

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO “CUPCAKES” CON LA
INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
VARIEDAD CCN51**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

CHUMACERO RODRIGUEZ MARÍA NELLY

Promoción 2012

TINGO MARÍA – PERU

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062)
561385 Apartado

Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia".

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 005-2021

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 11:00 horas del día 29 de setiembre del 2021, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA-UNAS en la Plataforma Ms Teams, para calificar la tesis presentada por la Bach. **CHUMACERO RODRIGUEZ MARIA NELLY**, titulada:

DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO "CUPCAKE" CON LA INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) VARIEDAD CCN51

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO con el calificativo de MUY BUENO, en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, de conformidad con el artículo 45º numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 29 de setiembre del 2021

Ing. Eduardo A. Cáceres Almenara

Presidente

Ing. Raida L. Matos Bustamante

Miembro

Ing. Alfredo A. Carmona Ruiz

Miembro

Ing. Yolanda J. Ramírez Trujillo

Asesora

Ing. Víctor E. Condori Rondan

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 036 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO “CUPCAKES” CON LA INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACAO (Theobroma cacao L.) VARIEDAD CCN51	CHUMACERO RODRIGUEZ MARÍA NELLY	21% Veintiuno

Tingo María, 23 de febrero de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO “CUPCAKE” CON LA
INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
VARIEDAD CCN51.

Autora : Maria Nelly Chumacero Rodriguez

Asesores : Ing. Ramírez Trujillo Yolanda Jesús
: Ing. Víctor Condori Roldan

Programa de investigación : Ingeniería alimentos

Línea de investigación : Ingeniería alimentos

Eje temático alimentarios : Diseño y Desarrollo de Nuevos alimentos

Lugar de ejecución : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Duración : 6 meses

Financiamiento : S/. **3715.90**

Tingo María – Perú

2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maria Nelly Chumacero Rodriguez'.



VICERRECTORA DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA OBTENCION DEL TITULO UNIVERSITARIO

1. DATOS GENERALES DE PREPAGO

Universidad : Universidad Nacional agraria de la selva

Facultad : Facultad de ingeniería en industrias alimentarias

Título de la tesis : DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO “CUPCAKE” CON LA INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) VARIEDAD CCN51.

Autor : María Nelly Chumacero Rodríguez

Asesores de Tesis : Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
: Ing. Víctor Condori Roldan

Programa de investigación: Ingeniería alimentos

Línea de investigación : Ingeniería alimentos

Eje temático alimentarios : Diseño y Desarrollo de Nuevos alimentos

Lugar de ejecución : Laboratorio FIIA – UNAS

Duración : Fecha de Inicio : 18/06/2018
: Fecha de termino :23/07/2020

Financiamiento : S/. 3715.90

TINGO MARIA – PERÚ

2021

Bach. María N. Chumacero Rodríguez

Tesista

ING. M. SC. YOLANDA J. RAMIREZ TRUJILLO

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo con toda la humildad que de mi corazón emana, a Dios, creador de todas las cosas, por ser mi guía y por acompañarme en el transcurso de mi vida, dándome fortaleza para continuar en los momentos difíciles, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Silvestre Chumacero Paz y Luz Bertha Rodríguez Córdova, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, constituyéndose en mis pilares fundamentales, al haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mis hermanos Frank, Magali, Mersy, Erli, Junior porque siempre han estado junto a mí, brindándome su apoyo y cariño.

A mi familia en general, por brindarme su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mi gran amigo Ángel Víctor Pino Mandujano porque, gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

AGRADECIMIENTO

- A la Ing° Yolanda Jesús Ramírez Trujillo asesora de tesis, que con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la investigación y sobre todo su amistad brindada en los momentos de la ejecución de la tesis.
- Al Ing° Eduardo Alejandro Cáceres Almenara, presidente del Jurado Calificador por sus aportes y sugerencias para mejorar la presente Tesis.
- A la Ing° Raida Lourdes Mattos Bustamante, miembro de Jurado Calificador, por haber contribuido a través de sus observaciones a mejorar la presente Tesis.
- Al Ing° Alfredo Abelardo Carmona Ruíz, miembro del jurado del presente trabajo por su colaboración para la experimentación y orientación en el análisis estadístico, para la culminación de la Tesis.
- A todos mis profesores del Pregrado por haber contribuido con mi formación profesional y haberme proporcionado los conocimientos necesarios para poder ejecutar mi Tesis.
- A mis amigos y compañeros de la Facultad por la hermosa convivencia durante mis años de estudio.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1. Aspectos generales del cacao	7
2.1.1. Origen y distribución geográfica del cacao.....	7
2.1.2. Generalidades del cacao.....	7
2.1.3. Clasificación taxonómica	8
2.1.4. Descripción botánica	8
2.1.5. Variedad más representativa: Cacao CCN 51.....	9
2.2. Mucilago de cacao	9
2.3. Aspectos generales de la harina.....	11
2.3.1. Definición.....	11
2.3.2. Composición fisicoquímica de la harina de trigo	11
2.4. Generalidades de los pasteles.....	12
2.4.1. Pasteles.....	12
2.4.2. Operaciones importantes del proceso	12
2.4.3. Control de calidad de los pasteles.....	13
2.4.4. Valor nutricional de pasteles con harinas sucedáneas.....	13
2.4.5. Definición del cupcake.....	14
2.4.6. Calidad de los Cupcakes.....	15
2.4.7. Descripción de los insumos.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17

3.2.	Materia prima e insumos.....	17
3.3.	Materiales de laboratorio y reactivos	17
3.3.1.	Materiales de laboratorio	17
3.3.2.	Reactivos.....	18
3.3.3.	Equipos	18
3.4.	Métodos de análisis	18
3.5.	Metodología experimental.....	19
3.5.1.	Extracción del mucilago.....	19
3.5.2.	Elaboración de Cupcakes con mucilago de cacao	21
3.5.3.	Evaluación sensorial.....	24
3.6.	Diseño experimental	24
3.7.	Análisis estadístico	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Extracción y caracterización fisicoquímica del mucilago de cacao	28
4.2.	Características organolépticas de los Cupcakes	31
4.2.1.	Evaluación del color	32
4.2.2.	Evaluación del olor	35
4.2.3.	Evaluación el sabor	38
4.2.4.	Evaluación de la textura	41
4.3.	Elaboración del Cupcake con mucílago de cacao y tiempo óptimo de horneado a 120°C.....	45
	Pesado	47
4.4.	Composición fisicoquímica del Cupcake de mayor aceptación.....	47
V.	CONCLUSIONES.....	56

VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

INDICE DE CUADROS

	Páginas
1. Compuestos presentes en el mucílago de cacao.....	10
2. Composición química del mucílago de cacao	10
3. Composición fisicoquímica de harina de trigo en 100 g de muestra.	11
4. Formulación para 45 cupcakes de 40 gramos cada uno.....	23
5. Rendimiento de la extracción del exudado por el método de presión	28
6. Resultados del análisis fisicoquímico del mucílago de cacao	29
7. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para color de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.....	32
8. Optimización de respuesta al maximizar el color de cupcake con un valor óptimo de 4,2332.	33
9. Pruebas de Tukey para olor de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.....	35
10. Optimización de respuesta al maximizar el olor de cupcake con valor óptimo de 4,41423.	36
11. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para sabor de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.....	39
12. Optimización de respuesta al maximizar el sabor de cupcake con un valor óptimo de 4,30803	40
13. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para textura de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.....	42
14. Optimización de respuesta al maximizar la textura de cupcake con un valor óptimo de 4,3333.	43

15. Balance de materia y rendimiento para elaborar cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao, horneado 25 minutos a 120°C.	47
16. Composición fisicoquímica del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao, horneado 25 minutos a 120°C.	48
17. Prueba de diferencia de Tukey HSD para la acidez titulable por tiempo de almacenamiento.	52
18. Prueba de diferencia de Tukey HSD para el pH por tiempo de almacenamiento.	53
19. Prueba de diferencia de Tukey para el sabor por tiempo de almacenamiento.	54

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
1. Flujograma para la obtención de mucilago de los granos frescos de cacao.	20
2. Flujograma de elaboración de cupcakes.....	22
4. Flujograma para la obtención de mucilago de cacao CCN 51 con balance de materia y rendimiento.....	31
5. Efectos principales del color de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.	33
6. Superficie de respuesta estimada del color de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.....	34
7. Contorno de superficie de respuesta estimada del color de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.	35
8. Efectos principales del olor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.	37
9. Superficie de respuesta estimada del olor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.....	37
10. Contorno de superficie de respuesta estimada del olor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.	38
11. Efectos principales del sabor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.....	40
12. Superficie de respuesta estimada del sabor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.	41
13. Contorno de superficie de respuesta estimada del sabor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.	41

14. Efectos principales de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.....	43
15. Superficie de respuesta estimada de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.	44
16. Contorno de superficie de respuesta estimada de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.	44
17. Flujograma definitivo para elaborar cupcake con mucilago concentrado de cacao con tiempo óptimo de horneado.	46

RESUMEN

La investigación fue realizada en la Universidad Nacional Agraria de la selva, con el objetivo de desarrollar un producto tipo cupcake con la incorporación de mucílago concentrado de cacao. Se extrajo el mucilago por presión manual y se caracterizó fisicoquímicamente, se elaboraron cupcakes incorporando 0, 20, 25, 30 y 35% de mucílago de cacao a 20, 25 y 30 minutos de horneado y temperatura de 120 °C. Las características del mucílago fueron: humedad, $84,5 \pm 0,02\%$; proteína Total $0,24 \pm 0,02\%$; grasa, $0,1 \pm 0,01\%$; hidratos de carbono, $14,63 \pm 0,03\%$; fibra, $0,18 \pm 0,02\%$; ceniza, $0,35 \pm 0,03\%$; pH $3,5 \pm 0,10$; acidez $1,05 \pm 0,04\%$; sólidos solubles (°Brix) $17,1 \pm 0,09\%$; sólidos totales, $15,61 \pm 0,01\%$; Densidad (g/mL) $1,06 \pm 0,02$.

La evaluación del color, olor, sabor y textura de los cupcakes determinó que el mejor tratamiento fue el T4 (35% de mucilago concentrado, horneado a 120°C por 25 minutos).

La composición fisicoquímica del cupcake de mayor aceptación fue: humedad, $21,04 \pm 0,087\%$; proteína $9,71 \pm 0,017\%$; grasa, $16,29 \pm 0,026\%$; hidratos de carbono, $49,77 \pm 0,017\%$; fibra, $1,18 \pm 0,017\%$; ceniza, $2,01 \pm 0,036\%$; pH, $6,00 \pm 0,026$ y acidez, $1,00 \pm 0,026\%$ y evaluado la acidez, pH y sabor en el almacenamiento, este se conserva durante 11 días.

Palabras claves: pasteles, secreciones de plantas, mucilagos, cacao, *Theobroma cacao*.

ABSTRACT

The research was carried out at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, with the objective of developing a cupcake like product with the incorporation of concentrated mucilage from cacao. The mucilage was extracted through manual pressure and its physicochemical characteristics were characterized. Cupcakes were elaborated with the incorporation of 0%, 20%, 25%, 30%, and 35% of the cacao mucilage, at baking times of twenty, twenty five, and thirty minutes, and a temperature of 120 °C. The characteristics of the mucilage were: $84.5 \pm 0.02\%$ humidity; $0.24 \pm 0.02\%$ total protein; $0.1 \pm 0.01\%$ fat; $14.63 \pm 0.03\%$ carbohydrates; $0.18 \pm 0.02\%$ fiber; $0.35 \pm 0.03\%$ ash; 3.5 ± 0.10 pH; $1.05 \pm 0.04\%$ acidity; $17.1 \pm 0.09\%$ soluble solids (°Brix); $15.61 \pm 0.01\%$ total solids; and 1.06 ± 0.02 density (g/mL). From the evaluation of the color, smell, flavor, and texture of the cupcakes it was determined that the best treatment was T4 (35% concentrated mucilage, baked at 120°C for 25 minutes). The physicochemical composition of the cupcake with the greatest acceptance was: $21.04 \pm 0.087\%$ humidity; $9.71 \pm 0.017\%$ protein; $16.29 \pm 0.026\%$ fat; $49.77 \pm 0.017\%$ carbohydrates; $1.18 \pm 0.017\%$ fiber; $2.01 \pm 0.036\%$ ash; 6.00 ± 0.026 pH, and $1.00 \pm 0.026\%$ acidity; and evaluating the acidity, pH, and flavor during storage, it can be conserved for eleven days.

Keywords: pastries, plant secretions, mucilages, cacao, *Theobroma cacao*

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país productor de excelente cacao, con buenas semillas para el chocolate, pero éstas representan apenas el 20% del fruto, los otros componentes, como la cáscara, la pulpa (mucilago) adherida a la semilla, se consideraban residuos. El mucílago comprende el material que cubre las semillas del cacao denominado baba y está contenida por un 10 a 15% de azúcar, pectina 1% y 1,5% de ácido cítrico. La producción de alcohol y ácido acético se da en parte a través de este mucílago durante el proceso de fermentación de las almendras, drenando en un 5 a 7% en forma de exudado (BRAUDEAU, 2001).

El mucilago, hasta los últimos años vino siendo apartado por los agricultores al ser considerado residuo; pero en la actualidad es una revolución dentro de la industria alimenticia debido a que es de gran utilidad en la panadería y pastelería, por lo tanto, las comunidades dedicadas a este negocio obtienen mejores beneficios dentro de la cadena de valor del cacao.

La panificación y pastelería tiene tendencias muy relevantes, siendo en la actualidad uno de ellos, los cupcakes (muffins, magdalenas o quequitos), que son una porción personal de queque del que se tiene registros desde el año 1786. Actualmente estos cupcakes tienen gran popularidad y se producen a gran escala a nivel mundial (OTOYA, 2017).

Teniendo en cuenta que la agroindustria y la industria alimentaria

buscan innovar productos para dar un mayor valor agregado a los mismos, con productos que aún no han sido aprovechados en su totalidad, se ha generado la idea de elaborar un cupcake reformulado que posea características organolépticas propias, con acidez y dulzor proveniente del mucílago que le de aceptabilidad y preferencia para hacerse competitivo en el mercado.

Normalmente el mucílago a pesar de tener un delicioso sabor dulce-ácido es desperdiciado en más de 70 litros por tonelada, sin embargo, se utilizan en países como Brasil, Costa Rica, Colombia, para fabricar productos alimenticios. El mucílago tiene azúcar, pectina, fibra, vitaminas, zinc, magnesio, que debido a su consistencia se puede utilizar como espesante natural, y por su dulzor y acidez, en la formulación de cupcakes, que permita emplear menos carbohidrato y grasa. En nuestro país se utiliza el mucílago de cacao en bebidas alcohólicas y no alcohólicas y en mermelada, pero no se conoce su uso en la industria pastelera, por lo que la elaboración de cupcakes, sería una estrategia para el uso de este subproducto en la industria alimentaria y de esta manera incrementar los ingresos de los productores de cacao, por las razones expuestas en el presente trabajo de investigación nos planteamos los siguientes objetivos:

- Extraer y caracterizar fisicoquímicamente el mucílago de cacao.
- Evaluar las propiedades organolépticas: color, olor, sabor y textura de Cupcakes elaborados con diferentes porcentajes de mucílago de cacao y diferentes temperaturas de horneado.
- Evaluar la composición fisicoquímica del Cupcake de mayor aceptación.
- Evaluar el almacenamiento del cupcake mediante el comportamiento de la acidez, pH y sabor.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del cacao

2.1.1. Origen y distribución geográfica del cacao

El Cacao hace 2000 años antes de cristo se originó en las partes altas de la amazonia, siendo las regiones principales donde hoy se ubican los países que adaptaron el consumo humano y el comercio de cacao: Honduras, México y Guatemala, a nivel mundial existe tres genéticas de cacao; Criollo, Trinitario y Forastero, en ecuador está el cacao nacional que se descubrió en el siglo XVIII que se diferencia por ser nativo, por su corta fermentación, teniendo un buen aroma y sabor suave, tienen su origen en las laderas de la cordillera de los andes (JÁCOME 2018).

