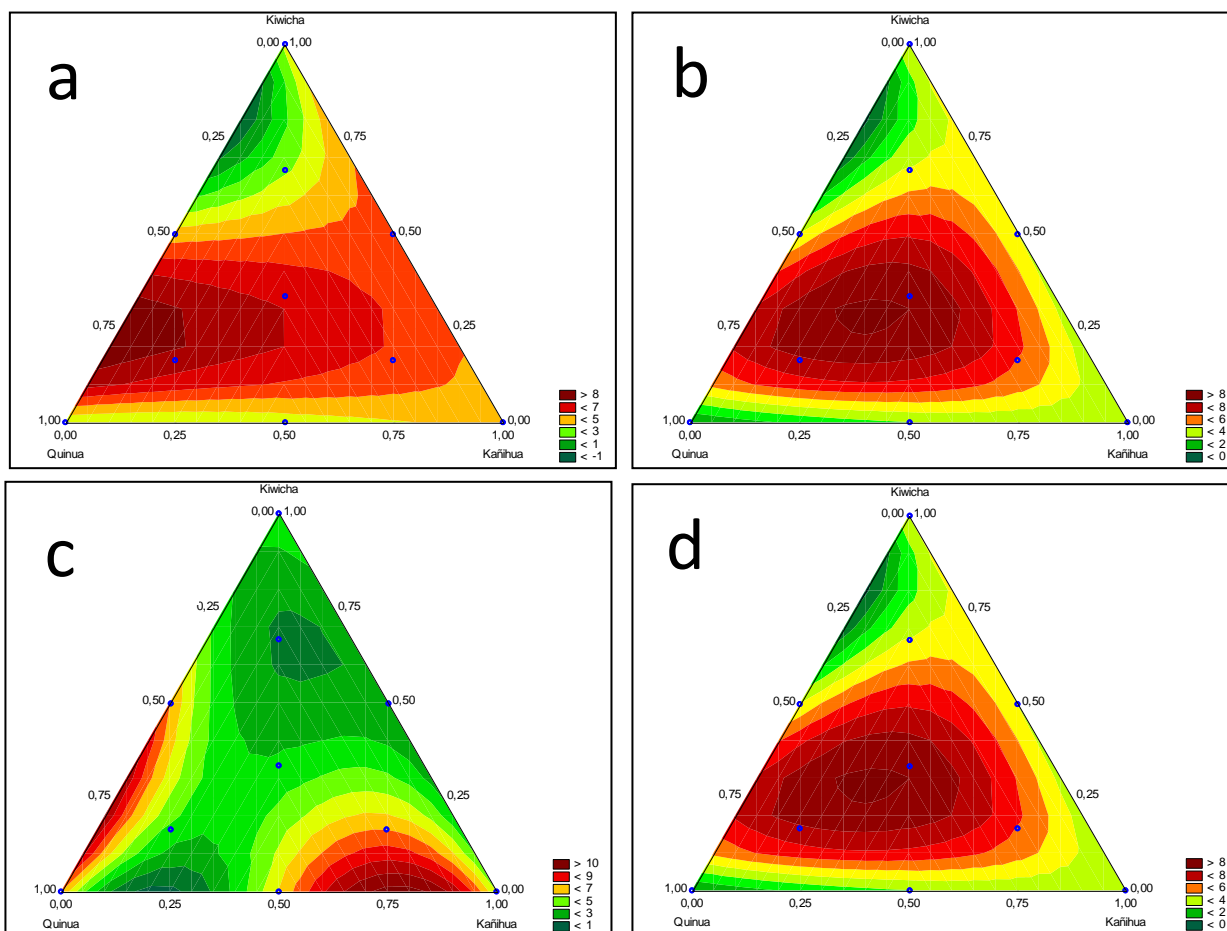


Figura 11. Gráficos de contorno del análisis sensorial. a: Aceptación General; b: Olor; c: Color; d: Sabor

Cada variación en los atributos sensoriales se debe a las distintas variaciones de las formulaciones ya que al reemplazar la harina de trigo por las harinas de granos andinos estas ocasionan cambios que en muchos de los casos son indeseables como ocurrió en algunas investigaciones como cuando se sustituye soja (Paucar et al., 2016); arveja (Guevara, 2016); achira (Torres, 2015); entre otros.

