



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*), HARINA DE ZAPALLO (*Curcubita maxima*) Y HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa*).

Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Este trabajo forma parte de los proyectos de investigación: “Desarrollo de un prototipo de mezcla farinácea libre de gluten para pastelería, utilizando cultivos andinos tradicionales infrautilizados”, aprobado por el H. Consejo Universitario con resolución 0193-CU-P-2018 y coordinado por Diego Salazar, M.Sc y “Desarrollo de productos alimenticios libres de trigo y gluten a partir de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales” financiado por SENECYT a través de la convocatoria INEDITA 2018 y coordinado por Mirari Arancibia, Ph.D.

Autora: Karen Anabel López Madrid

Tutor: Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

Ambato – Ecuador

Noviembre - 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizó la presentación de este trabajo de titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 25 de Septiembre del 2019


.....
Fernando Cayetano Álvarez Calvache. Msc.

C.I. 180104502-0

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Karen Anabel López Madrid, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniería en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Karen Anabel López Madrid

C.I. 050328261-8

AUTORA


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad de Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.



.....

Presidente del Tribunal



.....

Diego Manolo Salazar Garcés, MSc.

C.I. 180312429-4



.....

Julio César Sosa Cárdenas, Mg.

C.I. 171665084-9

Ambato, 28 de octubre del 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento libre para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en líneas patrimoniales de mi Trabajo de Graduación, con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad Ecuatoriana, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Karen Anabel López Madrid

C.I. 050328261-8

AUTORA

DEDICATORIA

A la persona más importante en mi vida, mi mami Sandri, quien ha sido mi apoyo incondicional, mi fuerza y mi motor para nunca rendirme. Sin ti mami, no sería la persona que ahora soy y esto se debe principalmente a los valiosos consejos y valores que adquirí de ti. Gracias por todo lo que hiciste y por todo lo que serías capaz de hacer por mí. Te amo con todas mis fuerzas y todo lo que he conseguido en este mundo, te lo debo a ti, ya que sin tu apoyo nunca hubiese alcanzado mis metas.

A mi papi por estar pendiente a la distancia y motivarme a seguir adelante. Gracias por todo el cariño y amor.

A mi mami Aida, mami Consu, Caty, Jass, Angelita, Rúben por apoyarme a lo largo de mi vida estudiantil, con sus consejos, con su confianza y siempre motivarme para salir adelante. Gracias mami Consu por no rendirte y luchar por tu vida, para estar con nosotros tus hijos.

A mi ñaña Cris por ser mi mejor amiga y confidente, por todo el amor que me demuestras día a día. Te quiero pequeña. A mi hermano Josu gracias por apoyarme cuando te necesitaba y por tu cariño. A mis primos Antony, Vale y a toda mi familia, por compartir estos momentos y apoyarme a lo largo de mi vida.

A mis pequeños Milagros, William, Sofía por llenar mi vida de felicidad desde que nacieron.

A mis dos angelitos que desde el cielo me cuidan y me protegen.

Gracias a todos por confiar en mí y demostrarme su amor.

Karen Anabel López Madrid

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por guiarme a lo largo de mi vida, por darme la fuerza y coraje para hacer de este sueño realidad. Gracias a la vida por este nuevo logro.

Gracias a mi mami por ser la principal promotora de mis sueños, gracias por haberme acompañado cada larga y agotadora noche de estudio. Gracias por ser mi amiga y comprenderme en los momentos difíciles, cuando sentía que ya no podía más siempre estabas tú motivándome.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por haberme permitido formarme como profesional. A mi tutor Ing. Fernando Álvarez y de manera especial al Ing. Diego Salazar y a la Dra. Mirari Arancibia, por confiar en mí, por su valioso tiempo, consejos y haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis dentro del G+ Biofood and Engineering.

A mi calificador Mg. Julio Sosa por su ayuda y conocimientos para lograr el desarrollo de mi Trabajo de Titulación.

A Luis, por haberme aconsejado y motivado para seguir esta carrera, de igual manera un eterno agradecimiento a Vicky, por estar conmigo, apoyarme y quererme desde niña.

A mis amigas Maricela y Kelly por los momentos de alegría, risas, llantos y por haber hecho en todo momento el papel de una familia verdadera, gracias por haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré. Estefy, gracias por formar conmigo un equipo de trabajo durante este proceso y alentarme a salir de toda adversidad; gracias por tú amistad sincera.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora. Gracias una vez más a todos por su amor, aporte y apoyo.

Ahora puedo decir con orgullo, ¡lo logré!

Karen Anabel

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES.....	I0
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
DERECHOS DE AUTOR.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPITULO I	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes investigativos	3
Camote.....	3
Variedades de Camote.....	3
Composición del Camote	4
Oca.....	4
Variedades de Oca.....	4
Composición de la Oca.....	5
Zapallo	5
Variedades de Zapallo.....	6
Composición del Zapallo.....	6

Harinas	6
Grasa	7
Azúcar	7
Stevia	7
Galletas	7
1.2. Hipótesis	8
Hipótesis nula (H_0).....	8
Hipótesis alternativa (H_a)	8
1.3. Señalamiento de variables	8
Variable Independiente.....	8
Variable Dependiente.....	8
1.4. Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPITULO II.....	9
METODOLOGÍA	9
2.1. Materiales.....	9
2.1.1. Obtención de la materia prima.....	9
2.1.2. Obtención de la harina de cultivos andinos	9
2.1.3. Simbología de las galletas de cultivos andinos	10
2.1.4. Formulación de las galletas	10
2.2. Métodos.....	11
2.2.1. Análisis fisicoquímicos	11
Humedad.....	11
Determinación de iones de hidrógeno	12
Determinación de acidez titulable	12
Sólidos solubles.....	13

2.2.2.	Propiedades funcionales	13
	Determinación de Almidón Total y Amilosa.....	13
2.2.3.	Propiedades Bioactivas.....	14
	Determinación de compuestos fenólicos	14
2.2.4.	Características panificables	14
	Reología.....	14
	Textura	15
	Colorimetría	16
2.2.5.	Análisis microbiológico.....	16
2.2.6.	Análisis Sensorial	16
2.2.7.	Análisis Proximal	17
	Proteína	17
	Grasa	17
	Fibra Cruda	17
	Cenizas.....	18
	Carbohidratos.....	19
	Energía.....	19
CAPÍTULO III.....		20
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		20
3.1.	Análisis Físicoquímico de Cultivos Andinos.....	20
3.2.	Evaluación del contenido de humedad, amilosa y almidón total en las harinas	21
3.3.	Compuestos Fenólicos.....	23
3.4.	Análisis Físicoquímicos del Producto.....	24
3.5.	Textura	25
3.6.	Análisis Microbiológico	26
3.7.	Análisis Sensorial	28
3.8.	Color	29

3.9. Reología	31
3.10. Análisis Proximal	33
3.11. Verificación de hipótesis	34
Hipótesis nula (H_0).....	34
Hipótesis alternativa (H_a)	34
CAPITULO IV.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
4.1. Conclusiones	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	43
Anexo 1. Obtención de las harinas de los diferentes cultivos andinos.....	43
Anexo 2. Elaboración de las galletas con cultivos andinos.....	44
Anexo 3. Resultados del análisis de proteína de la mejor galleta OCZAz elaborado en LACONAL.	45
Anexo 4. Balance de materiales de la elaboración de galletas con cultivos andinos.....	47

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de humedad	11
Ecuación 2. Determinación de acidez titulable	12
Ecuación 3. Determinación de amilosa	13
Ecuación 4. Determinación de almidón total	14
Ecuación 5. Determinación de saturación Croma C*	16
Ecuación 6. Determinación de Tono °H.....	16
Ecuación 7. Determinación de grasa	17
Ecuación 8. Determinación de fibra cruda.....	18
Ecuación 9. Determinación de ceniza	18
Ecuación 10. Determinación de carbohidratos.....	19
Ecuación 11. Determinación de energía	19

Ecuación 12. Determinación de rendimiento	48
Ecuación 13. Determinación de rendimiento por unidad	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología de las galletas elaboradas con cultivos andinos.	10
Tabla 2. Formulación de galletas elaboradas con cultivos andinos.	11
Tabla 3. Análisis fisicoquímicos de cultivos andinos.	21
Tabla 4. Contenido de humedad, amilosa y almidón total en las harinas.	23
Tabla 5. Humedad, pH y acidez en las muestras de galletas producidas con cultivos andinos.....	25
Tabla 6. Perfil de textura de las galletas producidas con cultivos andinos.	26
Tabla 7. Resultados microbiológicos para las diferentes galletas con cultivos andinos.	27
Tabla 8. Parámetros de color en las galletas con cultivos andinos.	30
Tabla 9. Análisis proximal del tratamiento óptimo OCZAz.....	34
Tabla 10. Parámetros de balance de materia de las galletas elaboradas con cultivos andinos.....	46
Tabla 11. Valores establecidos para los parámetros de balance de materia de las galletas.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camote (<i>Ipomoea batatas</i>)	3
Figura 2. Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	4
Figura 3. Zapallo (<i>Curcubita maxima</i>)	6
Figura 4. Harinas obtenidas de Oca (A), Zapallo (B) y Camote (C).....	9
Figura 5. Potenciador METTLER TOLEDO G20 Compact.....	13
Figura 6. Reómetro Anton Para MCR 302.	15
Figura 7. Texturómetro BROOKFIELD Pro CT3.....	15
Figura 8. Compuestos fenólicos en harinas de cultivos andinos.	23
Figura 9. Recuento microbiológico en las diferentes galletas durante 60 días.	28