2.1.2. Generalidades del cacao

Es una planta verde con gran importancia a nivel mundial en la industria y el comercio, el primer nombre asignado fue "*Amygdalae pecuniaria*" porque las semillas secas lo vinculaban con el dinero, luego le dieron el nombre de cacao *Theobroma* que significaba cacao, alimento de los dioses (SALOMON 2012).

Es una planta capaz de dar sombra, con sus tallos que alcanza 4 a 10 metros de longitud, dan frutos a partir de 3 años y su capacidad producir y su abastecimiento económico es 8 a 9 años, las mazorcas se desarrollan en su leño

y brotes, sus frutos son llamadas mazorcas que miden entre 15 a 25 centímetros, con un diámetro de 8 a 13 centímetros, cuando está maduro el fruto de cacao contiene de 20 a 50 almendras pegados en una placenta que están cubiertas con baba llamado mucilago (ZULMA 2019).

Nuestro país cuenta con tres regiones y entre los lugares donde se cultiva el cacao se tienen: Huánuco, Pasco, Madre de Dios, Junín, Ucayali, Ayacucho, San Martín y Cuzco (QUINTOS, 2018).

2.1.3. Clasificación taxonómica

Según JÁCOME (2018) la clasificación taxonómica del cacao es:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta (plantas vasculares)
División	: Magnoliophyta (plantas con flores)
Clase	: Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	: Dilleniidae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Subfamilia	: Byttnerioideae
Género	: Teobroma
Nombre científico	: <i>Teobroma cacao</i> L.

2.1.4. Descripción botánica

Es una planta mediana entre 4 a 10 metros en algunos casos crecen hasta 20 metros raíz pivotante, hojas color verde, las flores se presentan por racimos, los mismos que son fecundados durante el día, las mazorcas crecen en

racimos en su forma esférica a elíptica alargadas, con una superficie rugosa o lisa, su coloración varía de acuerdo con el proceso de maduración de verde a amarillo, naranja o morado eso se da cuando el fruto está maduro, la almendra se encuentra cubierto con arilo dentro de las vallas que varían (forma, espesor, rugosidad, color, tamaño), según su origen genético de 20 a 50 almendras en eje central en la placenta (ROJAS y ROJAS, 2018).

2.1.5. Variedad más representativa: Cacao CCN 51

El CCN 51 (Colección Castro Naranjal), es clonado en Ecuador en el año 2005, la pulpa tiene características organolépticas de buen sabor y de color blanco, semilla aromática después del sacado, tiene alta productividad, con mayor rendimiento comparando con otras variedades tradicionales y es tolerante a las enfermedades (QUIMBITA, 2013).

2.2. Mucilago de cacao

Los granos de cacao se encuentran rodeados por una pulpa aromática que se le conoce como mucilago, sustancia viscosa dentro de la mazorca de cacao rico en dulzor por la presencia de distintos azúcares, está compuesto por células esponjosas parenquimatosas, que contienen sacarosa, glucosa y fructosa, minerales como potasio, sodio, calcio y magnesio (MOROCHO, 2018).

El mucilago, aporta un agradable sabor y olor a otros alimentos cuando se utilizan como ingrediente es por esta razón que ya se vienen aprovechando en la Industria Alimentaria en productos como: néctar, bebidas alcohólicas, jaleas y mermeladas, este subproducto del cacao ya es usado en la

industria alimentaria y la agroindustria en diferentes países como Costa Rica, Brasil, Colombia y Ecuador (CHRISTIAN, 2016).

En el Cuadro 1 se presenta los compuestos presentes en el mucílago de cacao y en el Cuadro 2, la composición química del mucílago de cacao.

Cuadro 1. Compuestos presentes en el mucílago de cacao.

Compuesto	Contenido (%)
Azúcares	10 -13
Pentosas	2-3
Ácido cítrico	1-2
Sales	8-10
Agua	80

Fuente: CHRISTIAN (2016).

Cuadro 2. Composición química del mucílago de cacao

Parámetros	Variedad Nacional	Variedad CCN-51
Humedad (%)	82,84	82,92
Proteína (%)	0,78	0,62
Grasa (%)	0,00	0,00
Ceniza (%)	0,55	0,44
Fibra	0,00	0,00
Carbohidratos totales (%)	15,83	16,02
Energía (Kcal/100 g):	66,44	66,56
Acidez (% como ácido cítrico)	0,54	0,79
Sólidos solubles (%)	15,80±0,85	16,00±0,85
pH (20°C)	4.45±0.13	3.44±0.13

Fuente: MEJÍA y ARGÜELLO (2000).

2.3. Aspectos generales de la harina

2.3.1. Definición

Para eliminar la mayor cantidad de germen y cascarilla del trigo (maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco) es necesario realizar el proceso de pulverización de este, para así obtener la harina. Con lo restante se llega a obtener un adecuado grano fino, mediante el proceso de trituración, contiene almidón entre 65 a 70%, su valor nutritivo tiene 9 a 14% de proteína siendo más importante la gliadina y la glutenina, tiene otros componentes como la celulosa, azúcares y grasas. El trigo tiene sus propias características como: olor, color, sabor, fuerza, tolerancia al agua (OTOYA, 2017).

2.3.2. Composición fisicoquímica de la harina de trigo

La composición fisicoquímica se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición fisicoquímica de harina de trigo en 100 g de muestra.

Componente	Porcentaje
Almidón	60-72
Humedad	14-16
Proteínas	8-14
Otros componentes	1-4
Azúcares	1-2
Grasas	1,2-1,4
Minerales	0,4-0,6
Celulosa, vitaminas, enzimas y ácidos	---

Fuente: Huamán *et al.* (2018)

2.4. Generalidades de los pasteles

2.4.1. Pasteles

La pastelería y repostería es aquella actividad productiva que elabora productos alimenticios a base de harina fermentada o no fermentada, ingredientes básicos: harina margarina, agua, con levadura y sin levadura sometidas a una cocción, donde el azúcar entra en su composición para orientar el sabor hacia el lado dulce o para mejorar otras características sensoriales y fisicoquímicas y la sal se incorpora en la composición para conferirles un típico sabor salado o resaltar el sabor de otros ingredientes, utilizando el calor convencional mediante el proceso de horneado o cocción (DIGESA, 2011).

2.4.2. Operaciones importantes del proceso

Cremado

Es una acción mecánica mediante una batidora cumpliendo una función importante en cremar la margarina el azúcar, haciendo fricción entre ambos encontrando pequeños cristales de azúcar logrando de formar burbujas de aire generando volumen, suavidad esponjosidad, sabor y cremosidad teniendo en cuenta que un buen cremado bien airado se consigue un cupcakes apetecible y agradable (ARELLANOS y ROJAS 2017).

Mezclado

Consiste en introducir todos los insumos, es necesario la incorporación de aire para que se formen las burbujas que se expanden más al aumentarse la temperatura durante la cocción y proporcionar un volumen y una excelente estructura cuando se elaboran productos de pastelería y bollería (magdalenas, buffis y cupcake) se realizan con el fin de crear nuevos productos

de calidad y con alto valor nutricional (ARELLANOS y ROJAS 2017).

Horneado

Mientras la masa se encuentre en el horno, ésta se expande a causa de los gases provocados por el polvo de hornear, la estructura se vuelve a afirmar por gelificación del almidón, la coagulación del huevo, también se incrementa la coloración por la reacción el Mayllard y hay pérdida de humedad (FERNANDEZ y VILCA 2014).

2.4.3. Control de calidad de los pasteles

Los pasteles se ven afectados por el enmohecimiento debido a sus componentes que están en la formulación del producto, sabiendo que la masa pasa por un procedimiento de calor del horneado, eso no quiere decir que el microorganismo no integre a los pasteles teniendo en cuenta que los mohos también pueden ingresar al producto horneado como consecuencia del manejo y el medio ambiente, estos pueden circular por el espacio favorecidos por la humedad encontrados por el aire, hay microorganismo llamados moho del pan (*Rhizopus stolonifer*) o el moho rojo de pan (*Neurospora sitophila*), también se ven favorecidos por la condición de almacenamiento donde se deben considerar a temperaturas por encima de la de refrigeración; en los pasteles dulces la falta de humedad y la alta concentración de azúcares evitan o retardan la proliferación de microorganismos (JURADO y NAKASATO, 2015).

2.4.4. Valor nutricional de pasteles con harinas sucedáneas

La situación nutricional alimenticia es un problema a nivel mundial por el déficit de proteínas, fibras y energía para los niños y adultos mayores,

varios países están preocupados de como poder erradicar las insuficiencias nutricionales y construir nuevas estrategias para variar la forma de alimentaria sobre todo en desayunos, ante esta situación son usados panquecas de trigo como pan de cada día. Para tener un mejor equilibrio de alimentación es necesario variar la forma de como disminuir el valor nutricional, para ello es necesario incrementar el valor nutricional adicionándole frutas y verduras, haciendo una combinación correcta para una dieta balanceada con vitaminas, fibra natural. También la calidad se evalúa mediante análisis sensoriales (SCIAMMARO *et al.*,2015).

Mediante el secado de los granos y vainas se obtienen las harinas sucedáneas, que sustituyen a la harina de trigo en diferentes productos y constituyen insumos efectivos en la elaboración de pasteles dulces, magdalenas, galletas y cupcakes contribuyendo a la capacidad de tener alto contenido energético o ser un buen potenciador del atributo sensorial mediante el mejoramiento del sabor y aroma. Las mezclas con diversas harinas como de la algarrobina en grano mejoran la presentación de los pasteles dulces ya que permiten que adquieran un gran porcentaje de valor nutricional que muchas veces son muy inestables, es decir son productos poco estables por su bajo porcentaje en peso o volumen y poco estable durante el almacenamiento, en los pasteles proporcionan fibra dietética, minerales, ácidos grasos, omega 6 y omega 9 (SCIAMMARO *et al.*, 2015).

2.4.5. Definición del cupcake

El nombre del cupcake se originó en los estadounidenses quienes dieron este nombre a la taza de barro o cerámica individual en función al cual se

medían todos los ingredientes para elaborar pequeños pasteles individuales hecho a base de harina de trigo, margarina, azúcar y huevo; se le considera un pastel que contiene abundantes minerales, calcio, fósforo y hierro, también posee propiedades nutritivas y saludables (PAREDES y LOPEZ, 2018).

2.4.6. Calidad de los Cupcakes

Son los insumos (harina pastelera, Margarina, leche y huevos) son los insumos que definen las propiedades nutricionales y energéticas, ya que aportan hidratos de carbono, fibra, vitaminas y minerales entre otros, haciendo una comparación con pan común contiene elevadas calorías es baja en fibras. En la pastelería industrial son elaborados con ingredientes como fruta seca u otros que contienen proteínas biológicas debido a la adición de huevo y leche (VILLANUEVA, 2015).

2.4.7. Descripción de los insumos

Azúcar

Actúa y contribuye con el ablandamiento de la masa al igual que una grasa vegetal, en los productos después del proceso de horneado, también tiene como atributo importante la retención de humedad, actúa como un conservante en los productos terminados por la propiedad higroscópica, formando una corteza firme y compacta por ejemplo en los cupcakes durante el horneado se produce la caramelización debido a la reacción de Maillard entre azúcares reductores y proteínas de la harina (ANTICONA, 2017).

Huevo

Actúa como ligante dando suavidad y contribuyendo a incrementar

la untuosidad por su efecto de emulgente, con capacidad de formar nieve de burbuja al capturar el aire con las claras y yemas de los huevos, la formación de emulsionantes gracias a la yema estabiliza la corteza del coagulante de las proteínas y ayuda a ligar el agua (CONDE, 2019).

Polvo de hornear

Actúa como agente esponjante que incrementa el volumen de la masa durante la maduración y el horneado, obteniéndose un producto esponjado por la presencia del calor que libera agua y dióxido de carbono que queda atrapado en el producto final dándole características deseadas (CONDE, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en la ciudad de Tingo María, con temperatura entre 17°C y 35°C, con 83,5% de humedad relativa, se trabajó en los ambientes del Laboratorio de Ingeniería de los Alimentos y Laboratorio de Harinas y sucedáneos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, ubicada a 660 msnm, 09° 17' 08" de latitud Sur, a 75° 59' 52" de latitud Oeste, en el distrito de Rupa rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco.

3.2. Materia prima e insumos

Se utilizó mucílago de cacao de la variedad CCN51 acopiado en las parcelas de cacao del fundo "La Victoria", Aucayacu.

Harina de trigo, mantequilla, huevos, polvo de hornear, leche, azúcar, emulsionante adquiridas en las tiendas comerciales de la ciudad de Tingo María.

3.3. Materiales de laboratorio y reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio

Balones de 250 mL; pipetas de 1, 25, 50 mL; crisoles de porcelana, gradillas, placas Petri, tubos de ensayo, vasos de vidrio de 50, 100, 250, 500, 4000 mL; vasos para fibra cruda de 600 mL; campanas de desecación;

pesafiltros; probetas de 50, 100 y 500 mL; papel filtro Whatman N° 42, papel para filtración rápida, papel filtro sin ceniza N°42; capsula magnética; crisoles de porcelana; pinzas metálicas; embudo de vidrio.

3.3.2. Reactivos

Ácido ascórbico 4%; ácido cítrico; sulfitos; ácido sulfúrico 98% y 1,25%; hidróxido de sodio 0,1N 1,6% y 32%; benzoato de sodio al 0,1N; alcohol 96%; hexano, capacidad vol. 2,51; marca Merck Peruana S.A.; éter de petróleo; solución catalizadora (sulfato de sodio, sulfato de cobre y óxido de selenio).

3.3.3. Equipos

Batidora industrial Peruana Nova, Modelo 15L, Voltio 220, motor N°33080014. Horno Industrial Peruano, Marca Nova, modelo 1301144, motor 13036120, voltio 220, número de ventilado 33070060, quemador beckett n°130326-05004, dimensiones, balanza electrónica marca Dhaus capacidad máxima 6000 g, Tamices, tazones de acero inoxidable, espátula, mesa.

3.4. Métodos de análisis

Para determinar las características fisicoquímicas se utilizaron los siguientes métodos:

- Acidez (Método N.T.C 4623. 1999).
- pH (Método A.O.A.C 981.12, 1990).
- Humedad (Método A.O.A.C 930.04 1997).

- Proteína: AOAC 984.13, 18th Ed
- Grasa: método 935.60 AOAC (1997). NTP 205.006:1980
- Ceniza: AOAC 935.39, 18th Ed.
- Carbohidratos: por diferencia (HART y FISHER, 1991).
- Sólidos solubles (Método N.T.C 4624 1999).