4.2. Selección de porcentaje de sustitución de grasa por Goma de Chía y Linaza.

4.2.1. Análisis Físico

En la tabla 18 se muestran los resultados correspondientes al análisis de físico de las muestras, donde se puede apreciar que las muestras con mayor volumen son las muestras 2 y 4 y quien presento el menor volumen fue la muestra 3 asimismo; las muestras con mayor número de poros fue la muestra 2 seguida de la muestra 4.

Tabla 18
Propiedades físicas de cup - cakes

Muestras	Volumen (mm)	Porosidad		
		Área (mm ²)	Tamaño (mm ²)	Numero de poros
Linaza 100%	23 ± 3,6	0,98 ± 0,003	0,221 ± 0,002	250,8 ± 7,5
Linaza 50%	31,5 ± 5,6	0,87 ± 0,01	0,310 ± 0,001	315, 5 ± 11,3
Chia 100%	14 ± 6,3	0,92 ± 0,52	0,423 ± 0,003	240 ± 12,0
Chia 50%	28,4 ± 1,3	0,87 ± 0,08	0.381 ± 0,002	269,4 ± 8,6

Nota: *DE=Desviación Estándar

Según Cheftel y Cheftel (2000), la formación, el número y el tamaño de poros, se debe a las interacciones en los glicolipidos – almidón (enlaces de hidrogeno) que permiten la retención de los gases formados durante el hinchamiento.

En la figura 12 se puede apreciar los poros formados estos nos muestran que el tratamiento con chía tuvo un mayor tamaño de poro y de forma irregular en comparación a los demás.

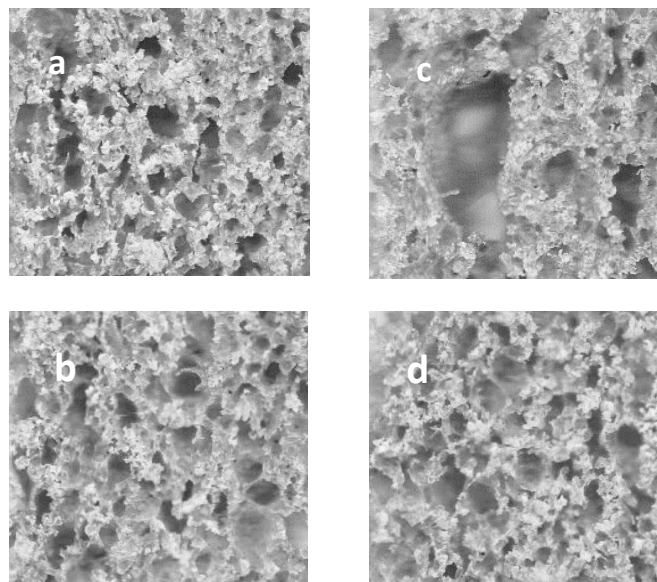


Figura 12. Vision de los poros formados; a: Linaza 100%
 b: Linaza 50%; c: chia 100%; d: chia 50 %

En la tabla 19 se puede apreciar en el análisis de varianza con respecto que tanto las gomas y el porcentaje de sustitución tiene influencia en la elaboración de los cups – cakes, ya que el valor “P” es menor a 0,05; demostrando que existe diferencia entre las muestras.