Figura 10. Perfil sensorial de las galletas elaboradas con cultivos andinos.....	29
Figura 11. A) módulo de almacenamiento, B) módulo de pérdida y C) $\tan \delta$ en función de la frecuencia angular.	32

RESUMEN

En la actualidad, la industria alimentaria se ha enfocado en aprovechar los cultivos andinos que han sido olvidados y a la vez ofertar a los consumidores productos innovadores, libres de gluten y bajos en azúcar. En este sentido, el presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de aprovechar los cultivos andinos para generar una alternativa de consumo en el sector de galletería, el estudio permitió desarrollar y caracterizar galletas elaboradas con harina de camote (*Ipomoea batatas*), zapallo (*Curcubita maxima*) y oca (*Oxalis tuberosa*). Se diseñaron seis formulaciones las cuales incluyeron harinas de los cultivos andinos, margarina, azúcar, stevia, huevos y polvo de hornear, los resultados permitieron establecer que los componentes de dichas formulaciones incidieron sobre las características fisicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales y microbiológicas de las galletas. Los resultados permitieron establecer que la harina de zapallo presentó valores de humedad superiores a las demás, la sustitución de sacarosa por edulcorante stevia no afecta a la textura de la galleta, así mismo, se observó un efecto significativo en las propiedades de viscosidad, los módulos de almacenamiento y pérdida permitieron establecer un comportamiento viscoelástico de la masa de galletas. Por otro lado, la evaluación sensorial permitió establecer que las galletas con mejor aceptabilidad fueron las que contenían harina de oca, camote, zapallo y azúcar. Finalmente, el tiempo de vida útil de las galletas fue de 2 meses y 9 días establecido por el recuento de aerobios mesófilos como indicador de calidad.

Palabras clave. Harina de oca, harina de camote, harina de zapallo, galletas, edulcorante.

ABSTRACT

Currently, the food industry has focused on taking advantage of crops which have been forgotten, and at the same time offering consumers innovative products, gluten-free and low in sugar. In this sense, the present research was developed with the purpose to generate an alternative of consumption in the biscuit sector using Andean crops. The study allowed to develop and characterize cookies made with sweet potato flour (*Ipomoea batatas*), squash (*Curcubita maxima*) and goose (*Oxalis tuberosa*). Six formulations were developed, flour from the Andean crops, margarine, sugar, stevia, eggs, and baking powder were included. The results allowed to establish that the flour in the formulations affected the physicochemical, texture, rheological, sensory, and microbiological characteristics of the cookies. The results allowed to establish that the pumpkin flour presented humidity values higher than the others. The substitution of sucrose with stevia sweetener does not affect the texture of the cookie. Likewise, a significant effect on the viscosity properties was observed, the modules of storage and loss allowed to establish a visco-elastic behavior of the cookie dough. Finally, the sensory evaluation allowed us to establish that the cookies with the best acceptability were those containing goose flour, sweet potato, pumpkin, and sugar. Finally, the shelf life of the cookies was two months and nine days established by the mesophilic aerobic count as an indicator of quality.

Keywords. Goose flour, sweet potato flour, pumpkin flour, cookies, sweetener.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Camote

Según **Figueroa, Ruíz, Plúa et al. (2011)**, el camote es un cultivo alimenticio muy importante y sub explotado en el mundo, cuenta con una producción anual de 127 millones de toneladas métricas; está ubicado en cuarto lugar, después del arroz, trigo y maíz. Su mayor diversidad genética se encuentra ubicado en el norte de Perú, Colombia y Ecuador (**J. Díaz, De La Puente & Austin, 1992**).

El consumo de camote tiende a incrementarse en Ecuador, especialmente entre los estratos bajos y medianos de población (**Scott, Rosegrant & Ringler, 2000**). En el Ecuador, en la provincia de Manabí. El camote (*Ipomoea batatas*) es cultivado por pequeños y medianos productores, en suelos pobres y con pocos insumos (**Figueroa et al., 2011**).



Figura 1. Camote (*Ipomoea batatas*)

Variedades de Camote

Existen diversas variedades con cáscara anaranjada, morada y blanca. Por lo general se siembra la variedad de piel morada y pulpa blanca amarillenta, el cual tiene buena aceptación tanto en el mercado norteamericano como en el europeo (**León, Lopez, Martinez et al., 2013**).

Composición del Camote

El camote en comparación con la papa tiene un alto valor nutritivo; además de ser una fuente valiosa de fibra, antioxidantes, vitaminas y minerales. Su valor nutricional por cada 100 g de tubérculo comprende en mayor proporción agua 74%, fibra 1.2%, lípidos 0.2%, proteínas 1.2%, grasa, 0.6 g, carbohidratos 21.5 g, azúcar 9.7 g, almidones 11.8 g, sodio 41 mg, potasio 385 mg, fósforo 55 mg, calcio 22 mg, hierro 1 mg; también magnesio cobre, zinc y cloro. Asimismo, el camote contiene vitamina C 25 mg; vitamina A 667 UI; vitamina B1 0.1 mg; vitamina B2 0.06 mg; vitamina B3 52 mg (**Linares, Bye, Ramírez & Pereda, 2008**).

Oca

La oca es el segundo tubérculo más cultivado luego de la papa, debido a su gran rendimiento y buen sabor, la oca es empleada en la cocina rural andina. Se desarrolla entre los 2800 y 4000 metros. Dicho cultivo es importante en tierras frías altas sobre los 3000 metros de los Andes de Sudamérica, se estima que en las regiones andinas del Perú, Ecuador y Bolivia se cultivan 32.000 ha, con rendimientos entre 6 a 12 T.M/Ha (**Tapia, 1990**).



Figura 2. Oca (*Oxalis tuberosa*)

Variedades de Oca

En el Ecuador se cuenta con las siguientes variedades de oca más comunes:

- **Oca blanca:** También conocida como yuracoca, es un tubérculo grande y de buena conservación.

- **Sara – oca:** Es una oca blanca con pintas rojas, su ciclo vegetativo es más largo aproximadamente nueve meses en las partes bajas.
- **Blanca chaucha:** Tubérculo pequeño, siete meses de ciclo vegetativo.
- **Oca colorada:** Característica de color rojo.
- **Colorada chaucha:** Oca de color rojo.
- **Oca cañajera:** Característica por su color amarillo como el zapallo (**Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, 2008**).

Composición de la Oca

Los tubérculos de “oca” presentan una variabilidad elevada en relación a su valor nutricional y la mayoría tiene incluso valores nutritivos tan buenos o mejores que la papa. Presentan intervalos de humedad de 70- 80 %; carbohidratos 11-22 %, usualmente ricos en azúcares de fácil digestión, y contenidos de grasa, fibra y cenizas de 1,0 % aproximadamente. Los valores de proteína pueden variar ampliamente, pudiendo alcanzar ciertos tipos ricos en proteína más de 9 % en base seca (**Marrou, Villacorta & Pagador, 2011**).

Zapallo

Es una planta herbácea con tallos trepadores y flexibles, de tamaño grande; el fruto, la forma, color y tamaño son diversos. Las estructuras del zapallo son: semillas (9 %), pulpa (61 %), placenta (10%) y cáscara (20%). El mesocarpio de este posee un sabor dulce afrutado y aporta el color a las cremas, postres y sopas.

En Ecuador la producción de zapallo está distribuida de la siguiente manera: 53 % en la Sierra, 37 % Costa y 10% en la Amazonía. Azuay es la provincia con mayor producción de zapallo, seguida de Guayas, Loja y Pichincha (**Arrollo, 2018**).



Figura 3. Zapallo (*Curcubita maxima*)

Variedades de Zapallo

En el Ecuador, se cultiva alrededor de 23 variedades de zapallo, los cuales se encuentran en diferentes colores, formas y tamaños, los más grandes pueden llegar a pesar entre 17 y 37 kilogramos (Arrollo, 2018).

Composición del Zapallo

El zapallo provee carbohidratos, β - caroteno (provitamina A), ácido ascórbico, minerales (calcio, hierro, fósforo) y aminoácidos como tiamina y niacina. El contenido de proteína es entre 4.4 – 4.5%, materia seca superior 80% (Tobar, Vallejo & Baena, 2010).