Análisis sensorial

Mediante pruebas sensoriales de aceptabilidad y preferencia manifestado por el grado de satisfacción con escala hedónica estructurada de cinco puntos según ANZALDÚA-MORALES (1994) y UREÑA, *et. al* (1999).

3.5. Metodología experimental

La metodología experimental se dividió en dos etapas bien definidas:

3.5.1. Extracción del mucilago

El proceso de obtención del mucílago de cacao se presenta en la Figura 1.

Las mazorcas de cacao CCN-51 fueron cosechadas en forma manual con el uso de tijeras, considerando el estado de madurez y la apariencia física (color amarillo-rojizo, libre de daños y sin golpes), operación realizada 24 horas antes de su procesamiento.

Transporte

El transporte de las mazorcas se realizó en baldes de plástico.

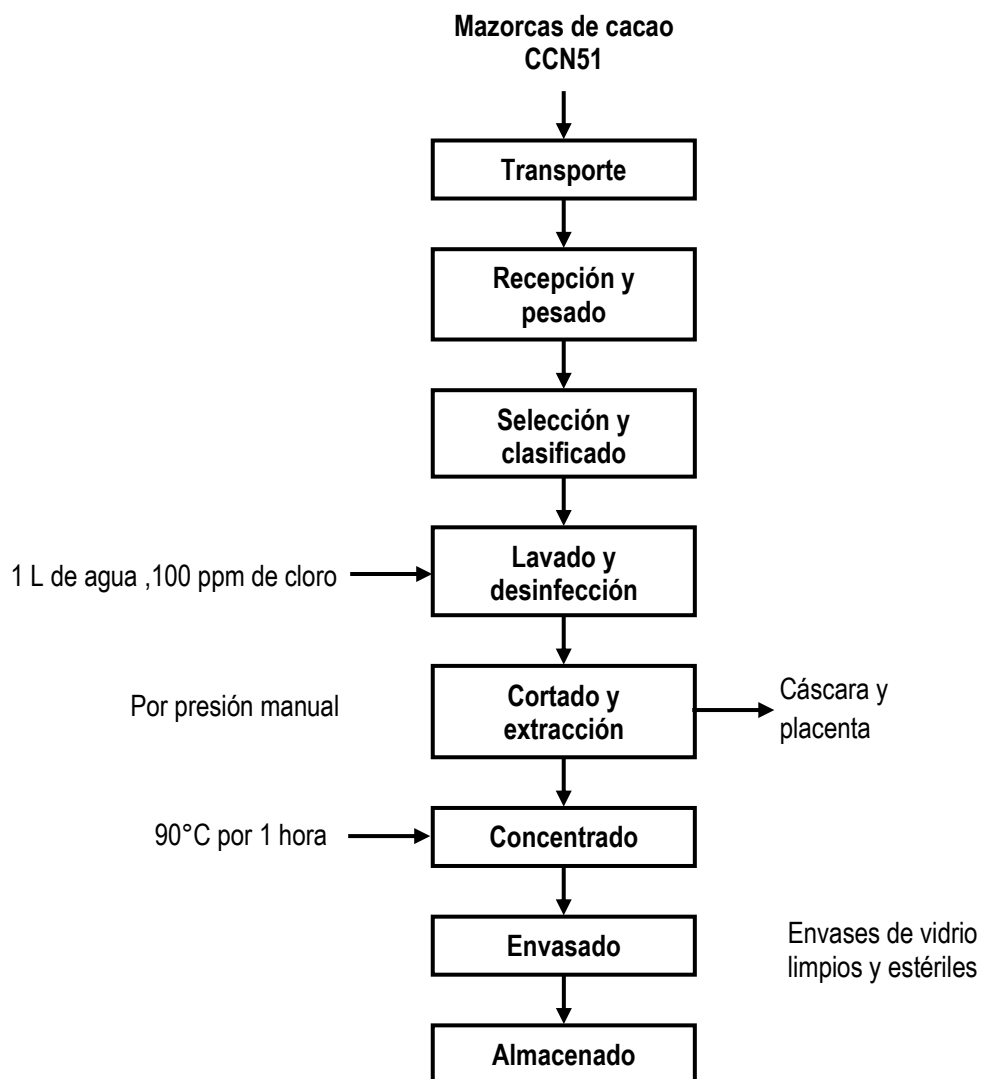


Figura 1. Flujograma para la obtención de mucilago de los granos frescos de cacao.

Recepción y pesado

Las mazorcas fueron recepcionadas y pesadas en una balanza marca UWE, modelo 30KE, con capacidad de 30 kg.

Selección y clasificado

La selección se realizó considerando la no presencia de defectos por maltrato, por cortes inadecuados o por plagas. Se seleccionaron las mazorcas

sanas, descartando los que presentan signos de deterioro biológico o mecánico

Lavado y desinfectado

Se lavó con agua corriente, eliminando por completo la suciedad de la mazorca, luego fueron lavados con agua potable, desinfectándose con agua clorada a 100 ppm de cloro siendo luego enjuagadas con agua potable.

Cortado y extracción

Para el corte se utilizó un cuchillo de acero inoxidable haciendo dos cortes: transversal y longitudinal. Las almendras de cacao unidas a la placenta fueron separadas de forma manual y colocadas en un recipiente de acero inoxidable. Se utilizaron 40 mazorcas de cacao para la extracción del mucílago de cacao. Extraídas las almendras y la placenta se colocaron en un tamiz de acero inoxidable de 35 cm de diámetro, con malla de orificios circulares de 2 mm de diámetro y se sometió a presión manual con el fin de acelerar el escurrido.

Concentrado

El mucilago extraído fue concentrado en una olla de acero inoxidable a 90 °C durante una hora evitando que el producto llegue a ebullición.

Envasado

El mucilago concentrado de envasó en frascos de vidrio limpios y esterilizados con tapa rosca.

Almacenado

El mucilago concentrado envasado se almacenó a temperatura de refrigeración.

3.5.2. Elaboración de Cupcakes con mucilago de cacao

El proceso de obtención se presenta en el flujograma de la Figura 2.

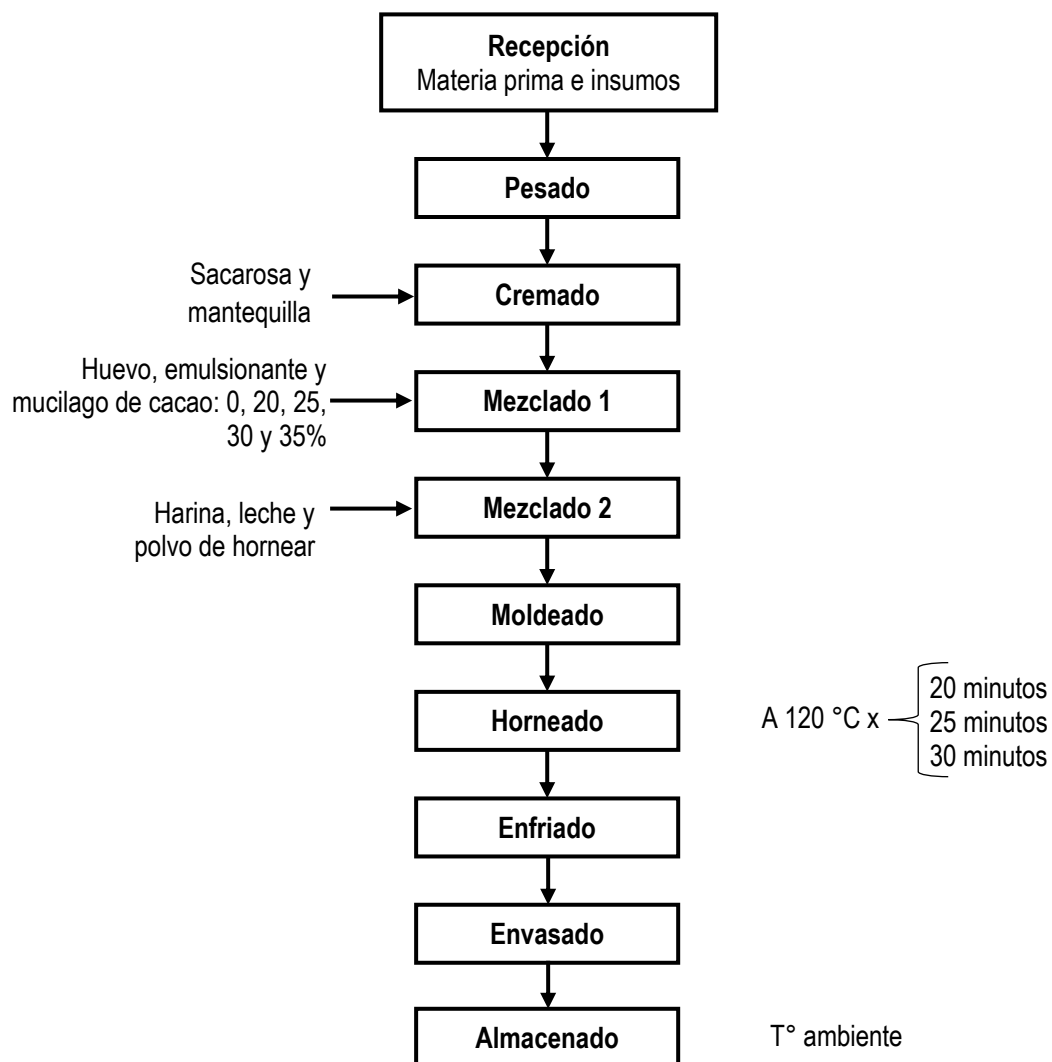


Figura 2. Flujograma de elaboración de cupcakes.

Recepción de materia prima

Se recibió la materia prima e insumos en buenas condiciones sanitarias.

Pesado

Se realizó utilizando una balanza según la formulación indicada en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Formulación para 45 cupcakes de 40 gramos cada uno.

Ingredientes	Formulaciones (g)				
	T0	T1	T2	T3	T4
Harina	1000	1000	1000	1000	1000
Margarina	250	250	250	250	250
Azúcar	700	150	150	150	150
Mucílago	0	200	250	300	350
Polvo de hornear	20	20	20	20	20
Leche polvo	100	100	100	100	100
Huevos	160	160	160	160	160
Emulsionante	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

Cremado

En una batidora se colocó la mantequilla y el azúcar batiéndose intensamente hasta obtener una crema homogénea.

Mezclado 1

A la crema se agregaron los huevos batiéndose por 1 minuto, luego se incorporó el mucilago en proporciones de 0, 20, 25, 30 y 35% y el emulsionante mezclándose hasta obtener una masa homogénea.

Mezclado 2

Se adicionó la leche en polvo, harina y polvo de hornear, para mezclarse intensamente mediante batido hasta tener una masa homogénea.

Moldeado

Se colocaron los pirotines en los moldes de metal, luego se adicionó la masa en cada pirotín

Horneado

Se llevaron los cupcakes al horno a temperatura de 120 °C por

tiempos de 20, 25 y 30 minutos constituyéndose la segunda variable en estudio.

Enfriado

Se dejó enfriar por 45 minutos a temperatura ambiente.

Envasado

Se colocó en bolsas de polipropileno de alta densidad y se selló.

Almacenado

Se dejó en un lugar a temperatura ambiente y sin exposición excesiva a la luz.

3.5.3. Evaluación sensorial

El análisis sensorial fue realizado a todas las formulaciones incluido el tratamiento patrón o testigo. Los cupcakes fueron evaluados por 13 panelistas semi entrenados en los atributos: color, aroma, sabor y textura.

Para la selección de las mejores formulaciones se realizaron pruebas sensoriales de aceptabilidad y preferencia manifestado por el grado de satisfacción, para el cual se utilizó una escala hedónica de cinco puntos (Anexo 1). Se entregaron a los panelistas las muestras codificadas con números aleatorios de tres cifras, solicitándoles que luego de su primera impresión respondan cuánto le agrada o desagrada el producto. Las respuestas se anotaron en una ficha de acuerdo con una escala numérica. La calificación fue por cada atributo (sabor, olor, color y textura).

3.6. Diseño experimental

En la Figura 3, se muestra el diseño experimental del estudio.

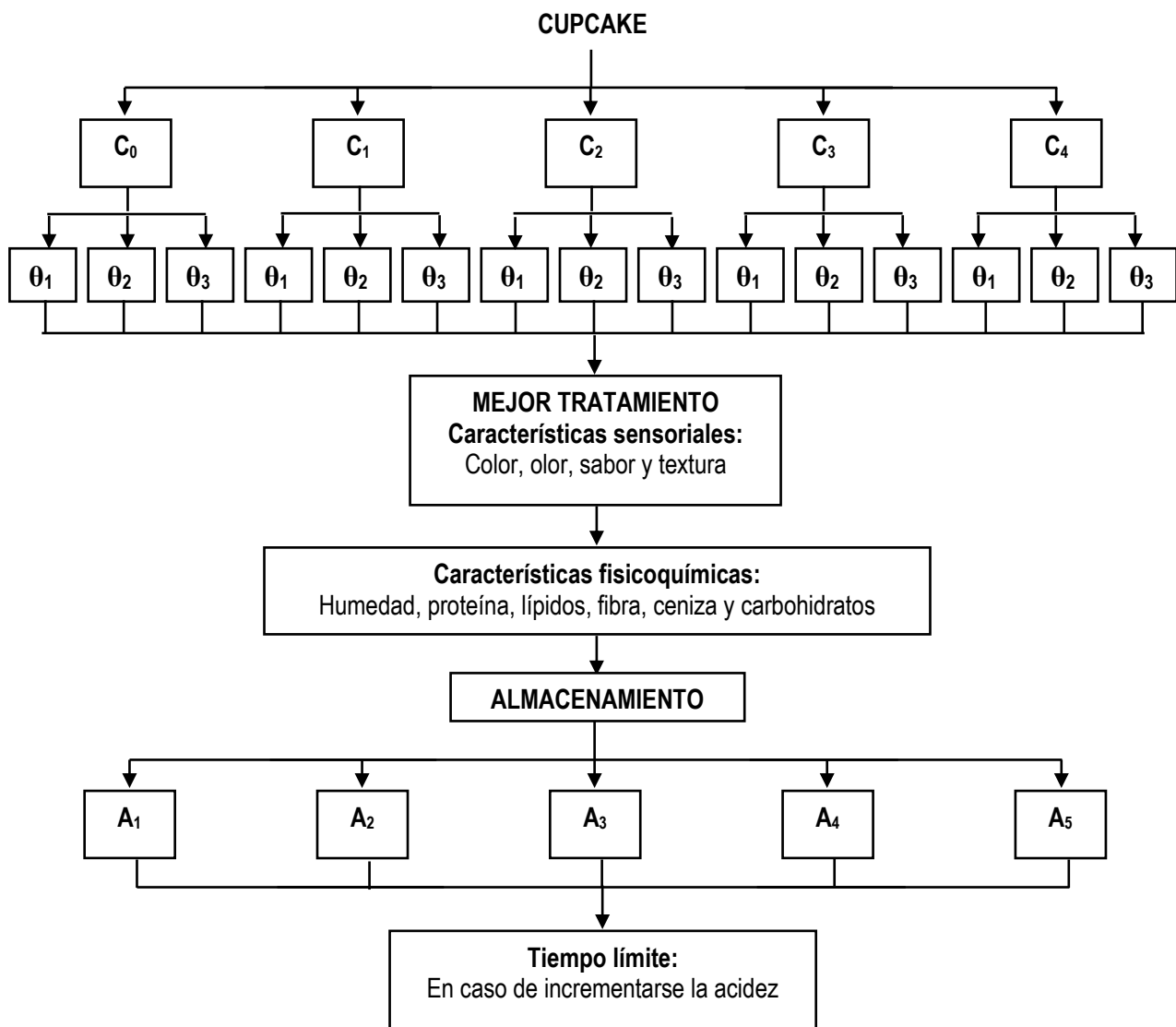


Figura 3. Diseño experimental para la elaboración de cupcakes con sustitución de harina de trigo con mucilago de cacao.