Tabla 19

Análisis de varianza de la sustitución de grasas por gomas.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Gomas	1	0,36125	0,36125	17,00	0,009
Porcentaje	1	3,78125	3,78125	177,94	0,000
Error	5	0,10625	0,02125		
Falta de ajuste	1	0,03125	0,03125	1,67	0,266
Error puro	4	0,07500	0,01875		
Total	7	4,24875			

Fuente: Elaboración propia

Esto se debe a la sustitución de las gomas por grasa ya que esta le confiere ciertas características funcionales a los cakes. Para Bautista et al. (2007) en su estudio de panes con soya y gomas menciona que las gomas pueden otorgar mayor contenido de fibra y esta influenciar en no solo las características sensoriales, sino que puede modificar características físicas y fisicoquímicas de los productos.

4.2.2. Prueba de Normalidad

Se puede apreciar en las figuras 13 y 14 que existe una distribución normal entre el volumen y poros ya que el valor “P” para el volumen y la porosidad

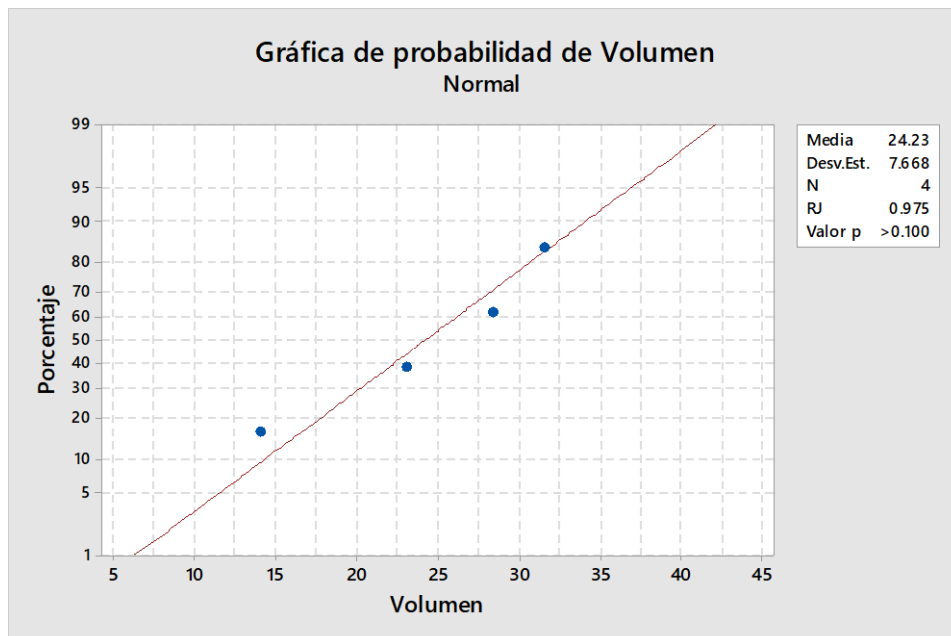


Figura 13. Prueba de normalidad para el volumen

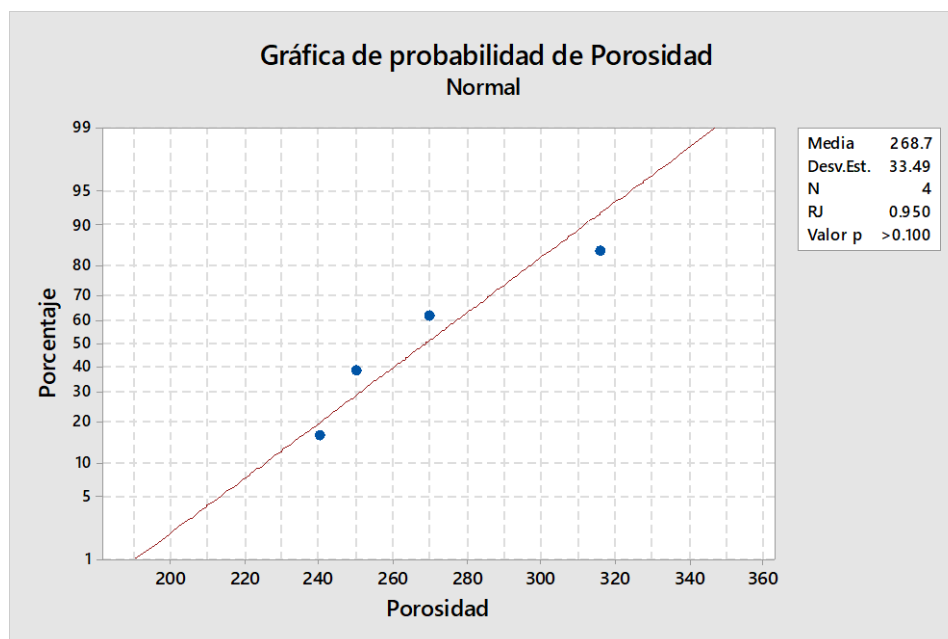


Figura 14. Prueba de normalidad de porosidad

4.2.2. Homogeneidad de varianzas

La tabla 20 nos muestra el análisis de la homogeneidad de varianzas donde los valores “P” obtenidos con respecto al volumen y porosidad fueron mayores a 0,05 mostrando que existen varianzas iguales.

Tabla 20

Homogeneidad de varianzas para las gomas y sustitución.

Descripción	P – Valor	
	Volumen	Porosidad
Gomas	0.571	0.301
% de sustitución	0.416	0.157

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Análisis proximal