Harinas

Es el caso de las harinas tradicionales que desde tiempos antiguos han sido parte indispensable para la alimentación humana, ya que balancean el suministro alimenticio. En la búsqueda de nuevas alternativas nutricionales para los consumidores, además de darle un valor agregado a la materia prima que es muy poco utilizada por la industria ecuatoriana y el beneficiar a los posibles consumidores así como los productores de dicha materia prima mediante la verificación de la composición de materia prima así como del mejor tratamiento obtenido, mediante un análisis proximal que establezca las propiedades funcionales del zapallo (Guananga, Guerrero & Mejía, 2007).

(Herrera, 2011), las harinas empleadas en galletas, suelen ser flojas, muy extensibles y con poca cantidad de gluten, presentan un contenido de proteínas entre 8 – 9% cuando las galletas son quebradizas y semidulces, mientras que, para galletas esponjosas, bizcochos

o las que contengan en su formulación levadura prensada la proteína aumenta entre 9 – 10%.

Grasa

Las grasas desempeñan un papel de antiglutinante, mejoran en la plasticidad, suaviza las masas y actúa como lubricante, juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que estas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa es inversamente proporcional a la dureza de las galletas; es decir a mayor cantidad menor dureza y viceversa, presentando una estructura fragmentable, es decir fácil de romper (**Gallegos, 2013**).

Azúcar

Contribuye al sabor y a la suavidad de los productos horneados. Cuando es utilizada en proporciones bajas no tienen efecto sobre la estructura, pero si es igual o mayor a la cantidad de harina, esta modifica los caracteres de amasado. La adición de azúcar reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Las galletas que son ricas en azúcar poseen una estructura cohesiva y textura crujiente (**Gallegos, 2013**).

Stevia

Es una planta, la cual es utilizada como edulcorante natural, las hojas contienen esteviosido, que es una sustancia mucho más dulce que el azúcar de caña. Además es considerada como el mejor sustituto del azúcar debido a que es hasta 300 veces más dulce y no contiene calorías (**Ávalos & García, 2019**).

Galletas

Son productos alimenticios elaborados con una mezcla de harina, grasa y agua, puede estar acompañada o no de azúcares y otros productos alimenticios. Son sometidas a un proceso de amasado y a un tratamiento térmico, se caracterizan por su bajo contenido de agua. Tienen un papel importante debido al aporte de vitaminas, azúcares y fibra (**Pantoja, Avilés & Vera, 2018**).

1.2. Hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

La mezcla de las harinas de los tubérculos andinos y el tipo de edulcorante no inciden en las propiedades fisicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales y microbiológicas.

Hipótesis alternativa (H_a)

La mezcla de las harinas de los tubérculos andinos y el tipo de edulcorante inciden en las propiedades físicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales, y microbiológicas.

1.3. Señalamiento de variables

Variable Independiente

Harinas de tubérculos andinos (oca, camote y zapallo).

Tipo de edulcorante (sacarosa y stevia)

Variable Dependiente

Propiedades fisicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales y microbiológicas.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Desarrollar y caracterizar galletas elaboradas con harina de camote (*Ipomoea batatas*), harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) y harina de oca (*Oxalis tuberosa*).

Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima a través de un análisis fisicoquímico.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas, reológicas, de textura del tratamiento óptimo.
- Realizar un análisis proximal del tratamiento óptimo.
- Evaluar la calidad microbiológica, sensorial y vida útil del producto.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. Obtención de la materia prima

Los diferentes tubérculos fueron adquiridos de un comerciante en el mercado de la ciudad de Pujilí, provincia Cotopaxi. Para lo cual se siguió el proceso que se muestra en el Anexo 1.

2.1.2. Obtención de la harina de cultivos andinos

Los cultivos andinos fueron lavados, secados, pelados y rebanados entre 3 - 5 mm de espesor, para luego ser sometidos a un blanqueamiento durante 2 minutos a 65°C, finalmente fueron secados a 60°C por 24 horas, en un secador de bandejas (Gander MTN). Las muestras secas fueron molidas con la ayuda de un molino manual (CORONA) y envasadas herméticamente. En el Anexo 2 se detalla el proceso de obtención de la harina de los diferentes cultivos andinos.

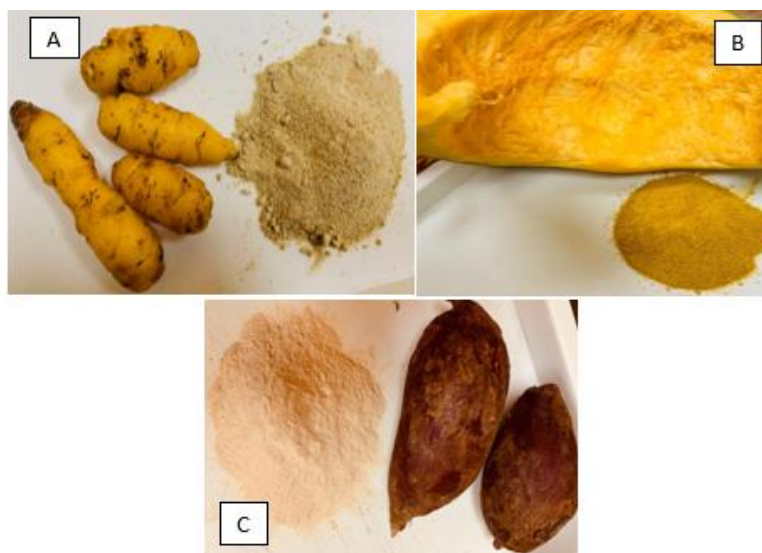


Figura 4. Harinas obtenidas de Oca (A), Zapallo (B) y Camote (C).

2.1.3. Simbología de las galletas de cultivos andinos

Tabla 1. Simbología de las galletas elaboradas con cultivos andinos.

Simbología	Nombre
OZAz	Galletas con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar
OZSt	Galletas con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia
CZAz	Galletas con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar
CZSt	Galletas con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia
OCZAz	Galletas con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar
OCZSt	Galletas con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia

2.1.4. Formulación de las galletas

Las harinas de camote y oca fueron adicionadas en niveles de 70%, la harina de zapallo con un 30%. La harina de zapallo estuvo presente en todas las formulaciones debido a que por sus componentes nutricionales proporcionará al producto final la característica funcional debido a que aporta fibra y contiene casi un 95% de agua, lo cual genera cualidades depurativas, laxantes y diuréticas, además aporta gran cantidad de beta caroteno, precursor de la vitamina A, a la vez presenta vitaminas C, E y del grupo B, las cuales generan una alta combinación de antioxidante (**Guananga et al., 2007**).

A la vez se empleó dos tipos de edulcorantes, los cuales fueron azúcar y edulcorante stevia. Se procede a mezclar todos los ingredientes. Finalmente, se realizó el horneado durante 12 min a 170° C en un horno industrial rotativo (ANDINO). Las galletas se enfriaron durante 30 minutos a temperatura ambiente, para el posterior almacenamiento. En la Tabla 2 se muestra la formulación de las galletas.

Tabla 2. Formulación de galletas elaboradas con cultivos andinos.

<i>Muestras</i>	<i>Harinas</i>			<i>Azúcar (g)</i>	<i>Stevia (g)</i>
	<i>Camote (%)</i>	<i>Oca (%)</i>	<i>Zapallo (%)</i>		
<i>OZAz</i>	-	70	30	60	-
<i>OZSt</i>	-	70	30	-	4
<i>CZAz</i>	70	-	30	60	-
<i>CZSt</i>	70	-	30	-	4
<i>COZAz</i>	35	35	30	60	-
<i>COZSt</i>	35	35	30	-	4

OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia).

2.2. Métodos

2.2.1. Análisis fisicoquímicos

Humedad

El contenido de humedad se determinó según la norma **AOAC 925.10 (AOAC, 2012)**, para dicho análisis se pesó 2 g de la muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada, la cual es sometida a la estufa a 130°C durante 1 hora; después que el tiempo haya finalizado se colocó en un desecador hasta obtener un peso constante. Los ensayos se realizaron por triplicado tanto para la materia prima como para los diferentes tratamientos y para el tratamiento óptimo. El porcentaje de humedad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{P} * 100$$

(Ecuación 1)

Donde:

M₁: Peso de la cápsula + muestra sin secar (g)

M₂: Peso de la cápsula + muestra seca (g)

P: Peso de la muestra (g)

Determinación de iones de hidrógeno

La metodología empleada en la determinación de pH fue la propuesta por la norma técnica ecuatoriana **NTE INEN 526 (INEN, 2013)**, para lo cual se pesó 10 g del producto y se mezcló con 40 ml de agua destilada, la mezcla fue filtrada y se midió el pH con la ayuda de un potenciómetro (METTLER TOLEDO pH 10 NS 220). Dicha determinación se realizó por triplicado tanto para la materia prima como para las galletas.