C: Cupcakes con % de mucilago de cacao con cinco niveles

C₀: Cupcakes con 0% de mucilago de cacao (cupcake tradicional)

C₁: Cupcakes con 20% de mucilago de cacao

C₂: Cupcakes con 25% de mucilago de cacao

C₃: Cupcakes con 30% de mucilago de cacao

C₄: Cupcakes con 35% de mucilago de cacao

θ: Tiempo de horneado a 120°C con tres niveles

θ_1 : 20 minutos de horneado a 120°C

θ_2 : 25 minutos de horneado a 120°C

θ_3 : 30 minutos de horneado a 120°

A: Tiempo de almacenamiento con 5 niveles.

A₁: 2 días

A₂: 5 días

A₃: 8 días

A₄: 11 días

A₅: 14 días

3.7. Análisis estadístico

Los resultados de las evaluaciones fueron evaluados estadísticamente empleando un diseño de bloques completo al azar DBCA con arreglo factorial multinivel 5 x 3, con tres repeticiones donde se determinó el análisis de varianza, el coeficiente de correlación, optimización de la respuesta y las pruebas de múltiples rangos donde se visualizó las diferencias estadísticas usando la prueba de diferencia de Tukey con $p \leq 0,05$ (DAZA, 2010 y LÓPEZ, 2013) se utilizó la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la observación.

μ = Media general

A_i = Efecto del i-ésimo % de mucilago concentrado

B_j = Efecto del j-ésimo tiempo de horneado

$(A*B)_{ij}$ = Efecto del ij-ésima interacción entre el % de mucilago y los tiempos de horneado.

E_{ijk} = Componente del error aleatorio

Para el almacenamiento se utilizó un diseño bloques completo al azar DBCA, mediante un análisis de varianza simple donde se visualizó las diferencias estadísticas entre los tiempos de almacenamiento usando la prueba de diferencia de Tukey con $p \leq 0,05$. (DAZA 2010 y LÓPEZ 2013) se utilizó la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + r_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

A_i = Efecto del i-ésimo tiempo de almacenamiento

r_j = Efecto del j-ésima repetición

E_{ij} = Error experimental

El análisis estadístico se realizó mediante el software STATGRAHICS CENTURION XVII.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Extracción y caracterización fisicoquímica del mucilago de cacao

El Cuadro 5 muestra los resultados del rendimiento del exudado a partir del método ejerciendo presión.

Cuadro 5. Rendimiento de la extracción del exudado por el método de presión

Determinaciones	Repeticiones				Promedio	
	1		2			
Mazorca N°	20		20		20	
Peso almendras Frescas (Kg)	7,90		7,94		7.92 ± 0,02	
Peso Exudado (Kg)	1,74		1,75		1,745 ± 0.05	
Tiempo de proceso	24 horas		24 horas		24 horas	
Rendimiento %	21,98		22,00		21,99 ± 0,01	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Grados Brix	21	19	19	17	20±1	18±1
Ph	3,82	3,74	3,80	3,76	3,81±0,01	3,75±0,01

Los datos del Cuadro 5 muestran un rendimiento de 21,99% del volumen de almendras mucilaginosas de 40 mazorcas al cual se aplicó la técnica “ejerciendo presión” de manera empírica, colocado un recipiente con un colador y presionando sobre ellas y según los resultados, la técnica aplicada no genera

alteraciones en sólidos solubles y pH, con relación a los datos iniciales del mucílago, con esto se logró obtener el exudado con mayor rapidez y al mismo tiempo, mantener las características físicas de las almendras.

En el Cuadro 6 se presenta el resultado de la evaluación fisicoquímica del mucílago de cacao.

Cuadro 6. Resultados del análisis fisicoquímico del mucílago de cacao

Análisis	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	
Humedad, %	84,48	84,52	84,50	84,5 ± 0,02
Proteína Total (N*6,25)	0,26	0,23	0,23	0,24 ± 0,02
Grasa, %	0,10	0,09	0,11	0,1 ± 0,01
Hidratos de Carbono, %	14,60	14,65	14,64	14,63 ± 0,03
Fibra, %	0,20	0,16	0,18	0,18 ± 0,02
Ceniza, %	0,36	0,32	0,37	0,35 ± 0,03
Ph	3,40	3,50	3,60	3,5 ± 0,10
Acidez	1,08	1,00	1,07	1,05 ± 0,04
Sólidos solubles (Brix)	17,00	17,15	17,15	17,1 ± 0,09
Sólidos totales, %	15,62	15,60	15,61	15,61 ± 0,01
Densidad (g/ml)	1,05	1,08	1,05	1,06 ± 0,02

De los resultados obtenidos, se concluye que el porcentaje de humedad es de $84,5 \pm 0,02\%$, pH de $3,5 \pm 0,1$ y grados brix, $17,1 \pm 0,09$, haciendo del mucílago una materia prima o insumo adecuado para la industria pastelera. Los resultados encontrados difieren a los reportados por VILLAVICENCIO (2001) quien obtuvo 17% de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), 1% de acidez titulable, 3,59 de pH, 86,5% de humedad, 0,4% de proteína, 0,1% de grasa, 0,3% de ceniza, 0,1% de fibra, Hidrataos de carbono 12,6 % y sólidos

totales 13,5 %. El resultado en humedad que se obtuvo (84,5%) es similar al obtenido por ROJAS y ROJAS (2017) (84,61%), El pH obtenido fue de 3,5 ligeramente superior a lo obtenido por ROJAS y ROJAS (2017) de 3,2. Con respecto a los grados Brix, ROJAS y ROJAS (2017) reporta 16,6 l °Bx, inferior a lo obtenido en la presente investigación de 17,1°Bx. HERNÁNDEZ *et al.* (2011) reportan valores de humedad entre 78,52 y 78,65% para muestras de mucílago almacenadas en refrigeración, indican que no hay diferencia significativa en los valores encontrados por diferentes periodos de tiempo. En proteína encontraron valores de 0,71 a 0,79%, superior a lo encontrado en la presente investigación. En cuanto a grasa, fibra y ceniza obtuvieron valores mayores a los resultados de la presente investigación, pudiendo deberse a las diferencias en las variedades de los cacaos de los cuales fueron extraídos el mucílago. En cuanto a acidez del mucilago se obtuvo un valor de 1,05%, VIZCARRA (2013) obtuvo 1,27%, ligeramente superior a los resultados presentados. En densidad del mucílago ROJAS y ROJAS (2017) obtuvo una densidad de 1,058 g/ml, similar a lo obtenido en la presente investigación (1,06%).

En la Figura 4 se tiene el flujograma para extraer mucilago de cacao con el balance de materia indicando rendimientos, tomando inicialmente un número de mazorcas que daban 31,35 kg que representa el 100%, luego después de aplicar presión en la almendra fresca con mucilago se tuvo 1,74 kg de mucilago con un rendimiento de 2,74%, finalmente después de concentrar el mucilago a 90°C por dos horas se tuvo 0,86 kg de mucilago concentrado con un rendimiento de 2,74%

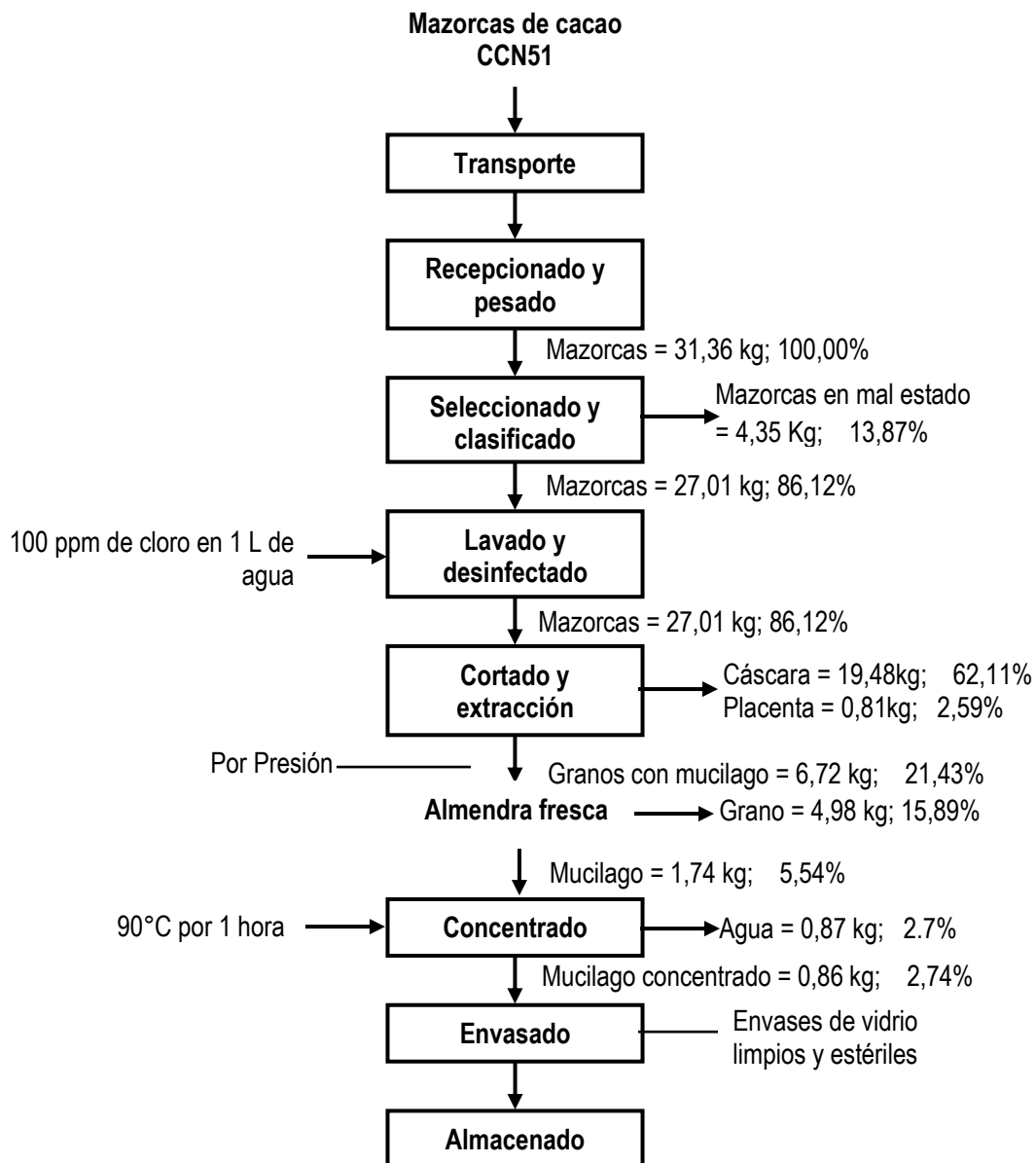


Figura 4. Flujograma para la obtención de mucilago de cacao CCN 51 con balance de materia y rendimiento.

4.2. Características organolépticas de los Cupcakes

La caracterización organoléptica donde se evaluó el color, olor, sabor y textura de los cupcakes elaborados con diferentes porcentajes de mucilago concentrado, teniendo en cuenta los tiempos de horneado a 120 °C,

permitió establecer el mejor tratamiento para determinar,

4.2.1. Evaluación del color

En el Anexo 2 se presenta los resultados de la evaluación del color y en el Anexo 3 el ANVA donde se aprecia que existe diferencia estadística tanto para porcentaje de mucilago concentrado como para tiempo de horneado, en el Cuadro 6 se tiene las pruebas de diferencia de Tukey HSD para color de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

Cuadro 7. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para color de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

Mucilago Cc (%)	Casos	Media LS
20	9	3,4443 ^a
25	9	3,4957 ^a
30	9	3,5639 ^a
0	9	3,9314 ^b
35	9	4,0340 ^b
Tiempo de horneado (min)		
30	15	3,5434 ^a
20	15	3,5794 ^a
25	15	3,9588 ^b

El puntaje obtenido para el atributo color, desde 20% se incrementa con el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por mucilago concentrado de cacao, siendo los más aceptados el cupcake con 0% y 35% de mucilago concentrado, en lo concerniente al tiempo de horneado a 120°C el mejor resultó el de 25 minutos, comúnmente utilizados en los productos comercializados en el mercado local.

En el Cuadro 8 se tiene 35% como valor óptimo del porcentaje de mucilago concentrado y 24,98 (redondeando a 25 minutos de horneado a 120°C), valores que corresponden al tratamiento T4 que sería el óptimo, resultando mejor que el de 0% de mucilago con una calificación de 4,2332 que corresponde al color amarillo anaranjado claro.

Cuadro 8. Optimización de respuesta al maximizar el color de cupcake con un valor óptimo de 4,2332.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mucilago Cc (%)	0,00	35,0	35,00
Tiempo horneado (min)	20,0	30,0	24,98

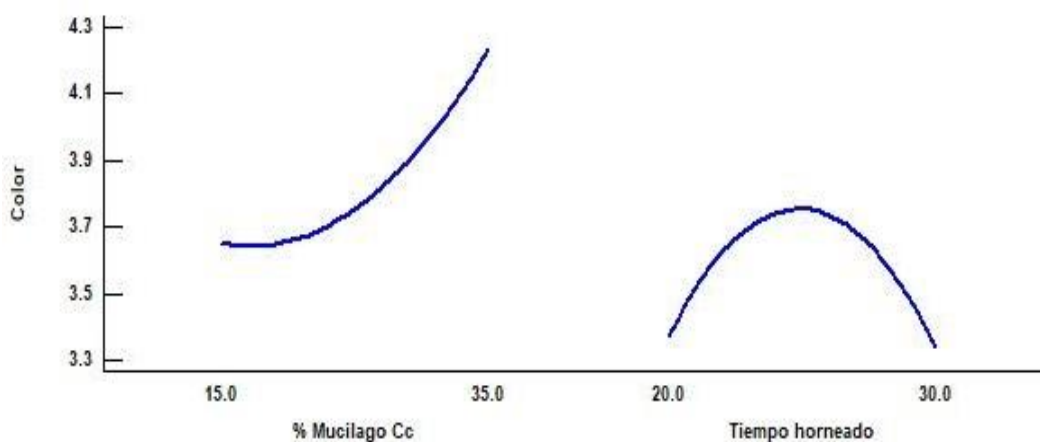


Figura 5. Efectos principales del color de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

Las técnicas de superficie de respuesta constituyen una herramienta estadística a utilizar para la predicción de una variable dependiente (respuesta) en función de otras independientes que optimizan la respuesta, y todo ello economizando al máximo el esfuerzo experimental requerido

(MONTGOMERY, 2002). PAUCAR *et al.* (2016) evaluando cupcakes, los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente mediante la prueba de ANOVA y la prueba de Tukey para determinar las posibles diferencias significativas entre las características sensoriales. Los cupcakes con harina de soya presentaron diferencias significativas en el color en relación con el control.