Con respecto al análisis proximal de las muestras se puede apreciar una clara reducción del contenido de grasas en el producto final en el cual se destaca que en las muestras que contienen chía son ligeramente superiores a los de las muestras con linaza

Tabla 21

Análisis proximal de cup – cakes con gomas de linaza y chía

Muestras	% proteína	% de fibra	% de grasa	% de cenizas	% de Humedad	% de carbohidratos
Linaza 100%	13.18	7.22	12.49	2.92	28.13	36.05
Linaza 50%	14.24	6.72	6.52	3.16	30.40	38.96
Chia 100%	13.18	5.22	14.49	2.92	28.13	36.05
Chia 50%	14.24	5.72	7.52	3.16	30.40	38.96

4.3. Análisis de preferencia

En las figuras 15 y 16 se muestra los valores obtenidos se puede apreciar que la mayoría de los descriptores se ven más influenciados por las diferentes gomas y porcentajes de sustitución siendo la sustitución con goma de linaza al 50 % que cuenta con mayor aceptación que los demás tratamientos



Figura 15. Prueba de sensorial Chía



Figura 16. Prueba de sensorial Linaza

V. Conclusiones

En primer lugar, se logró obtener cup - cakes con sustitución de la harina de trigo y harina derivado de granos andinos siendo las muestras 7 y 8 las que tienen mayor aceptación bajo análisis sensorial puesto que en comparación al análisis proximal las muestras son estadísticamente iguales.

En segundo lugar, el porcentaje óptimo de la sustitución de grasas es de 50 % presento buenas características en función a la porosidad y al volumen siendo la sustitución de la goma de chía al 100% mayor seguido de 50% de sustitución en ambas gomas.

En tercer lugar, se obtuvo buena aceptación con la sustitución de la grasa por gomas en un 50% de sustitución destacando la goma de chía.

Finalmente, se obtuvo cup – cakes con harinas de granos andinos y gomas obteniendo un producto bajo en grasas y rico en fibras.