Determinación de acidez titulable

En la determinación de acidez se trabajó con el titulador automático (METTLER TOLEDO G2); empleando la norma técnica ecuatoriana **AOAC 939.05 (AOAC, 2000)**, donde se pesó 10 g de la muestra previamente triturada y se homogenizó con 40 ml de agua destilada, las determinaciones se ejecutaron por triplicado, para la materia prima y el producto terminado.

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * F}{P} * 100$$

(Ecuación 2)

Donde:

V: Volumen gastado de NaOH (ml)

N: Normalidad de NaOH (0.1 N)

F: Factor del ácido predominante

P: Peso de la muestra (ml)



Figura 5. Potenciador METTLER TOLEDO G20 Compact.

Sólidos solubles

Para la medición de sólidos solubles se trituro la muestra y se tomó el extracto, se procedió a colocar una gota en el refractómetro digital (ATAGO PAL α H427751) y se tomó lectura.

2.2.2. Propiedades funcionales

Determinación de Almidón Total y Amilosa

Se trabajó con el kit enzimático Megazyme, para lo cual se precipitó la amilopectina utilizando concavalina A (Con - A). Para la determinación de almidón total se mezcló 0,5 ml de Solución A con 4 ml de acetato de sodio 100 mM, pH 4,5, luego se agregó 0,1 ml de solución de amiloglucosidasa/ α -amilasa y se incubó a 40°C por 10 minutos. Se transfirió 1 ml de esta solución a los tubos de ensayo y se agregó 4 ml de reactivo GOPOD, se incubó a 40°C por 20 minutos. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 510 nm, en un espectrofotómetro UV/vis (Evolution 60 S).

El ensayo se realizó por triplicado. Para la cuantificación de amilosa y almidón se empleó las siguientes ecuaciones.

$$\mathbf{Amilosa} \% \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{\text{Absorbancia (Con A)}}{\text{Absorbancia (Alícuota de almidón Total)}} * \frac{6,15}{9,2} \times \frac{100}{1}$$

(Ecuación 3)

$$\text{Almidón \%} = \Delta A * F * EV * \frac{D}{W} * 0,90$$

(Ecuación 4)

Donde:

ΔA: Absorbancia de la solución de muestra frente al reagente blanco.

F: Factor para convertir los valores de absorbancia en mg de glucosa.

EV: Volumen de extracción de la muestra.

D: Dilución adicional de la solución de la muestra.

W: Peso de la muestra (mg)

2.2.3. Propiedades Bioactivas

Determinación de compuestos fenólicos

Para la determinación de compuestos fenólicos se pesó 0,25 g de harina, para lograr el arrastre de compuestos se añadió 10 ml de agua destilada, se filtró dicha suspensión y se colocó en balones de 25 ml llegando al aforo con agua destilada. Los compuestos fenólicos totales fueron cuantificados mediante el método Folin-Ciocalteu de Singleton y Rossi (1965) y Baldeon (2019) con algunas modificaciones.

Se tomó una alícuota de 2,5 ml de la muestra obtenida previamente, se agregó 1 ml del reactivo Folin-Ciocalteu, dejando en reposo durante una hora. Luego se añadió 5 ml de carbonato de sodio al 35%, aforando con agua destilada, a continuación, se agitó y se lo dejó reposar por una hora. Por último, las mediciones fueron realizadas por triplicado empleando una longitud de onda de 765 nm a través de un espectrofotómetro UV/vis (Evolution 60 S).

2.2.4. Características panificables

Reología

Las determinaciones reológicas se efectuaron con el empleo de un Reómetro (Anton Parr MCR 302.Australia). La geometría utilizada fue plato-plato (40 mm de diámetro y espacio de 3 mm). La muestra de masa se colocó en medio de las placas, cuidando que la muestra

no desborde y eliminando el exceso de masa si fuere el caso. Todos los experimentos reológicos se realizaron por triplicado.



Figura 6. Reómetro Anton Para MCR 302.

Textura

La textura se determinó de acuerdo con los parámetros de dureza, porcentaje de deformación según dureza, adhesividad y fracturabilidad de todos los tratamientos. Para esto se empleó un Texturómetro (PRO CT3 BROOKFIELD, EE. UU), con la sonda TA7, elemento TA–BT-KIT, a una velocidad de 2 mm/s, con una ubicación base de 63,9 mm; para una deformación del 50%. El análisis del Texturómetro Mod. Brookfield CT3, simula de la mordida del consumidor, la evaluación se realizó a temperatura ambiente con intervalos de 3,6, 9, 12, 27 y 60 días.



Figura 7. Texturómetro BROOKFIELD Pro CT3.

Colorimetría

Se evaluaron en todos los tratamientos los parámetros de color, L* (luminosidad), a* (rojo/verde), b*(amarillo/azul), los cuales fueron evaluados en un colorímetro (LOVIBOND, LC100, EE.UU), calibrado con un iluminador D65 (luz natural) y un observador estándar D10. En cada muestra se realizaron 10 mediciones en diversas áreas. Se calculó la saturación Cromo C* y Tono °H, mediante las siguientes ecuaciones:

$$C^* = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

(Ecuación 5)

$$^{\circ}H = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

(Ecuación 6)

2.2.5. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó a todos los tratamientos, para lo cual se pesó 10 g de cada muestra y se los colocó en bolsas estériles (Sterilin Stone, Staffordshire, Reino Unido) con 90 ml de agua de peptona (Difco, Le Pont de Claix, France), con la ayuda del Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido) se las homogenizó durante 1 minuto a 200 rpm. Para el recuento de aerobios mesófilos se sembró en placas de agar para recuento en placa, PCA (Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubó a 37°C durante 24 horas; para mohos y levaduras se realizó la siembra en placas de agar Rosa de Bengala, RBC (Difco, Le Pont de Claix, France), los cuales fueron incubados a 26°C durante 5 días. Finalmente, para coliformes se empleó el agar Chromocult Coliformen Agar y se incubó a 37°C durante 24 horas. Todos los ensayos se realizaron por triplicado durante 2 meses, los recuentos se expresaron como el logaritmo de las UFC por gramo (log UFC/g).

2.2.6. Análisis Sensorial

Las características sensoriales evaluadas en los diferentes tratamientos fueron aceptabilidad, olor, color, sabor y textura con una escala hedónica de cinco puntos donde se especificó que 5 significa “Muy agradable” y 1 “Muy desagradable”. Dicho análisis se realizó con 14 estudiantes semi entrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

2.2.7. Análisis Proximal

Proteína

El análisis de proteína se efectuó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, mediante la técnica de proteína de Kjeldhal, empleando el método **AOAC Ed 20, (AOAC, 2016)**, con las siguientes condiciones ambientales 19.1°C y 48.8% de humedad relativa.

Grasa

En la determinación de grasa se empleó el método de la **AOAC 920.39 (AOAC, 1990)**. Se pesó 1 g de muestra previamente deshidratada en dedales de celulosa, se colocó en el equipo VELP Científica Solvent Extractor (Soxhlet) los dedales y vasos con 50 ml de hexano durante 4 horas en la fase de inmersión a 130°C, seguido de la fase de lavado durante 2 horas y de la fase de recuperación de solvente durante 30 minutos; para la eliminación completa del solvente se colocó en la estufa los vasos. Se dejó enfriar los vasos en un desecador hasta peso constante, el mismo que se registró. Para calcular la grase se empleó la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Grasa} = \frac{W_2 - W_0}{W_1} * 100$$

(Ecuación 7)

Donde:

W₀: Peso del vaso con grasa (g)

W₁: Peso de la muestra (g)

W₂: Peso del vaso vacío (g)

Fibra Cruda

La determinación de fibra cruda se realizó mediante el método **AOAC 962.09 (AOAC, 1990)**. Se pesó 1 g aproximadamente de la muestra obtenida en el 2.2.6.2 en crisoles de filtración tipo Gooch previamente tarados. Se colocó los crisoles en el equipo, se adicionó 150 mL de H₂SO₄ al 1.25% precalentado y se dejó a ebullición durante 30 minutos. Transcurrido el tiempo se drenó el H₂SO₄ y se lavó 3 veces con 30 mL de agua desionizada

caliente. A continuación, se añadió 150 ml de KOH 1,25% precalentado y se esperó por 30 minutos más, se lavó con acetona grado reactivo. Los crisoles se llevaron a una estufa durante 3 horas, cuando los crisoles llegaron a peso constante se registró dicho peso, es decir la fibra cruda más el contenido de ceniza. Por último, se llevó los crisoles a una mufla a 550°C durante 3 horas, donde se obtuvo las cenizas, se dejó enfriar los crisoles hasta obtener un peso constante, siendo este el contenido de fibra cruda. La fibra cruda es calculada mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

(Ecuación 8)