En las Figuras 5, 6 y 7 de efectos principales, superficie y contorno de respuesta respectivamente del color del cupcake se observa la tendencia que están en los Cuadros 6 y 7 con una máxima calificación del color para 35% de mucilago concentrado y 25 minutos de horneado.

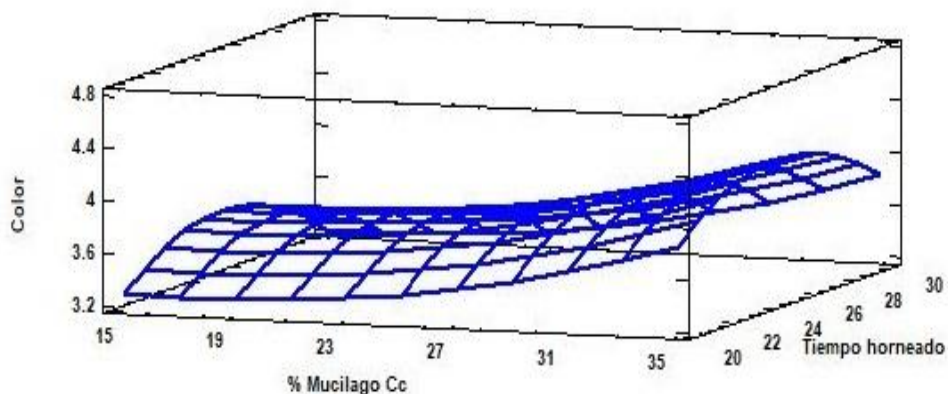


Figura 6. Superficie de respuesta estimada del color de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.

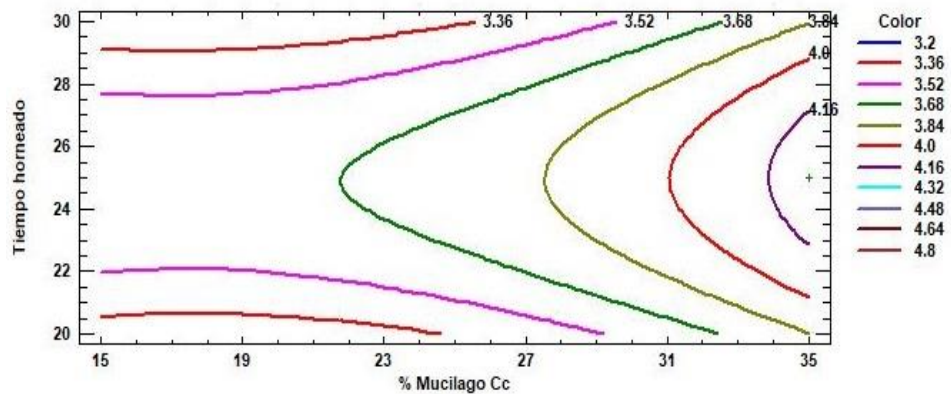


Figura 7. Contorno de superficie de respuesta estimada del color de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.

4.2.2. Evaluación del olor

En los Anexos 4 y 5 se tienen los resultados de la evaluación del olor y el ANVA respectivo, en el que se aprecia que existe diferencia estadística en porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado. El resultado de la prueba de Tukey HSD se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Pruebas de Tukey para olor de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

Mucilago Cc (%)	Casos	Media LS
20	9	3,2909 ^a
25	9	3,4616 ^a
30	9	3,6408 ^{ab}
0	9	3,8716 ^{bc}
35	9	4,1109 ^c
Tiempo de horneado (min)		
20	15	3,5025 ^a

30	15	3,5179 ^a
25	15	4,005 ^b

En el Cuadro 9 se aprecia que los valores máximos de calificación del olor en relación con porcentaje de mucilago concentrado se obtuvieron en el de 0% y 35%, en cuanto al tiempo de horneado el mejor puntaje (25 minutos), corresponde a los tratamientos T2 y T4.

En el Cuadro 10 y las Figuras 8, 9 y 10 se presenta la optimización del mejor tratamiento realizado por análisis factorial multinivel. El óptimo corresponde a 35% de mucilago concentrado y 24,87 minutos de horneado que redondeando datos corresponde al tratamiento T4 con un puntaje de 4,41423 que equivale al calificativo de olor mucho a queque.

Cuadro 10. Optimización de respuesta al maximizar el olor de cupcake con valor óptimo de 4,41423.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mucilago Cc (%)	0,00	35,0	35,00
Tiempo horneado (min)	20,00	30,0	24,87

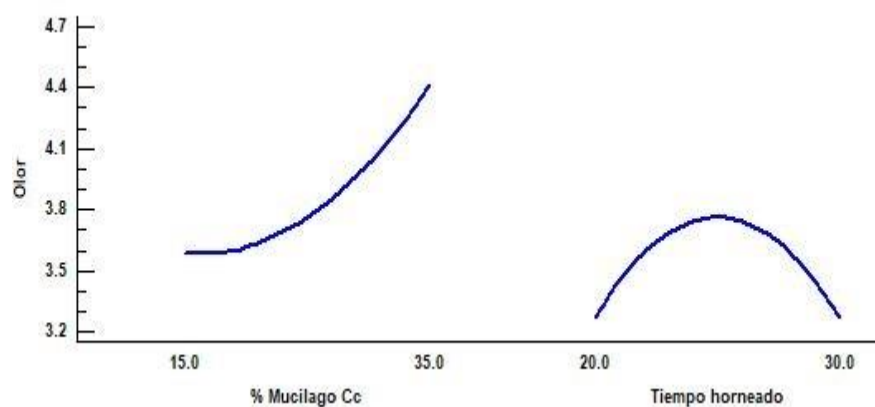


Figura 8. Efectos principales del olor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.

La Figura 8 de efectos principales del olor del cupcake nos demuestra que el mejor porcentaje de mucilago concentrado en la formulación es 35% y en el tiempo de horneado a 120 °C es 25 minutos, toda esta tendencia se observa con claridad en las Figuras 9 y 10 con una pendiente ascendente desde 0% hasta 35%, con un dorso central en 25 minutos.

PAUCAR *et al.* (2016) indican que una sustitución de hasta 10% de harina de soya en la elaboración de cupcakes, no presentó diferencia significativa en el atributo olor. LOO *et al.* (2013) encontraron que, con el uso de superficie de respuestas, el tratamiento con máxima aceptabilidad correspondió a polvo de cacao a pH 6,81, con una concentración de 18,24% y lecitina de soya en un 0,28% con tendencia a lo obtenido en las pruebas de grado de satisfacción.

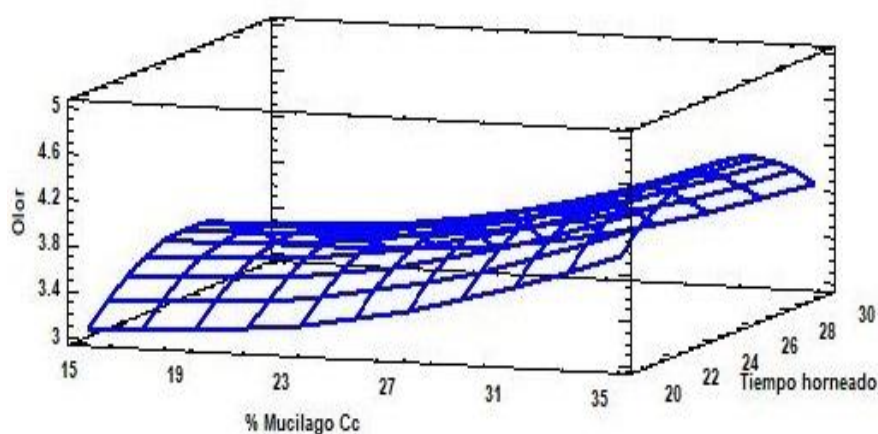


Figura 9. Superficie de respuesta estimada del olor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

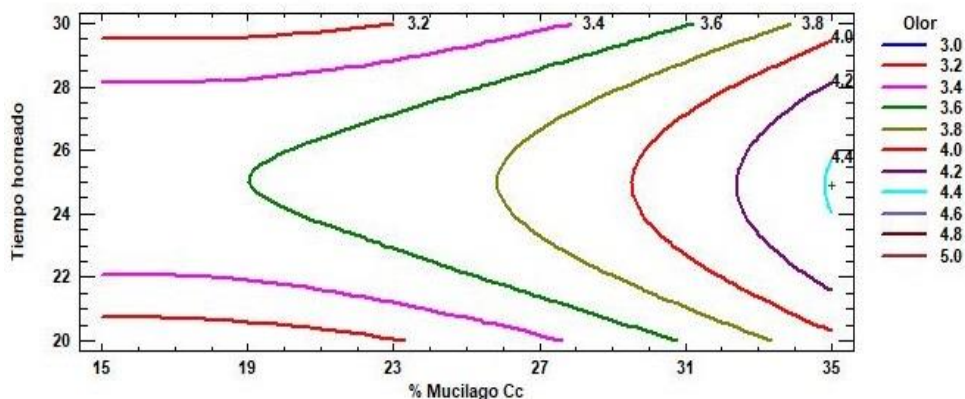


Figura 10. Contorno de superficie de respuesta estimada del olor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempos de horneado.

4.2.3. Evaluación el sabor

En el Anexo 6 se presentan los resultados de la evaluación del sabor y en el Anexo 7 el ANVA donde se aprecia que existe diferencia altamente significativa tanto para el porcentaje de mucilago concentrado como para tiempo de horneado, lo que indica que existe uno o varios tratamientos que son los mejores por su puntaje mayor.

En el Cuadro 11 se presenta el resultado de la prueba de múltiples rangos por el método de Tukey HSD para el sabor de los cupcakes en estudio, donde se tienen los mejores tratamientos siendo para porcentaje de mucilago concentrado, 0% y 35% por tener mayor puntaje y para el tiempo de horneado a 120°C el de 25 minutos que corresponde a los tratamientos T2 y T14.

Cuadro 11. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para sabor de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

Mucilago Cc (%)	Casos	Media LS
20	9	3,5127 ^a
30	9	3,5554 ^a
25	9	3,6064 ^a
0	9	3,9740 ^b
35	9	4,0682 ^b
Tiempo de horneado (min)		
30	15	3,5587 ^a
20	15	3,6049 ^a
25	15	4,0664 ^b

Para determinar el mejor tratamiento y optimizar la formulación de cupcake en estudio se realizó la factorial multinivel de los dos factores en estudio y encontramos que la mejor concentración de mucilago concentrado es 35% y el mejor tiempo de horneado a 120 °C es 25 minutos que tiene el puntaje de 4,30803 que corresponde a la calificación de gusta regular y gusta muchísimo.

Paucar et al. (2016) manifiestan que la evaluación sensorial del sabor no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) en el análisis de varianza respecto a las formulaciones de cupcakes. Observaron un incremento del puntaje directamente proporcional al porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de soya hasta un 10%, con un puntaje máximo de 7,88.

Cuadro 12. Optimización de respuesta al maximizar el sabor de cupcake con un valor óptimo de 4,30803

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mucilago Cc (%)	0,00	35,0	35,0
Tiempo horneado (min)	20,00	30,0	24,66

Los efectos principales del sabor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado se visualizan en la Figura 11, donde apreciamos que 35% es el mejor porcentaje de mucilago concentrado y 25 minutos es el mejor tiempo de horneado a 120°C. Las superficies de respuesta y su contorno de las Figuras 12 y 13 nos dan más claridad de esta tendencia con relación al sabor observándose como en los atributos anteriores analizados que existe una pendiente positiva desde 0% hasta 35% con un domo longitudinal que coincide en 25 minutos.

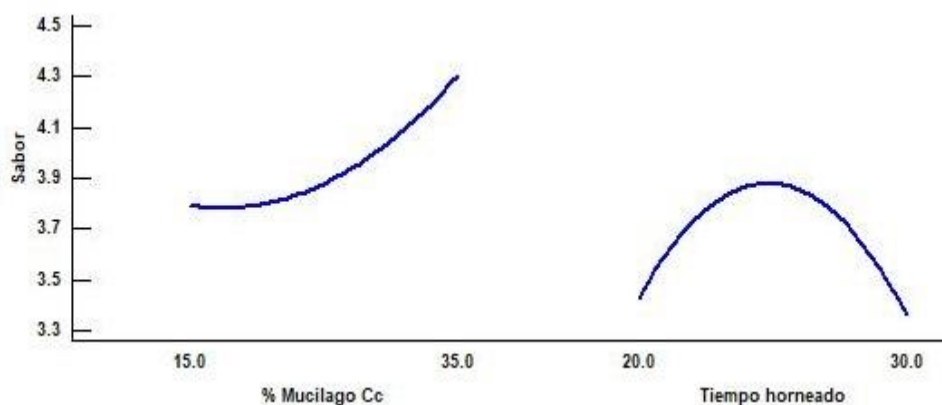


Figura 11. Efectos principales del sabor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

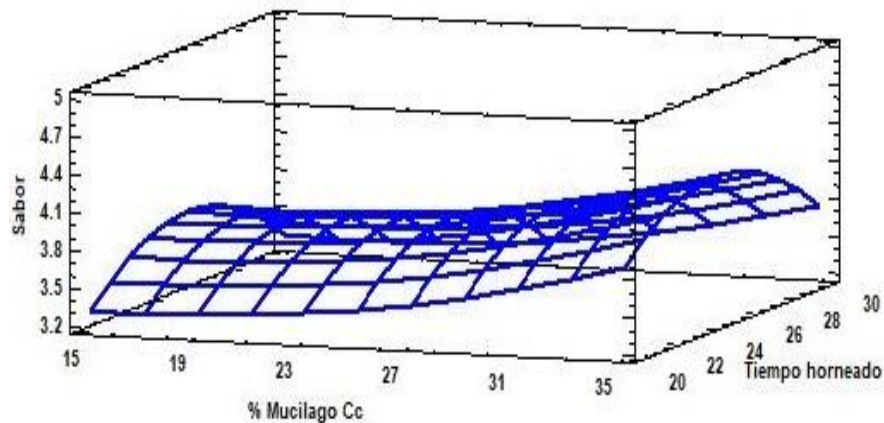


Figura 12. Superficie de respuesta estimada del sabor de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

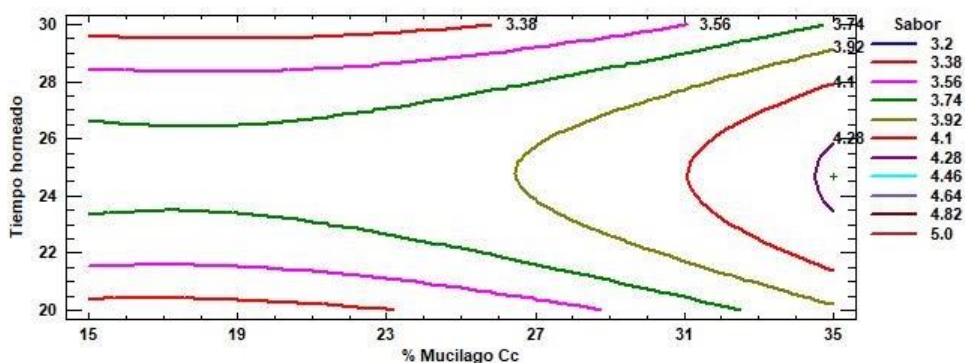


Figura 13. Contorno de superficie de respuesta estimada del sabor de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

4.2.4. Evaluación de la textura

En los Anexos 8 y 9 se presentan los resultados de la evaluación de la textura y el ANVA de este atributo sensorial, en este último se aprecia que existe diferencia estadística en los porcentajes de mucilago concentrado y

tiempo de horneado. Los resultados de la prueba de múltiples rangos por el método de Tukey HSD se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Pruebas de diferencia de Tukey HSD para textura de cupcake por porcentaje de mucilago concentrado y tiempo de horneado.