Referencias Bibliográficas

- Apaza, M. (2019). Efecto del consumo de cultivos andinos quinua, cañihua y tarwi sobre el incremento de peso y nitrógeno retenido en ratas Wistar Effect. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(3), 194–204.
- Aquino, O., Aramburu, A., Munares, O., Gómez, G., García, E., Donaires, F., & Fiestas, F. (2013). Intervenciones para el control de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 30(2), 5–6.
- Atoche, L., & Garcia, M. (2017). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes*.
- Guevara, S. (2016). Elaboración y evaluación nutricional de cupcake funcional a base de harina de arveja (*Pisum sativum*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*), para fortalecer la dieta diaria. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4947>
- Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus Quinoa, an option for feeding of the diabetes mellitus patient. *Revista Cubana de Endocrinología*, 26(3), 304–312. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>
- Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). La Importancia de los Cultivos Andinos. *Fermentum*, 14–24.
- Márquez, B. (2014). *Cenizas y grasas, teoría del muestreo y refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones*. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mesas, J., & Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307313. <https://doi.org/1135-8122>
- Ortega, D., Bustamante, M., Gutiérrez, D., & Correa, A. (2015). *Mixture experiments in industrial formulations Diseño de mezclas en formulaciones industriales*. 82(189), 149–156.
- Pasquel, A. (2001). Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 8, 1–8. Retrieved from <http://200.48.67.60/links/facultades/alimentarias/v1/1.pdf>
- Paucar, L., Salvador, R., Guillén, J., & Mori, S. (2016). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. *Scientia*

- Agropecuaria*, 7(2), 121–132. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.02.05>
- Poonnakasem, N., Laohasongkram, K., & Chaiwanichsiri, S. (2015). Influence of Hydrocolloids on Batter Properties and Textural Kinetics of Sponge Cake during Storage. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1111/jfq.12167>
- Repo, R., & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amarantus caudatus*). *Sociedad Química Del Perú*, 2, 85–99.
- Rojas, W., Soto, J. L., Pinto, M., Jäger, M., & Padulosi, S. (2010). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. In *Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*.
- Rosado, J. L., Camacho-Solís, R., & Bourges, H. (1999). Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud Pública de México*, 41(2), 130–137. <https://doi.org/10.1590/S0036-36341999000200008>
- Seminario, J. (2004). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación* (U. N. de Cajamarca, Ed.). Lima.
- Silva, M. (2017). *Optimización de cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo (Prosopis pallida)*.
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. In *FAO; ANPE-Perú*.
- Torres, M. (2015). *Elaboración y evaluación nutricional de un cupcake a base de harina de achira (canna edulis) fortificado con harina de garbanzo (Cicer arietinum l) y papaya (Carica papaya)*.
- Collazos, Q. et al.. 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. Lima - Perú.
- Muñoz, L. 2010. Panadería Artesanal: panes, galletitas facturas, budines. 1º ed. Buenos Aires. Editorial Albatros SACI. p. 74-75

Anexos

Anexo A. Análisis Proximal



Grasa



Ceniza

Anexo B. Análisis sensorial



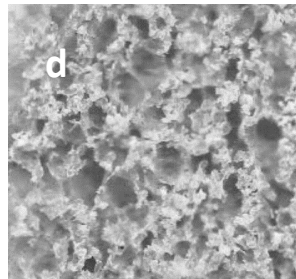
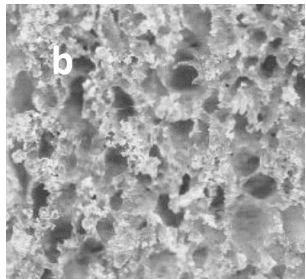
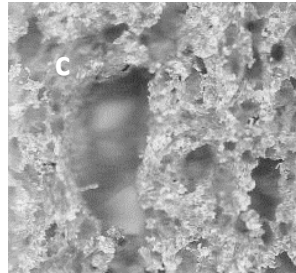
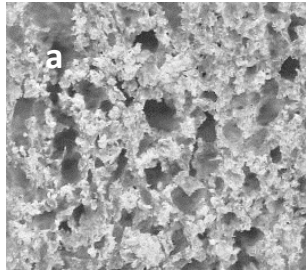
Muestras a evaluar



Evaluación de Jueces



Anexo C. Análisis Físico



Análisis de porosidad