Donde:

F₀: Peso de la muestra (g)

F₁: Fibra cruda + cenizas (g)

F₂: Fibra cruda (g)

Cenizas

Para la determinación de cenizas se empleó el método establecido por la normativa **NTE INEN 520 (INEN, 1981)**, se colocó los crisoles vacíos en la mufla durante 1 hora a 550°C, luego se los dejó en el desecador hasta peso constante y se registró dicho valor, se adicionó 5 g de muestra en cada crisol, se tomó el peso. Seguido de esto se volvió a meter los crisoles a la mufla a 550°C durante 8 horas. Finalmente se dejó enfriarlos y se registró el peso. Se calculó el porcentaje de ceniza mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

(Ecuación 9)

Donde:

C₁: Peso del crisol vacío (g)

C₂: Peso del crisol + muestra (g)

C₃: Peso del crisol + cenizas (g)

Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia, mediante la diferencia entre los demás componentes, aplicando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \% \text{ Carbohidratos} &= 100 \\ &- (\% \text{ humedad} + \% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} \\ &+ \% \text{ ceniza}) \end{aligned}$$

(Ecuación 10)

Energía

Se calculó la energía considerando los coeficientes para carbohidrato 4 kcal/g, proteína de 4 kcal/g y para grasa 9 kcal/g. Según la normativa **NTE INEN 1334-2 (INEN, 2011)**.

$$\text{Energía} = (\text{carbohidratos} * 4) + (\text{proteína} * 4) + (\text{grasa} * 9)$$

(Ecuación 11)

CAPÍTULO III.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis Físicoquímico de Cultivos Andinos

Los análisis físicoquímicos de los cultivos andinos empleados se encuentran relacionadas directamente con el grado de madurez y la variedad del tubérculo (**Tantaquilla & Zavaleta, 2010**). En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis físicoquímicos de los cultivos andinos. Los resultados permiten establecer que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los cultivos en todos los parámetros analizados, dichos valores pueden estar influenciados por diversos factores como el clima, las variedades, la composición de cada cultivo entre otros (**García, Pérez, García & Madriz, 2016**).

La humedad es relativamente alta, presentando valores para oca, camote y zapallo de 53.06, 70.03 y 92.48 %, respectivamente. **Caiza (2011)**, muestra que el porcentaje de humedad en la oca es de 77.73%, siendo un valor alto al obtenido en el presente trabajo, dicho valor puede estar influenciado por el proceso de secado que recibe para ser endulzada, es por ello que reduce su contenido de humedad. En cuanto al camote, **Bastidas & De la Cruz (2011)**, reportan 69.68% mostrando similitud al valor obtenido. Por otro lado, el zapallo presentó valores de 93.03% en un estudio realizado por **E. Ramírez & Villa (2015)**, siendo el porcentaje de humedad mayor al obtenido en el presente estudio, valores que podrían ser afectados por la variedad del cultivo, almacenamiento al que sean sometidos, entre otros. Además los tubérculos frescos poseen una humedad del 85% (**Barrera, Tapia & Monteros, 2003**).

Respecto al pH, los resultados obtenidos indican diferencia significativa ($P < 0.05$), los cultivos utilizados son ligeramente ácidos, tomando en consideración que la oca endulzada presenta un valor de 5.20, a diferencia de la oca fresca donde **Cajamarca (2010)**, reporta un pH de 4.54.

Los valores de acidez presentan diferencia significativa ($P < 0.05$), la presencia de acidez es causada por los ácidos característicos de los tubérculos, en este caso el ácido oxálico y cítrico. El ácido oxálico en la oca disminuye hasta un 75 % al ser sometida a un secado

(Palate, 2012). El zapallo presentó un valor de 0.08 %, al compararlo con Sgroppo & Sosa (2009), donde reportan 0.0614% corroborando el resultado evaluado.

Los sólidos solubles muestran diferencia significativa ($P < 0.05$) entre cultivos, tanto en el camote como en zapallo que son relativamente bajos, a diferencia de la oca que presenta 13.50°Brix , debido a que al ser sometida al endulzado durante un período de 12-15 días incrementa sus azúcares, gracias a la eliminación de agua y a la conversión del almidón en azúcares (Lucero, 2005). Así mismo los sólidos solubles en el zapallo fue de 10°Brix , cercanos a los reportados por Barra (2009), en el rango de 6.4 a 11°Brix . El camote se encuentra entre 7 a 12°Brix , los valores pueden variar según el estado de madurez y la variedad (Shekhar, Mishra, Buragohain et al., 2015).

Tabla 3. Análisis fisicoquímicos de cultivos andinos.

Cultivos Andinos	Humedad (%)	pH	Acidez (%Ac. Oxálico – cítrico)	Sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)
Oca	$53,06 \pm 0,001^a$	$5,20 \pm 0,002^a$	$0,15 \pm 0,001^a$	$13,50 \pm 0,003^a$
Camote	$70,03 \pm 0,001^b$	$6,31 \pm 0,010^b$	$0,25 \pm 0,001^b$	$7,50 \pm 0,005^b$
Zapallo	$92,48 \pm 0,002^c$	$7,02 \pm 0,001^c$	$0,08 \pm 0,005^c$	$10,00 \pm 0,010^c$

Los superíndices a, b y c indican diferencia significativa entre filas para cada parámetro, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza.

3.2. Evaluación del contenido de humedad, amilosa y almidón total en las harinas

Los porcentajes de humedad de las harinas presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$), con una variación entre 7.88% a 10.39%, encontrándose en los límites de calidad establecidos ($\%H < 14,5\%$) en la normativa NTE INEN 616 (INEN, 2006), sin embargo, el porcentaje de humedad de harina de zapallo (18.67%) es ligeramente superior, probablemente atribuido a la presencia de azúcares libres como la sacarosa, los cuales interactúan con el agua debido a que el azúcar tiene una afinidad alta con el agua retardando la pérdida de humedad Gavilanez (2017), además puede verse afectado por el contenido de humedad inicial que presentaba el zapallo antes del secado (Techeira, Sívoli,

Perdomo et al., 2014). Según **Meza, Magali, Mallma &Lesli (2017)**, reportaron un contenido de humedad en la oca de 8.3%, siendo un valor elevado al obtenido en el presente estudio. El contenido de humedad para la harina de camote fue de 10.39%, no obstante **Gavilanez (2017)**, reportaron un valor inferior de 5.5% al obtenido, las diferencias mostradas pueden deberse al estado de madurez del tubérculo.

Respecto al contenido de almidón existe diferencia significativa ($P < 0.05$) como se observa en la Tabla 4. Los valores obtenidos en las harinas de oca, camote son diferentes a los reportados por **Moorthy (2002)**, en tubérculos frescos de camote (20-25%) y oca (11-15%); mientras que el almidón de la harina de zapallo de 78.50% es superior al reportado por **López, Andrade &Martínez (2016)**, de 31% para la harina de zapallo. La madurez del tubérculo influye en el porcentaje de almidón, es decir a medida que este madure mayor será el contenido de almidón y viceversa (**Vargas & Hernández, 2013**). Por tal razón, la harina de zapallo presenta mayor porcentaje de almidón al ser usado en estado maduro.

Por otra parte, el contenido de amilosa en las harinas de los cultivos andinos evidenció diferencia significativa ($P < 0.05$) encontrándose entre 16 a 44.59%. La harina de zapallo presentó mayor porcentaje (44.59%) a diferencia de las otras muestras. En cuanto a la harina de camote se observó un 16% de amilosa encontrándose en un rango similar al reportado por **Vargas &Hernández (2013)**, de (15-25%) y al de **Tecson (2007)**, de (12.90-29.70%). De igual manera en la harina de oca se observó un 35% siendo mayor al señalado por **Bernabé &Cancho (2017)** , de 31.35% en muestras de harina de oca. Las diferencias entre los resultados pueden deberse a las condiciones de siembra de la raíz, afectando las propiedades físicas de los almidones, ya que si la temperatura del suelo aumenta, la temperatura de gelatinización y el tamaño del gránulo puede variar (**Osundahunsi, Fagbemi, Kesselman & Shimoni, 2003**).

Tabla 4. Contenido de humedad, amilosa y almidón total en las harinas.

Harinas	Humedad (%)	Almidón total (%)	Amilosa (%)
Harina de oca	7,88 ± 0.001 ^a	3,00 ± 0,001 ^a	35,00 ± 0,001 ^a
Harina de camote	10,39 ± 0.001 ^b	4,50 ± 0,001 ^b	16,00 ± 0,001 ^b
Harina de zapallo	18,67 ± 0.001 ^c	78,50 ± 0.002 ^c	44,59 ± 0.001 ^c

Los superíndices a, b y c indican diferencia significativa entre filas para cada parámetro, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza.