Mucilago Cc (%)	Casos	Media LS
20	9	3,2310 ^a
25	9	3,3847 ^a
30	9	3,5639 ^{ab}
0	9	3,7779 ^{bc}
35	9	4,0340 ^c
Tiempo de horneado (min)		
20	15	3,4205 ^a
30	15	3,4463 ^a
25	15	3,9280 ^b

En la prueba de Tukey HSD para textura se observa que los mayores puntajes corresponden a los tratamientos T2 (0% de mucilago concentrado y 25 minutos de horneado) y T14 (35% de mucilago concentrado y 25 minutos de horneado). La optimización de los resultados del Cuadro 14 indica que el tratamiento óptimo es T14 (35% de mucilago concentrado y 25 minutos de tiempo de horneado) con puntaje de 4,3333, calificado como “firme a muy firme” con relación a la miga y a la corteza, entendiéndose que la firmeza no es sinónimo de dureza.

Cuadro 14. Optimización de respuesta al maximizar la textura de cupcake con un valor óptimo de 4,3333.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mucilago Cc (%)	0,00	35,00	35,00
Tiempo horneado (min)	20,00	30,00	24,89

La Figura 14 muestra la tendencia de los efectos principales de la textura de cupcake a diferente porcentaje de mucilago concentrado siendo el que tiene mayor valor 35% y los distintos tiempos de horneado con el de 25 minutos. El análisis factorial y las Figuras 15 y 16 permite ver con claridad esta tendencia expresados en los cuadros anteriores, encontrados también en los atributos anteriores, concluyendo que el mejor tratamiento corresponde a T14.

Por tanto, se puede afirmar que el cupcake formulado con 35% de mucilago concentrado y horneado por 25 minutos a 120°C es el mejor tratamiento que en nuestros datos corresponden al T14.

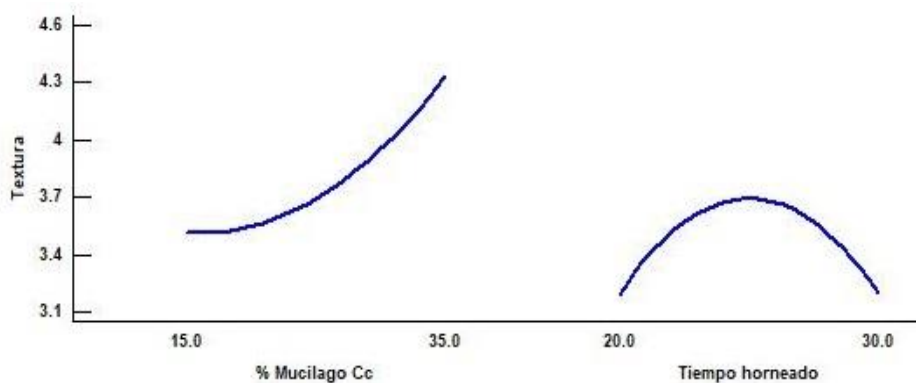


Figura 14. Efectos principales de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

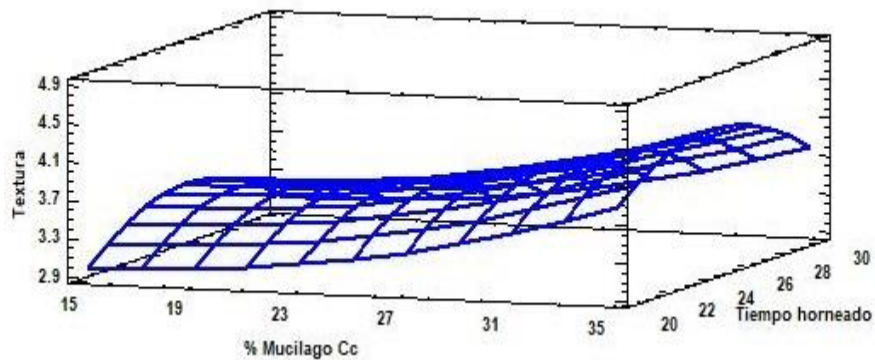


Figura 15. Superficie de respuesta estimada de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

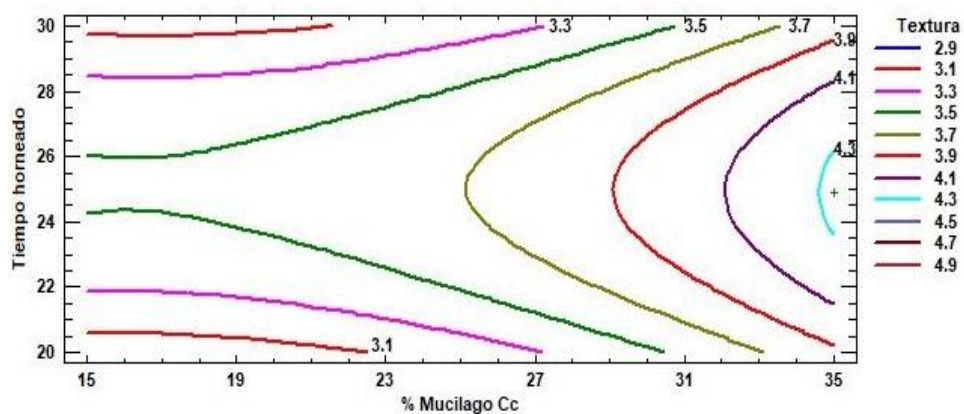


Figura 16. Contorno de superficie de respuesta estimada de la textura de cupcake a diferentes porcentajes de mucilago concentrado y distintos tiempos de horneado.

Paucar et al. (2016) en el análisis del perfil de textura de los cupcakes con sustitución de harina de trigo por harina de soya observaron que la incorporación de la harina de soya aumenta la firmeza, pero que no tuvo diferencia significativa ($p > 0,05$) en comparación con el control. No obstante, las

formulaciones con mayor concentración de harina de soya presentaron una miga más densa en comparación con el control, demostrando que las proteínas de la harina de soya mejoran las propiedades de textura del alimento.

4.3. Elaboración del Cupcake con mucílago de cacao y tiempo óptimo de horneado a 120°C

En la Figura 17 se tiene el flujograma definitivo de la elaboración del cupcake con los parámetros óptimos de sustitución y tiempo de horneado obtenidos de la evaluación sensorial (mucilago de cacao concentrado al 35%, 25 minutos de horneado a 120 °C).

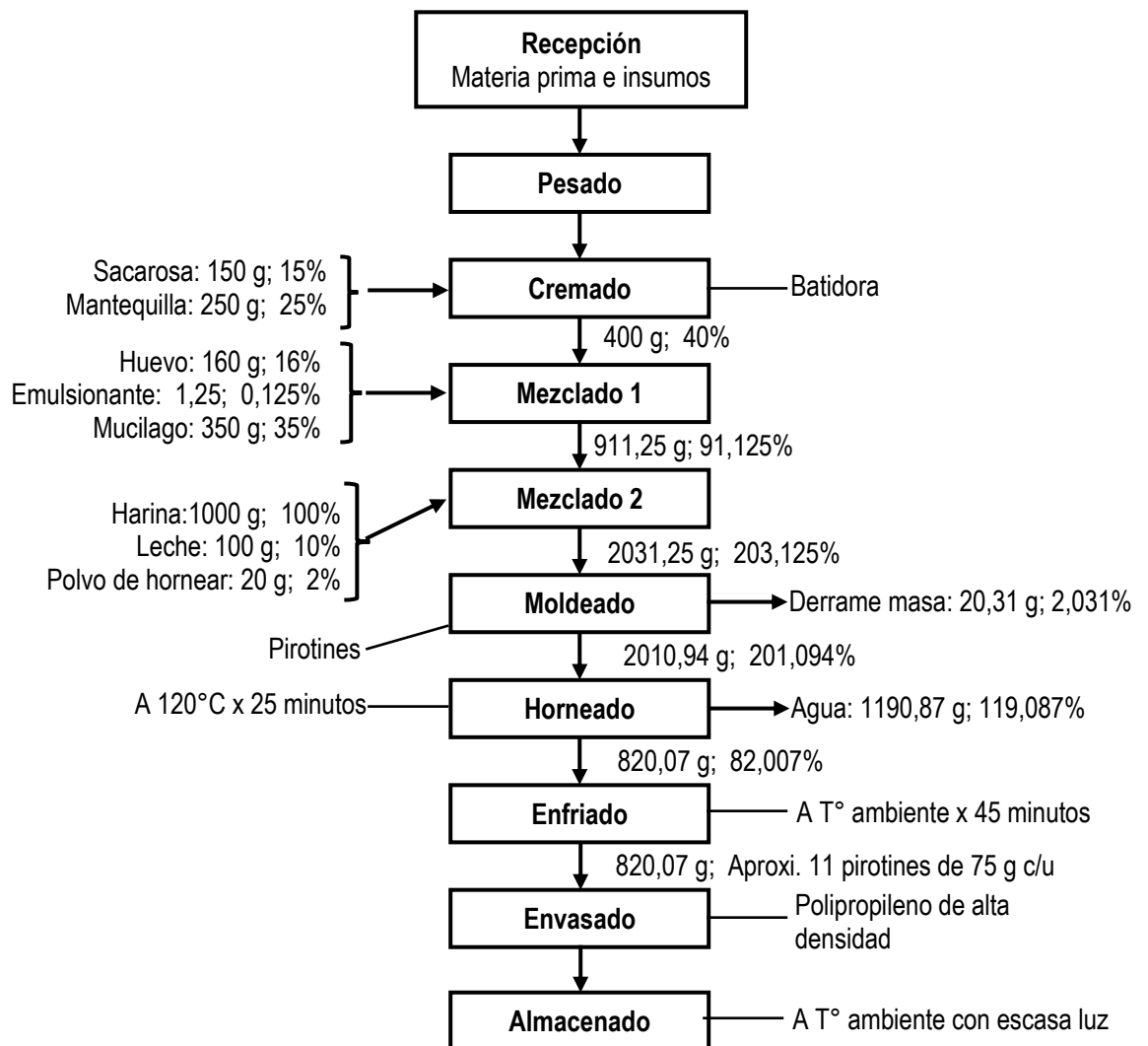


Figura 17. Flujograma definitivo para elaborar cupcake con mucilago concentrado de cacao con tiempo óptimo de horneado.

En el Cuadro 15 se presenta el balance de materia y rendimiento del cupcake con mucilago concentrado de cacao, del que se obtuvo un rendimiento de 82,007%.

Cuadro 15. Balance de materia y rendimiento para elaborar cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao, horneado 25 minutos a 120°C.

Operaciones	Entra	Pierde	Continua	Rendimiento %	
	G	G	G	Operación	Proceso
Recepcionado	----	----	----	100,00	100,00
Pesado	----	----	----	100,00	100,00
Cremado	400,00	0,00	400,00	100,00	40,00
Mezclado 1	400,00	0,00	911,25	227,81	91,125
Mezclado 2	911,125	0,00	2031,25	222,94	203,125
Moldeado	2031,25	20,31	2010,94	99,00	201,094
Horneado	2010,94	1190,87	820,07	40,78	82,007
Enfriado	820,07	0,00	820,07	100,00	82,007
Envasado	820,07	0,00	820,07	100,00	82,007
Almacenado	820,07	0,00	820,07	100,00	82,007

4.4. Composición fisicoquímica del Cupcake de mayor aceptación.

En el Cuadro 16 se presenta la composición fisicoquímica del cupcake de mayor aceptación.

La humedad es considerada de gran importancia en la elaboración de productos de panificación y bollería: La NTP 206.011, 1981 (revisada el 2011) así como la “Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y Pastelería” aprobada por RM N°1020-2010/MINSA, indica que la humedad máxima permisible en este tipo de productos es 40%, por ende, según resultados del Cuadro 15, se puede observar que el cupcake con la mezcla óptima cumplió con este requisito (21,04%).

Según PONGJANTA *et al.* (2006) en su investigación “Utilización de harina de zapallo en productos de panificación”, reportan un valor de 34,02% de humedad para un queque con sustitución de 20% harina de zapallo, que

comparado con la humedad del cupcake óptimo (21,04%), es mucho mayor.

Cuadro 16. Composición fisicoquímica del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao, horneado 25 minutos a 120°C.

Análisis	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	
Humedad, %	21,00	20,98	21,14	21,04 ± 0,087
Proteína Total (N*6,25)	9,69	9,72	9,72	9,71 ± 0,017
Grasa %	16,30	16,31	16,26	16,29 ± 0,026
Hidratos de Carbono %	49,75	49,78	49,78	49,77 ± 0,017
Fibra %	1,20	1,17	1,17	1,18 ± 0,017
Ceniza %	1,98	2,05	2,00	2,01 ± 0,036
Ph	5,98	6,03	5,99	6,00 ± 0,026
Acidez	1,02	0,97	1,01	1,00 ± 0,026

El contenido de **proteína** para el cupcake de mayor preferencia (8,71%) es muy representativo, debido principalmente al porcentaje de leche en polvo que contiene dentro de su formulación. Cabe indicar que en los productos de pastelería se utiliza harina de trigo suave que contiene bajo contenido de proteína. DENDY y DOBRASZCYK (2001) indican que para elaborar bizcochos la harina se obtiene de la molienda de trigo suave de invierno, rojos o blancos. Este tipo de harina contiene una combinación de aquellos pasajes de molienda con menor contenido de proteínas y cenizas. RUIZ (1981) hace mención que la harina de trigo duro se caracteriza, por poseer mayor cantidad de proteína, así como mayor absorción de agua y posee una granulometría más gruesa que la de un trigo suave; de ahí la importancia de hacer sustituciones con harinas de mayor contenido proteico para la elaboración de bizcochos y queques. ATOCHE

y GARCÍA (2017) en cupcake con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de mango obtuvo un mayor porcentaje en la formulación F1 con $8,933 \pm 0,020$ frente al control ($9,153 \pm 0.010$). PONGJANTA et al. (2006) reportan un valor de 8,47% de proteína para queque con sustitución de 20% con harina de zapallo utilizando también leche en polvo, polvo de hornear, vainilla, azúcar, sal, yema, clara, agua, aceite de arroz y crémor tártaro, y al compararlo con el obtenido en la presente investigación (8,71%) resulta de menor valor.

En cuanto al porcentaje de **grasa**, el óptimo tiene un alto contenido (16,29%), esto debido a que en la formulación se agrega mantequilla. El valor obtenido para el cupcake óptimo fue menor al reportado por BHAT y BATH (2013) quienes reportan 28,07% en un quequito obtenido con harina de trigo (17,72%), harina de zapallo (7,59%), azúcar (25,32%), mantequilla (12,66%), leche descremada (10,13%), polvo de hornear (0,76%), bicarbonato de sodio (0,51%), agua (25,32%). ATOCHE y GARCÍA (2017) indican que se presentaron 3 grupos homogéneos en el contenido de grasa de las formulaciones de cupcakes con harina de cáscara de mango, uno de los cuales corresponde a las formulaciones F0 y F1 (control y 5% de sustitución), ya que no hay diferencia significativa entre el contenido de grasa de estas, sin embargo, hay mayor contenido de grasa cuando se incrementa la sustitución con cáscara de mango.