3.3. Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos en las harinas de cultivos andinos se muestran en la Figura 8, los resultados indican que existe diferencia significativa ($P < 0.05$). Los valores presentan una variación entre 0.7 a 20 μg de Ácido gálico (AG)/g, las harinas de oca y camote poseen valores más elevados (20 μg AG/g), siendo diferente al valor reportado por **J. Díaz (2009)**, de 3995 mg/100g en harina de oca. De igual manera en tubérculos frescos de zapallo, supera el valor obtenido, siendo de 103.8 mg AG/100g, los valores pueden verse afectados por las características de la zona donde se cultive, la temporada de cultivo, el grado de madurez del tubérculo y efectos del calor durante el proceso de secado (**J. Ramírez, Juárez, Herrera et al., 2011**).

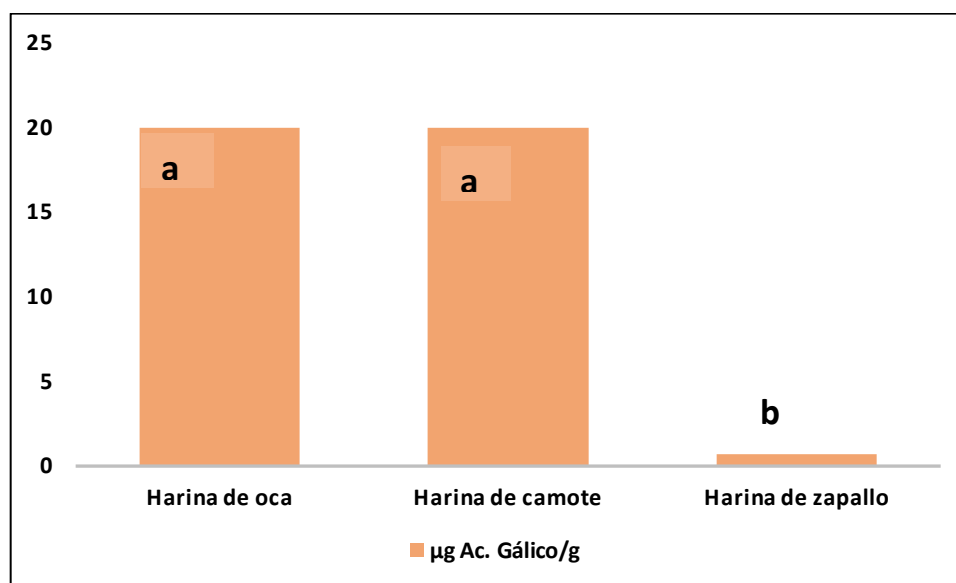


Figura 8. Compuestos fenólicos en harinas de cultivos andinos.

3.4. Análisis Físicoquímicos del Producto

La Tabla 5 muestra los resultados de humedad, pH y acidez de las diferentes galletas, las cuales fueron evaluadas durante 3,6, 9, 12, 27 y 60 días. El límite establecido por la normativa **NTE INEN 2085 (INEN, 2005)**, para humedad en galletas es máximo el 10%, estableciendo que los valores obtenidos en los tratamientos se encuentran dentro de la normativa, obteniendo variaciones entre 5.64 a 7.47%, los cuales garantizan una óptima conservación de las galletas y con ello previene el crecimiento de microorganismos.

Las galletas de OZAz, OZSt y CZSt presentan diferencia significativa ($P < 0.05$) respecto a las galletas de OCZSt; mientras que las galletas de CZAz y OCZAz muestran similitudes en sus medias, estas variaciones se deben al porcentaje de harina empleado por los distintos cultivos, debido a que el porcentaje de humedad de cada tipo de harina es diferente. Las galletas al ser productos horneados presentaron valores de humedad bajos.

Los valores de pH se encuentran en un rango de 5.79 a 6.08, existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre OZAz, OZSt respecto a OCZAz y OCZSt; las galletas de OZSt presentaron un valor de pH de 6.08 **Cajamarca (2010)**, menciona que el pH de la oca endulzada es ligeramente ácido con un valor de 6.0. Dichos datos son superiores a los reportados por **L. Díaz, Acevedo & García (2010)**, en galletas con inclusión de harina de bleo con pH de 5.56 a 5.86.

Al respecto de la norma **NTE INEN 2085 (INEN, 2005)**, establece en sus requerimientos bromatológicos que para galletas sin relleno el pH debe encontrarse en un mínimo de 5.5 y un máximo de 9.5; por lo tanto todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido.

Los valores de acidez expresados en % de ácido oxálico indicaron diferencia significativa ($P < 0.05$), las galletas que fueron elaboradas con mezclas de harina de camote y zapallo (CZAz y CZSt) presentan porcentajes de acidez mayor en relación a las demás galletas. Según **Bastidas & De la Cruz (2011)**, la harina de camote presenta una acidez de 0.096 % , lo cual le proporciona la característica ácida al tubérculo y a través de este a las galletas.

De igual manera en las galletas donde se utilizó harina de oca tienen porcentajes de acidez menor, debido a que la oca al ser expuesta al sol para endulzarla transforma sus carbohidratos en azúcar y esto podría disminuir el porcentaje de ácido oxálico presente en la oca (Caiza, 2011).

Tabla 5. Humedad, pH y acidez en las muestras de galletas producidas con cultivos andinos.

TRATAMIENTOS	Humedad (%)	pH	Acidez (%Ácido oxálico)
OZAz	7,47 ± 0,99 ^b	6,07 ± 0,11 ^b	0,28 ± 0,001 ^{a,b}
OZSt	7,21 ± 1,36 ^b	6,08 ± 0,07 ^b	0,28 ± 0,001 ^{a,b}
CZAz	6,52 ± 1,60 ^{a,b}	5,80 ± 0,14 ^a	0,35 ± 0,001 ^b
CZSt	7,39 ± 0,73 ^b	5,97 ± 0,05 ^{a,b}	0,33 ± 0,001 ^{b,c}
OCZAz	6,85 ± 0,77 ^{a,b}	5,84 ± 0,18 ^a	0,30 ± 0,001 ^{a,b,c}
OCZSt	5,64 ± 0,79 ^a	5,79 ± 0,20 ^a	0,25 ± 0,002 ^a

OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia). Los superíndices a,b y c indican diferencia significativa entre filas para cada parámetro, evaluada con una prueba Tukey y al 95% de confianza.

3.5. Textura

La Tabla 6 indica el perfil de textura de las diferentes galletas, se observa que existe diferencia significativa ($P < 0,05$) en los atributos de dureza, porcentaje de deformación y fracturabilidad, en cuanto a la adhesividad no se observa diferencia significativa ($P > 0,05$).

Las galletas de CZAz y CZSt muestran menor dureza en relación a las otras galletas, se observa valores similares a los reportados por Singh, Riar & Saxena (2008), al sustituir 60% de harina de camote en la elaboración de galletas con un valor de 29.55 N. en formulaciones similares a las utilizadas en este estudio (70 – 30%) y 34.6 N por Vázquez, Quiñones, Trancoso et al. (2018), al suplementar galletas con harina de camote.

El azúcar reduce la viscosidad en la masa y el tiempo de relajación, las galletas que contienen un nivel alto de azúcar presentan una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (Gallegos, 2013). Además Laguna, Vallons, Jurgens & Sanz (2013),

indican que la fracturabilidad de galletas elaboradas con sacarosa y stevia no difieren significativamente; debido a que la sacarosa ocasiona la formación de una red de gluten débil y dispersa en proteínas y almidón, lo que ocasiona que la galleta sea frágil. Es por ello que la stevia puede usarse como sustituto de la sacarosa sin afectar la textura y nitidez de las galletas.

La textura de las galletas puede variar incluso dentro de las mismas, esto ocurre principalmente por la humedad no uniforme en la distribución del producto, como consecuencia de esto los atributos como la fragilidad y crujencia se ven afectados cuando el contenido de humedad aumenta (Mandala, Ioannou & Kostaropoulos, 2006). Por otro lado, Zoulias, Oreopoulou & Tzia (2000), mencionan que la textura del producto depende de la cantidad de grasa.

Tabla 6. Perfil de textura de las galletas producidas con cultivos andinos.

TRATAMIENTOS	DUREZA (N)	% DE DEFORMACIÓN	ADHESIVIDAD (J)	FRACTURABILIDAD (N)
OZAz	79,07 ± 6,23 ^c	16,30 ± 2,60 ^a	0,001 ± 0,001 ^a	79,07 ± 6,23 ^c
OZSt	32,03 ± 22,20 ^{a,b}	16,22 ± 2,24 ^a	0,0002 ± 0,001 ^a	32,03 ± 22,20 ^{a,b}
CZAz	22,17 ± 3,25 ^a	27,22 ± 3,05 ^b	0,0002 ± 0,001 ^a	22,17 ± 3,25 ^a
CZSt	29,33 ± 18,00 ^a	24,25 ± 3,07 ^b	0,0002 ± 0,002 ^a	29,33 ± 18,00 ^a
OCZAz	44,40 ± 5,77 ^{a,b}	18,43 ± 3,56 ^a	0,0002 ± 0,002 ^a	44,40 ± 5,77 ^{a,b}
OCZSt	54,46 ± 6,14 ^b	27,00 ± 6,39 ^b	0,0002 ± 0,002 ^a	54,46 ± 6,14 ^b

OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia). Los superíndices a,b y c indican diferencia significativa entre filas para cada parámetro, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza.

3.6. Análisis Microbiológico

En la Tabla 7, se muestran los resultados del análisis microbiológico, en relación a aerobios mesófilos se observan valores entre $2.10 \times 10^3 - 5.70 \times 10^3$ UFC/g, encontrándose dentro de los límites permitidos por la normativa de galletas sin recubrimiento, en la cual el límite mínimo es de 1.0×10^3 y un máximo de 1.0×10^4 UFC/g NTE INEN 2085 (INEN, 2005).

En cuanto a coliformes, mohos y levaduras no existió crecimiento microbiano. Debido posiblemente a que el pH influye en la conservación y almacenamiento de alimentos **Cajamarca (2010)**, señala que los valores bajos de pH inhiben el desarrollo de microorganismos, mientras que un pH alto ocasiona la proliferación de microorganismos no deseados. De igual manera la humedad es un parámetro crítico en la estabilidad de las galletas, por lo tanto una humedad elevada ocasionará proliferación de microorganismos (**Criollo & Fajardo, 2010**).

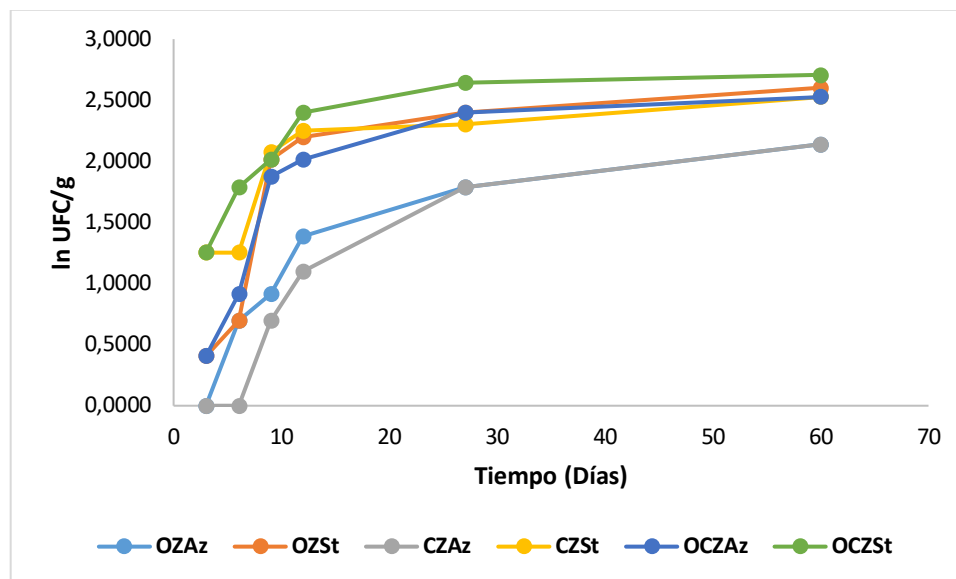
Barbosa, Franco, Cabrera et al. (2018), señalan que la vida de anaquel de galletas endulzadas con stevia es de 4 meses, lo que corrobora el análisis de la vida útil en tiempo real, donde se obtuvo un tiempo de 3 a 4 meses de duración; mientras que al realizar un análisis acelerado tomando como factor a la humedad, puesto que este es de gran importancia en productos horneados y de panadería; se observó que el tiempo de vida útil se reduce a 2 meses con 9 días.

La elaboración de productos de snack donde emplean tubérculos como oca y mashua, presentan condiciones de almacenamiento y empaque similares a las realizadas en la investigación de galletas, dando como resultado que el empaque óptimo es fundas aluminizadas podrían prolongar la vida útil del producto al evitar el ingreso de humedad al producto (**Villacrés, Quelal & Álvarez, 2016**).

Tabla 7. Resultados microbiológicos para las diferentes galletas con cultivos andinos.

Tratamientos	Aerobios mesófilos	Coliformes	Mohos y levaduras
	UFC/g	UFC/g	UFC/g
OZAz	2,40x10 ³	Ausencia	Ausencia
OZSt	4,40x10 ³	Ausencia	Ausencia
CZAz	2,10x10 ³	Ausencia	Ausencia
CZSt	4,70x10 ³	Ausencia	Ausencia
OCZAz	4,10x10 ³	Ausencia	Ausencia
OCZSt	5,70x10 ³	Ausencia	Ausencia

OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia).



OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia).

Figura 9. Recuento microbiológico en las diferentes galletas durante 60 días.

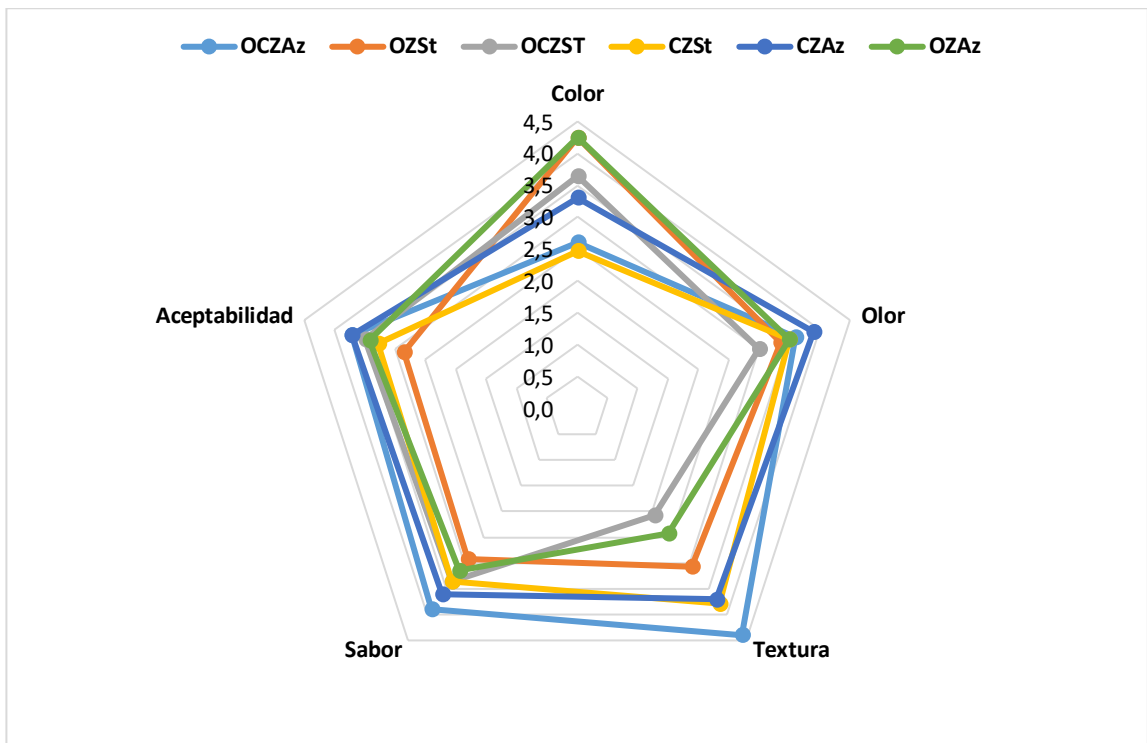
La Figura 9 evidencia un crecimiento progresivo en aerobios mesófilos durante el tiempo de almacenamiento, no obstante, este no sobrepasa lo establecido por la normativa INEN 2085. Las galletas de OZAz, CZAz y OCZAz presentan diferencias significativas respecto a OZSt, CZSt y OCZSt, debido a que la sacarosa inhibe de mejor manera el crecimiento microbiano con respecto al edulcorante stevia.

3.7. Análisis Sensorial

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de las galletas se muestran en la Figura 10. Se evaluó parámetros como color, olor, sabor, textura y apariencia en todas las galletas. En el caso de los atributos color, sabor y textura existieron diferencias significativas ($P < 0.05$); en cuanto a olor y aceptabilidad no se evidenció diferencias significativas ($P > 0.05$). Sin embargo, las galletas elaboradas con azúcar presentaron medias superiores a diferencia de las galletas en las que se incluyó stevia como edulcorante, con una puntuación de 4 equivalente a “agradable” en la escala hedónica.