El porcentaje de **ceniza** obtenido (2,01%) es alto debido a que en la formulación no solo se utilizó harina de trigo sino también mucilago con contenido de ceniza superior, sobre todo con respecto a la harina de trigo floja empleada para el cupcake. GARCÍA (2013) reporta valores de 2,74% de ceniza para queque (100% de harina de trigo), 3,12% de ceniza para queque (90% de harina

de trigo, 10% harina de zapallo), 3,57% para queque (80% de harina de trigo y 20% de harina de zapallo) y 4,01% para queque (70% harina de trigo, 30% harina de zapallo), concluyendo que la ceniza se incrementa por el alto contenido de cenizas presente en la harina de zapallo. ATOCHE y GARCÍA (2017) evidenciaron que no se presenta diferencia significativa en las formulaciones del 5% con cáscara de mango y el control y que el contenido de cenizas se incrementa a medida que aumenta la harina de cáscara de mango en la formulación del cupcake, ya que el contenido de cenizas en harina de cáscara de mango es mayor al de la harina de trigo.

Con respecto al contenido de **fibra** se puede observar que el cupcake óptimo presentó un porcentaje considerable (1,18%), esto debido a la incorporación de mucilago concentrado, la harina no contiene alto porcentaje de fibra. BHAT y BHAT (2013) en su investigación reportan 0,83% de fibra para un quequito (100% harina de trigo), 1,85% para quequito (70% harina de trigo y 30% harina de zapallo), resultados próximos al obtenido en el cupcake óptimo de la presente investigación. ATOCHE y GARCÍA (2021) indican que el porcentaje de fibra va aumentando con respecto al incremento en sustitución de harina de trigo, dado que la harina de cáscara de mango es una fuente importante de fibra y obtuvo valores entre 0,44 y 1,34%, encontrándose el cupcake con sustitución de mucílago de cacao dentro del rango de los cupcakes indicados.

Con respecto al porcentaje de **carbohidratos**, para el cupcake óptimo se encontró 49,77%, ATOCHE y GARCÍA (2021) indican que el porcentaje de carbohidratos en los cupcakes va disminuyendo en cada formulación respecto al incremento en el porcentaje de harina de cáscara de

mango, esto debido a que la cáscara de mango contiene menor cantidad de carbohidratos comparado con la harina de trigo, encontrándose sus valores entre 34,95 y 39,06%,; el valor encontrado en la presente investigación (49,77%) del cupcake de mayor preferencia es mayor a los reportados por ATOCHE y GARCÍA (2021), debido al uso de mucílago de cacao que contendría mayor contenido de carbohidratos que la cáscara de mango. .

Con respecto a **acidez** y **pH** del cupcake, se llegó a obtener valores de 1,00 y 6,00 respectivamente, sobrepasando los límites de acidez según la NTP 206.013, 1981 (revisada el 2011), que informa que un bizcocho debe tener como máximo 0,70% de acidez, pero referente a pH, este se encuentra dentro del límite permisible de 7,00 de pH, en el caso de la investigación, debido a la incorporación de mucilago concentrado que tiene acidez elevada y pH ácido. Atoche y Gómez (2021) encontraron valores de acidez que oscilan entre 0,35 – 0,55 g/100g ácido láctico, observaron que la acidez de los cupcakes aumenta a medida que se incrementa la sustitución con harina de cáscara de mango y cumple con el límite máximo permitido por la Norma Sanitaria para la Fabricación, elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-210/MINSA), que indica que un bizcocho debe tener como máximo 0,70% de Acidez (expresada en Ácido Láctico).

4.5. Comportamiento de la acidez titulable, pH y el sabor del Cupcake en el almacenamiento.

En el Anexo 10 se observan los resultados del análisis de la acidez durante el almacenamiento a los 2, 5, 8, 11 y 14 días, habiéndose evaluado

después de los 2 días cada 3 días hasta los 14 días, los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza simple presentado en el Anexo 11 donde se aprecia que existe diferencia altamente significativa. Al realizar la prueba de múltiples rangos para la acidez por el método de Tukey HSD se tienen tres grupos homogéneos, el grupo de los días 2, 5 y 8 donde el cupcake óptimo no tiene variabilidad de acidez, pero sí en el grupo del día 11 y el del día 14 donde se incrementó la acidez en forma considerable, saliendo del límite máximo permisible por la NTP 206.013, 1981 (revisada el 2011), que indica para bizcocho un valor máximo de 0,70% de acidez en ácido láctico.

Cuadro 17. Prueba de diferencia de Tukey HSD para la acidez titulable por tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almac. (días)	Casos	Media
2	3	1,0100 ^a
5	3	1,1233 ^a
8	3	1,2000 ^a
11	3	1,8467 ^b
14	3	2,2000 ^c

Con relación al pH, en el Anexo 12 se tienen los resultados de la evaluación y en el Anexo 13 el ANVA, en el que se observa que existe diferencia altamente significativa del pH en cada tiempo evaluado durante el almacenamiento.

En el Cuadro 18 se presenta la prueba de diferencia de Tukey HSD para el pH por tiempo de almacenamiento donde se observa que a los 2 días el

cambio de pH es mínimo en relación con el pH registrado antes del almacenamiento (6), pero si varía con los de los días 5, 8 y 11 los que exhiben igualdad pero difieren del día 14, el comportamiento es contrario a la acidez porque al transcurrir el tiempo el pH disminuye; al tratarse de un producto nuevo no se puede determinar hasta que límites de acidez y pH aún tienen aceptabilidad y preferencia por lo tanto fue necesario analizar el atributo sabor.

Cuadro 18. Prueba de diferencia de Tukey HSD para el pH por tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almac. (días)	Casos	Media
2	3	6,1667 ^a
5	3	5,5333 ^b
8	3	5,3333 ^b
11	3	5,3000 ^b
14	3	4,8000 ^c

HERNÁNDEZ y GÓMEZ (2021) indican como mejor formulación, el cupcake elaborado con el agente leudante químico sulfato de aluminio y sodio al 5% y obtuvieron en esta muestra 0,06 % de acidez, valor más bajo al obtenido en los cupcakes de la presente investigación, igualmente obtuvieron un pH de 7,82, mayor al obtenido en el cupcake con mucílago de cacao del primer día, el mismo que disminuye con el almacenamiento. Al tratarse de un producto nuevo no se puede determinar hasta que límites de acidez y pH aún tienen aceptabilidad y preferencia por lo tanto fue necesario analizar el atributo sabor.

En el Anexo 14 se tiene los resultados de la evaluación del sabor y en el Anexo 15 el ANVA, observándose que existe diferencia altamente significativa del sabor en cada tiempo evaluado durante el almacenamiento.

En el Cuadro 19 se observa que para ningún tiempo el puntaje de sabor es igual, variando estadísticamente pero según el puntaje hasta los 11 días califican el sabor del cupcake óptimo como “gusta regular”, pero a los 14 días para el panelista el sabor le es indiferente es decir “no gusta ni disgusta”, por lo tanto bajo las condiciones experimentadas del cupcake elaborado con sustitución de 35% de mucilago concentrado y horneado durante 25 minutos a 120°C se concluye que puede ser almacenado a las condiciones ambientales empacado en bolsas de polipropileno hasta los 11 días.

Cuadro 19. Prueba de diferencia de Tukey para el sabor por tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almac. (días)	Casos	Media
2	3	4,66667 ^a
5	3	4,46667 ^b
8	3	4,33333 ^b
11	3	3,93333 ^c
14	3	3,43333 ^d

En el Cuadro 19 se observa que para ningún tiempo el puntaje de sabor es igual variando estadísticamente pero según el puntaje hasta los 11 días califica el sabor del cupcake optimo como gusta regular, pero a los 14 días para el panelista el sabor le es indiferente es decir no gusta ni disgusta, por lo tanto

bajo las condiciones experimentadas del cupcake con 35% de mucilago concentrado y horneado durante 25 minutos a 120°C se puede almacenar a las condiciones ambientales empacado en bolsas de polipropileno hasta los 11 días.

Relacionando con el sabor de los cupcakes, con sustitución de cáscara de mango, ATOCHE y GÓMEZ (2021) indican que el puntaje obtenido disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de mango, siendo el más aceptable el cupcake control (sin harina de cáscara de mango) y que este atributo podría estar relacionado al alto contenido de harina de cáscara de mango, que posee un sabor característico intenso, el cual no es muy común en los alimentos de panadería normalmente comercializados

V. CONCLUSIONES

- El mucílago de cacao fue extraído por presión y concentrado mediante las siguientes operaciones: recepción y pesado, seleccionado y clasificado, lavado y desinfectado, cortado y extracción, concentrado, envasado y almacenado, presentando las siguientes características fisicoquímicas: humedad; $84,5 \pm 0,02\%$; proteína Total $0,24 \pm 0,02\%$; grasa, $0,1 \pm 0,01\%$; hidratos de carbono, $14,63 \pm 0,03\%$; fibra, $0,18 \pm 0,02\%$; ceniza, $0,35 \pm 0,03\%$; pH $3,5 \pm 0,10$; acidez $1,05 \pm 0,04\%$; sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) $17,1 \pm 0,09\%$; sólidos totales, $15,61 \pm 0,01\%$; Densidad (g/ml) $1,06 \pm 0,02$.
- El tratamiento más aceptado sensorialmente de los cupcakes elaborados con diferente porcentaje de mucílago de cacao, horneado a 120°C y a diferente tiempo fue el T14 (35% de mucilago de cacao CCN 51, concentrado y horneado a 120°C durante 25 minutos).
- El producto tipo cupcake más aceptado sensorialmente fue elaborado mediante las operaciones de: recepción, pesado, cremado, mezclado 1, mezclado 2, moldeado, horneado, enfriado, envasado, almacenado y tomando como base a la harina de trigo como materia prima se obtuvo un rendimiento de 82,007%.
- La composición fisicoquímica del tratamiento más aceptado sensorialmente fue: humedad $21,04 \pm 0,087\%$; proteína $9,71 \pm 0,017\%$; grasa, $16,29 \pm$

0,026%; hidratos de carbono, $49,77 \pm 0,017\%$; fibra, $1,18 \pm 0,017$

$2,01 \pm 0,036\%$; pH, $6,00 \pm 0,026$ y acidez, $1,00 \pm 0,026\%$

- El tiempo de almacenamiento del Cupcake evaluado m comportamiento de la acidez, pH y sabor fue de 11 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Hacer transferencia de la tecnología del presente trabajo en las panificadoras y pastelerías de la región para utilizar un subproducto del beneficio del cacao dando valor agregado a este fruto.
- Realizar investigaciones utilizando otros subproductos sobre todo de hortalizas, o de otra fuente diferente de cereales o legumbres.
- Realizar investigaciones tendientes a reducir el contenido de calorías y grasa de los productos de pastelería.
- Complementar el estudio con el análisis de aminoácidos al cupcake óptimo mediante un aminograma.
- Realizar pruebas biológicas del cupcake óptimo como digestibilidad aparente in vivo (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU).
- Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la implementación de una planta de elaboración del cupcake con la mezcla óptima.

ABSTRACT

The present research work was carried out at the National Agrarian University of the jungle, we investigated the development of a cupcake-type product with the incorporation of concentrated cocoa mucilage in percentages of 0%, 20%, 25%, 30% and 35% and in baking times of 20, 25 and 30 minutes at a temperature of 120°C.

We extracted the cocoa mucilage with transport, reception and weighing operations, selected and classified, washed and disinfected, cut and extracted, concentrated, packed and stored and we characterized it physically and chemically having humidity, $84.5 \pm 0.02\%$; Total protein $0.24 \pm 0.02\%$; fat, $0.1 \pm 0.01\%$; carbohydrates, $14.63 \pm 0.03\%$; fiber, $0.18 \pm 0.02\%$; ash, $0.35 \pm 0.03\%$; pH 3.5 ± 0.10 ; acidity $1.05 \pm 0.04\%$; soluble solids (° Brix) $17.1 \pm 0.09\%$; total solids, $15.61 \pm 0.01\%$; Density (g / ml) 1.06 ± 0.02 .

Organoleptically, evaluating the color, odor, flavor and texture of the cupcakes, we established that the best treatment is T14 (35% concentrated mucilage, baked at 120 ° C for 25 minutes).

We make a type of cupcake through the operations of receiving raw material, weighing, cremating, mixing 1, mixing 2, molding, baking, cooling, packaging, storage.

The physicochemical composition of the cupcake with the highest

acceptance (best treatment) had humidity, $21.04 \pm 0.087\%$; protein $9.71 \pm 0.017\%$; fat, $16.29 \pm 0.026\%$; carbohydrates, $49.77 \pm 0.017\%$; fiber, $1.18 \pm 0.017\%$; ash, $2.01 \pm 0.036\%$; pH, 6.00 ± 0.026 and acidity, $1.00 \pm 0.026\%$ and after evaluating the acidity, pH and flavor, we established that it can be stored for 11 days.

Keywords: cakes, plant secretions, mucilage, cocoa, *Theobroma cacao*

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTICONA, A. (2017). *Comparación fisicoquímica y reológica de harinas: trigo (*Triticum aestivum*), centeno (*Secale cereale*) y triticale (x *Tritico secale*) en elaboración de pan*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1370384>
- AOAC. (2000). Official methods of Analysis of Association of Analytical chemists. (1. I. international, Ed.) 1(45), 112 - 120.
- ANZALDÚA – MORALES, A. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la Teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ARELLANO, A. E.; ROJAS, Z.I. (2017). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de arvejas (*Pisum sativum*) y harina de camote (*Ipomea batata*) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake. [Tesis Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa] Repositorio UNS, <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2748>.
- ATOCHE, L., GARCÍA, M. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS,

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2988/42933.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BELTRÁN, X., SÁENZ, G. (2014). *Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinua wild) y harina de zapallo (Cucurbita melano) en la elaboración de cupcakes*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa] Repositorio <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1955/27278.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BHAT, M. A., BHAT, A. (2013). Study on Physico-Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake. *J Food Process Technol* 4: 262.

BRAUDEAU, J. (2001), *El cacao. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*. Costa Rica.

CHRISTIAN, V. T., RAUL, D. O, WIATONM. R, ROMAN, S.V. JAIME, V. CH. CARLOS, B. C. Utilización del Mucilago de cacao, tipo Nacional y Trinitario, en la obtención de Jalea. *España Ciencia*. 7(52).

CONDE, P. (2019). *Incidencia de la harina de avena (avena sativa) como sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum vulgare) en la elaboración de bizcocho edulcorado con panela*. [Tesis Ingeiero en Indsutrias Alimentarias, Universidad Nacional Jorge Basadre] Repositorio http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3664/1588_2019_conde_pumarimay_pp_fcag_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DAZA P. J.F. (2010). *Estadística aplicada con Microsoft Excel*. Ed. Megabyte S.A.C. Lima, Perú. p. 485 – 516.

- DENDY, D., DOBRASZCYK, B. (2001). *Cereales y Productos derivados*. Editorial Acribia, S.A., Cap. 8, Pan: un alimento único: p. 225. Cap 9, Productos de confitería: p. 301, p.305
- DIGESA .2011. RM N° 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y Pastelería. Ministerio de Salud. Lima. Perú.
- GARCÍA, G. D. P. (2011). Desarrollo de un Producto de Panadería con Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) [Tesis Licenciatura Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio UNC, <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7767/107475.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- GUZMAN, F.; LÓPEZ, G. (2015). *Harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatas*) y grano entero de chía (*Salvia hispánica*) en la elaboración de Cupcakes*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de la Santa. Chimbote. Perú. 264 p.
- HERNÁNDEZ A., REINALDO M., ROJAS O., PRISCILLA K. (2011). *Estudio del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) con fines de aprovechamiento industrial y artesanal, en barlovento, estado Miranda*. [Tesis Ingeniero Químico, Universidad Central de Venezuela]. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/17334/1/TEG%20Hernandez%20R%20y%20Rojas%20P.pdf>
- HUAMÁN, K. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de café (*Coffea arábica*. F) Tostado y verde en las caracterizas*

sensoriales y fisicoquímicas de las galletas dulces. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco. Perú.

JÁCOME, J. (2018). *Análisis de la diversidad Fenotípica de cacao por trinitario (Theobroma cacao L)*. [Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Machala] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12430>.

JURADO, D.; NAKASATO, G. (2015). *Propuestas de plan HACCPP para la línea de hojaldre y línea de tartas del área de pasteles de hipermercado*. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima. Perú. p 15.

LUZURIAGA, L. (2012). *Extracción y aprovechamiento del mucílago de cacao (Theobroma cacao) como materia prima en la elaboración de vino*. [Tesis Ingeniero de alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial] http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4930/1/47745_1.pdf

LOO, E., TESÉN, A., VALDEZ, J. (2013). *Optimización de la aceptabilidad general mediante pruebas afectivas y metodología de superficie de respuesta de una bebida a base de una mezcla seca de polvo de cacao*. *Scientia Agropecuaria* 4(2013) 191 – 197.

MONTGOMERY, D. (2002). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Limusa.

MOROCHO, K. (2018). *Hidrolisis enzimática del Mucilago de cacao CCN 51 (Theobroma Cacao L. para incrementación de azúcares fermentables*. [Trabajo titulación Ingeniero de Alimentos. Universidad Técnica de Machala] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13284/1/T->

OTOYA, J. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) Por penca de tuna (Opuntia ficus I.) en polvo Sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de Muffins*. Trujillo. Pag, 7.

- PAREDES, K., LOPEZ, J. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por harina de ajonjolí (*Sesamun indicum* L) Desgrasada y harina de arveja (*Pisum sativum*) en las características tecnológicas y sensoriales de Cupcakes. [Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa] Repositorio <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3117/47237.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- 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), <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.02.05>.
- PONGJANTA, J., NAULBUNRANG, A., KAWNGDANG, S., MANAN, T., THEPJAIKAT, T. (2006). Utilization of pumpkin powder in bakery products. *Nutraceutical and Functional Food*. 28 (1).
- QUIMBITA, F.; RODRÍGUEZ, P.; VERA, E. (2013). Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos. *Ciencias Naturales y Medio Ambiente*. *EPSOL* 26(1).
- QUINTOS, R. (2018). *Evaluación del daño de Antiteuchus Sp en frutos de cacao (Theobroma Cacao L.)*. [Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín] Repositorio UNSM, <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3323#:~:text=Los%20resultados%20indican%20que%20las,rendimiento%20promedio%20de%20la%20regi%C3%B3n>.

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y Pastelería. (30 de diciembre 2010). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273324/244442_RM1020-2010-MINSA.pdf

ROJAS, J.; ROJAS, E. (2017). *Aprovechamiento del mucilago de cacao (Theobroma cacao) en la formulación de una bebida no alcohólica*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2684/Rojas_Sosa_Johanna_Marleny_y_Rojas_Manayay_Erick_David.pdf?sequence=5&isAllowed=y

RUIZ, C. R. (1981). *Cultivo del Trigo y la Cebada*. Bogotá: Temas de Orientación Agropecuaria.

SALOMON, W. H.; WAIZEL, B. J.; SERRANO, M. A.; BEDOYA, C. P. (2012). Cacao y chocolate seducción y terapéutica. *Artículo México*. 57(3): 236-245.

SANTANA, P. (2017). *Mucilago de cacao (Theobroma cacao L.), Nacional y Trinitario para la obtención de una bebida hidratante*. [Tesis Ingeniería en Alimentos, Universidad Tecnológica Estatal de Quevedo].

SCIAMMARO LEONARDO., CRISTINA FERRERO., CECILIA PUPPO. 2015. Agregado del valor de fruto de prosopisalba. Estudio de la Composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. *Fca y F. Argentina*.114.1.115-123.

- UREÑA, M., D'ARRIGO, P. M., GIRÓN, H. O. (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Agraria.
- VALENZUELA, A. 2007. El chocolate, un placer saludable. *Rev Chil Nutr.* 34(3).
- VALLEJO, CH.; DÍAZ, R.; MORALES, W.; SORIA, R.; RERA, J.; BAREN, C. 2016. Utilización del mucilago de cacao tipo nacional y Trinitario, en la obtención de Jalea. *Ecuador* .7, p 6- 58.
- VILLANUEVA, J. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cascara de maracuyá (*Pasiflora Edulis*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*) en las características tecnológicas y sensoriales del Cupcake*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa] Repositorio UNS, <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3115/47239.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VILLAVICENCIO, A. (2001). *Caracterización química del nivel de fermentación y estudio de los parámetros de calidad del cacao (*Theobroma Cacao L.*) producido en el Ecuador*. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador] Repositorio <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/976>.
- VIZCARRA, C. (2013). *Uso de la cascarilla y exudado de mucílago de la almendra de cacao fino de aroma para la elaboración de vino*. [Tesis Ingeniero de Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial], repositorio. UTE, http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5050/1/54924_1.pdf.
- ZIEGLEDER, G.R., HOGG, R. 2009. Particle size distribution. In S.T. Beckett

(Ed.), Industrial Chocolate Manufacture and Use (p 142-168). Oxford:
Wiley- Blackwell.

ANEXO

Anexo 1. Ficha para la evaluación sensorial del cupcake

Número de Juez:.....Fecha:.....Hora.....

Instrucciones: Deguste, huela, visualice y observa cuidadosamente cada una de las muestras marcando con una X en la característica que Ud. considere conveniente por cada atributo evaluado.

Atributo	Escala	Descriptor	392	575	987
Sabor	5	Gusta muchísimo			
	4	Gusta regular			
	3	No gusta ni disgusta			
	2	Disgusta regular			
	1	Disgusta muchísimo			
Olor	5	Muchísimo a queque			
	4	Regular a queque			
	3	Indiferente			
	2	Diferente			
	1	Desagradable			
Color	5	Amarillo - anaranjado			
	4	Amarillo – anaranjado claro			
	3	Amarillo claro			
	2	Amarillo crema claro			
	1	Crema claro			
Textura	5	Muy firme			
	4	Firme			
	3	Ni Blando ni firme			
	2	Blando			
	1	Muy blando			

(*) Forma de evaluar el color los cupcake.

Observaciones:.....

Anexo 2. Evaluación del color del cupcake con mucilago concentrado de cacao

Mucilago (%)	Tiempo de Horneo	Repeticiones	Puntos	Tratamientos	
0	20	1	3.692	T1	
		2	3.923		
		3	3.692		
	25	25	1	4.385	T2
			2	4.538	
			3	4.615	
	30	30	1	3.538	T3
			2	3.538	
			3	3.462	
20	20	1	3.308	T4	
		2	3.231		
		3	3.308		
	25	25	1	3.462	T5
			2	3.538	
			3	3.538	
	30	30	1	3.538	T6
			2	3.538	
			3	3.538	
25	20	1	3.538	T7	
		2	3.308		
		3	3.462		
	25	25	1	3.538	T8
			2	3.538	
			3	3.462	
	30	30	1	3.462	T9
			2	3.615	
			3	3.538	
30	20	1	3.692	T10	
		2	3.538		
		3	3.538		
	25	25	1	3.615	T11
			2	3.462	
			3	3.538	
	30	30	1	3.692	T12
			2	3.538	
			3	3.462	
35	20	1	3.692	T13	
		2	3.923		
		3	3.846		
	25	25	1	4.692	T14
			2	4.769	
			3	4.692	
	30	30	1	3.615	T15
			2	3.462	
			3	3.615	

Anexo 3. ANVA de la evaluación del color del cupcake con mucilago concentrado de cacao.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F calculado	P valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: % Mucilago Cc	2.6152	4	0.653801	9.59	0.0000
B: Tiempo horneado	1.58899	2	0.794494	11.65	0.0001
RESIDUOS	2.59146	38	0.0681963		
TOTAL (CORREGIDO)	6.79565	44			

Anexo 4. Evaluación del olor del cupcake con mucilago concentrado de cacao

Musilago (%)	Tiempo de Horneo	Repeticiones	Puntos	Trat.	
0	20	1	3.538	T1	
		2	3.538		
		3	3.308		
	25	25	1	4.692	T2
			2	4.615	
			3	4.615	
	30	30	1	3.538	T3
			2	3.538	
			3	3.462	
20	20	1	3.308	T4	
		2	3.231		
		3	3.308		
	25	25	1	3.154	T5
			2	3.308	
			3	3.308	
	30	30	1	3.308	T6
			2	3.308	
			3	3.385	
25	20	1	3.308	T7	
		2	3.231		
		3	3.308		
	25	25	1	3.615	T8
			2	3.615	
			3	3.462	
	30	30	1	3.615	T9
			2	3.462	
			3	3.538	

30	20	1	3.692	T10	
		2	3.615		
		3	3.615		
	25	1	3.769	T11	
		2	3.692		
		3	3.692		
	30	30	1	3.692	T12
			2	3.538	
			3	3.462	
35	20	1	3.846	T13	
		2	3.923		
		3	3.769		
	25	25	1	4.769	T14
			2	4.923	
			3	4.846	
	30	30	1	3.692	T15
			2	3.538	
			3	3.692	

Anexo 5. ANVA de la evaluación del olor del cupcake con mucilago concentrado de cacao.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F calculado	P valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: % Mucilago Cc	3.80614	4	0.951534	11.76	0.0000
B: Tiempo horneado	2.45003	2	1.22502	15.14	0.0000
RESIDUOS	3.07392	38	0.0808927		
TOTAL (CORREGIDO)	9.33009	44			

Anexo 6. Evaluación del sabor del cupcake con mucilago concentrado de cacao

Musilago (%)	Tiempo de Horneo	Repeticiones	Puntos	Trat.	
0	20	1	3.615	T1	
		2	3.615		
		3	3.692		
	25	25	1	4.615	T2
			2	4.615	
			3	4.692	
	30	30	1	3.615	T3
			2	3.692	

		3	3.615	
20	20	1	3.385	T4
		2	3.308	
		3	3.385	
	25	1	3.615	T5
		2	3.692	
		3	3.615	
	30	1	3.538	T6
		2	3.538	
		3	3.538	
25	20	1	3.538	T7
		2	3.692	
		3	3.615	
	25	1	3.692	T8
		2	3.615	
		3	3.615	
	30	1	3.538	T9
		2	3.615	
		3	3.538	
30	20	1	3.692	T10
		2	3.538	
		3	3.538	
	25	1	3.462	T11
		2	3.615	
		3	3.615	
	30	1	3.615	T12
		2	3.462	
		3	3.462	
35	20	1	3.692	T13
		2	3.923	
		3	3.846	
	25	1	4.923	T14
		2	4.846	
		3	4.769	
	30	1	3.538	T15
		2	3.462	
		3	3.615	

Anexo 7. ANVA de la evaluación del sabor del cupcake con mucilago concentrado de cacao.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F calculado	P valor
EFFECTOS PRINCIPALES					

A: % Mucilago Cc	2.39407	4	0.598518	8.26	0.0001
B: Tiempo horneado	2.36406	2	1.18203	16.30	0.0000
RESIDUOS	2.75514	38	0.0725036		
TOTAL (CORREGIDO)	7.51326	44			

Anexo 8. Evaluación de la textura del cupcake con mucilago concentrado de cacao

Musilago (%)	Tiempo de Horneo	Repeticiones	Puntos	Trat.	
0	20	1	3.385	T1	
		2	3.385		
		3	3.308		
	25	25	1	4.615	T2
			2	4.538	
			3	4.538	
	30	30	1	3.462	T3
			2	3.385	
			3	3.385	
20	20	1	3.231	T4	
		2	3.154		
		3	3.231		
	25	25	1	3.077	T5
			2	3.231	
			3	3.231	
	30	30	1	3.385	T6
			2	3.231	
			3	3.308	
25	20	1	3.231	T7	
		2	3.154		
		3	3.231		
	25	25	1	3.538	T8
			2	3.538	
			3	3.385	
	30	30	1	3.538	T9
			2	3.385	
			3	3.462	
30	20	1	3.615	T10	
		2	3.538		
		3	3.538		
	25	25	1	3.692	T11
			2	3.615	
			3	3.615	
	30	30	1	3.615	T12
			2	3.462	
			3	3.385	
35	20	1	3.769	T13	

	25	2	3.846	T14
		3	3.692	
		1	4.769	
	2	4.692		
	3	4.846		
	1	3.615	T15	
2	3.462			
3	3.615			

Anexo 9. ANVA de la evaluación de la textura del cupcake con mucilago concentrado de cacao.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F calculado	P valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: % Mucilago Cc	3.63437	4	0.908593	10.85	0.0000
B: Tiempo horneado	2.45095	2	1.22548	14.63	0.0000
RESIDUOS	3.18356	38	0.0837779		
TOTAL (CORREGIDO)	9.26889	44			

Anexo 10. Evaluación de la Acidez del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C durante el almacenamiento

Tiempo (días)	Repeticiones	Ac. Titulable
2	1	0.98
	2	1.01
	3	1.04
5	1	1.08
	2	1.12
	3	1.17
8	1	1.02
	2	1.27
	3	1.31
11	1	1.81

	2	1.84
	3	1.89
14	1	2.12
	2	2.20
	3	2.28

Anexo 11. ANVA de la evaluación de la acidez en el almacenamiento del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.23783	4	0.809457	113.48	0.0000
Intra grupos	0.0713333	10	0.00713333		
Total (Corr.)	3.30916	14			

Anexo 12. Evaluación del pH del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Repeticiones	pH
2	1	6.2
2	2	6.0
2	3	6.3
5	1	5.5
5	2	5.6
5	3	5.5
8	1	5.3
8	2	5.3
8	3	5.4

11	1	5.4
11	2	5.2
11	3	5.3
14	1	4.9
14	2	4.8
14	3	4.7

Anexo 13. ANVA de la evaluación del pH en el almacenamiento del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.92933	4	0.732333	73.23	0.0000
Intra grupos	0.1	10	0.01		
Total (Corr.)	3.02933	14			

Anexo 14. Evaluación del sabor del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C durante el almacenamiento.

Panel	2 días			5 días			8 días			11 días			14 días		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	3	4	3	4	2
2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	3	4	3
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5
4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	3	3	3	5
5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
6	5	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3
7	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	3	4	3	3	4
8	5	5	5	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3

9	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	5	3	3	3
10	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	3	4	4	3
11	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	3	3
12	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	3	3	4
13	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3
X	4.6	4.7	4.7	4.5	4.5	4.4	4.3	4.4	4.3	4.0	3.9	3.9	3.4	3.5	3.4

Anexo 15. ANVA de la evaluación del sabor en el almacenamiento del cupcake con 35% de mucilago concentrado de cacao y 25 minutos de horneado a 120°C.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.88	4	0.72	216.00	0.0000
Intra grupos	0.0333333	10	0.00333333		
Total (Corr.)	2.91333	14			