Mediante la evaluación sensorial y el parámetro aceptabilidad se escogió a las galletas OCZAz elaboradas con harina de oca, camote, zapallo y azúcar como las más aceptadas. Los catadores lograron apreciar diferencias significativas en la textura, lo cual es

corroborado con el análisis del perfil de textura, debido a que algunas galletas son suaves, semiduras o duras (Gallegos, 2013) . Las galletas que presentaron textura suave fueron OZAz y OCZSt, mientras que OCZAz, CZAz y CZSt fueron duras.



OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia).

Figura 10. Perfil sensorial de las galletas elaboradas con cultivos andinos.

3.8. Color

La Tabla 8 indica los parámetros de color para las diferentes galletas. En cuanto a luminosidad L^* y la coordenada a^* existieron diferencias significativas ($P < 0.05$), a diferencia de la coordenada b^* que no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las galletas, debido a que todas las galletas obtuvieron una coloración amarilla por su coordenada $b^* > 0$. Además, se observa que las galletas de CZAz y CZSt tienen valores de luminosidad bajos, es decir presentaron un grado de oscurecimiento mayor a los demás. La intensidad del color se asocia al contenido de betacaroteno presente en el camote naranja (Gamboa, Molina & Mora, 2015). Así mismo, Singh et al. (2008), señalan que

el oscurecimiento se forma durante el horneado debido a las reacciones de Maillard, que ocurre entre los azúcares reductores y las proteínas o a las reacciones enzimáticas de la polifenoloxidasas de camote. **Van Hal (2000)**, mostró que la polifenoloxidasas se correlaciona significativamente con el parámetro L^* . Las galletas de OZAz y OZSt mostraron mayor claridad, debido posiblemente a que la oca presentó un color amarillo característico por los carotenoides que se encuentran en su composición.

Techeira et al. (2014), afirmaron que los carotenoides y polifenoles de las harinas, generan un descenso del índice de blancura en harinas de tubérculos. El color también se ve afectado por la cantidad de harina empleada en las diversas formulaciones, es decir es directamente proporcional, ya que a medida que se aumenta la concentración de harina, incrementa la luminosidad.

En cuanto a los resultados de tono, las galletas presentaron valores entre 59.46 a 70.69, generando un desplazamiento leve hacia los amarillos intensos. Por otro lado la cromaticidad fue de 28.24 a 33.94, encontrándose en la zona de amarillos más saturados. Esto puede atribuirse a la composición que presentan los cultivos, ya que poseen un alto contenido de carotenoides, niacinas y rivooflavina que son pigmentos que se mantienen estables a temperatura ambiente, pero al someterlos a procesos térmicos como es el horneo se vuelven lábiles y se degradan más rápido, provocando la migración de los pigmentos (**Pérez, Díaz, Acevedo et al., 2002; Tasiguano & Villarreal, 2017**).

Tabla 8. Parámetros de color en las galletas con cultivos andinos.

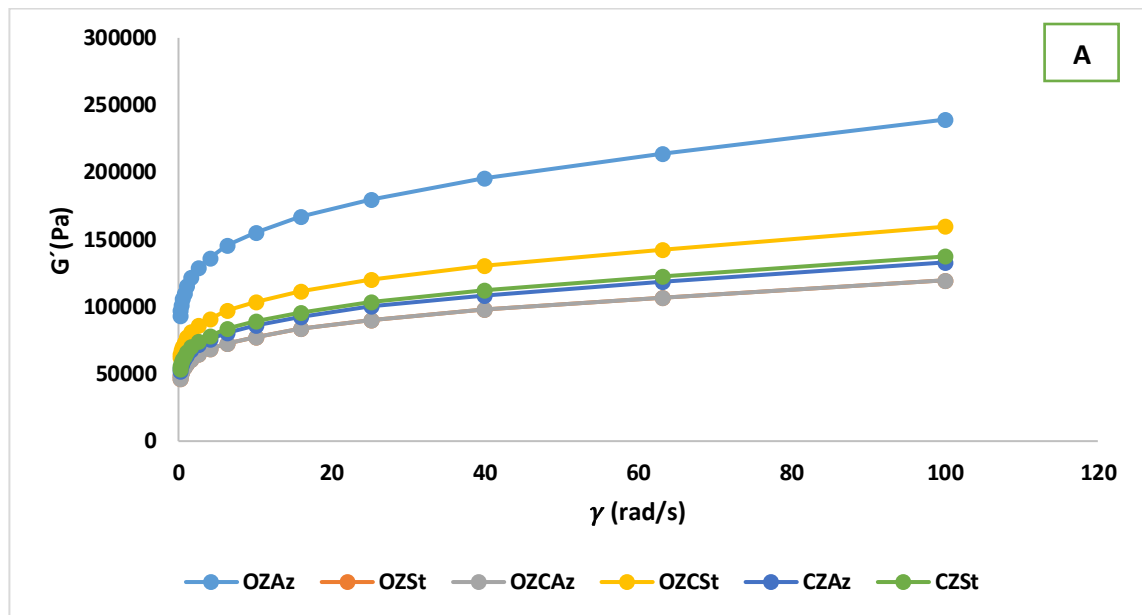
<i>Muestra</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>C*</i>	<i>H*</i>
<i>OZAz</i>	46,26 ± 4,90 ^{c,d}	13,01 ± 0,83 ^c	26,62 ± 12,54 ^a	33,94 ± 3,33 ^c	67,15 ± 3,62 ^c
<i>OZSt</i>	47,16 ± 4,05 ^d	10,42 ± 0,73 ^a	30,65 ± 3,26 ^a	31,63 ± 1,42 ^{b,c}	70,69 ± 2,07 ^d
<i>CZAz</i>	38,45 ± 3,19 ^{a,b}	14,25 ± 0,69 ^c	24,37 ± 2,94 ^a	28,24 ± 2,69 ^a	59,46 ± 2,90 ^a
<i>CZSt</i>	36,53 ± 2,47 ^a	13,23 ± 0,57 ^{c,d}	26,08 ± 1,69 ^a	29,27 ± 1,63 ^{a,b}	63,08 ± 1,48 ^b
<i>OCZAz</i>	43,11 ± 4,67 ^{b,c,d}	14,03 ± 0,58 ^{d,e}	27,87 ± 2,03 ^a	31,23 ± 1,75 ^{b,c}	63,19 ± 2,22 ^b
<i>OCZSt</i>	41,60 ± 2,81 ^{b,c}	12,07 ± 0,42 ^b	30,55 ± 1,60 ^a	32,83 ± 1,60 ^c	68,4 ± 0,66 ^{c,d}

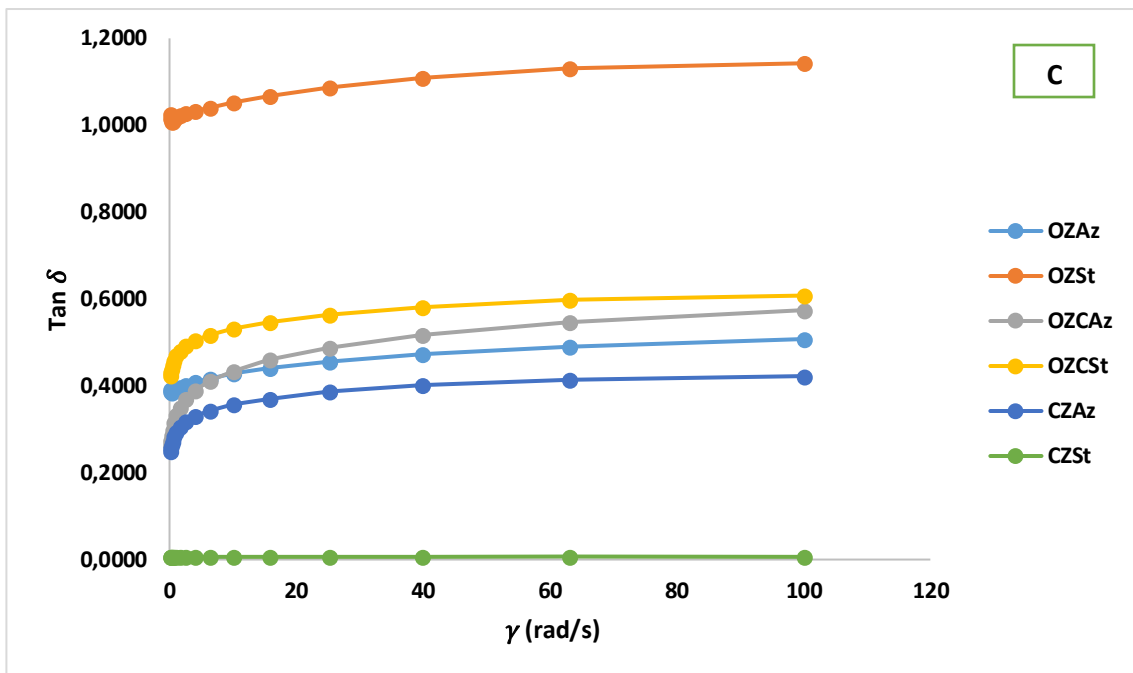
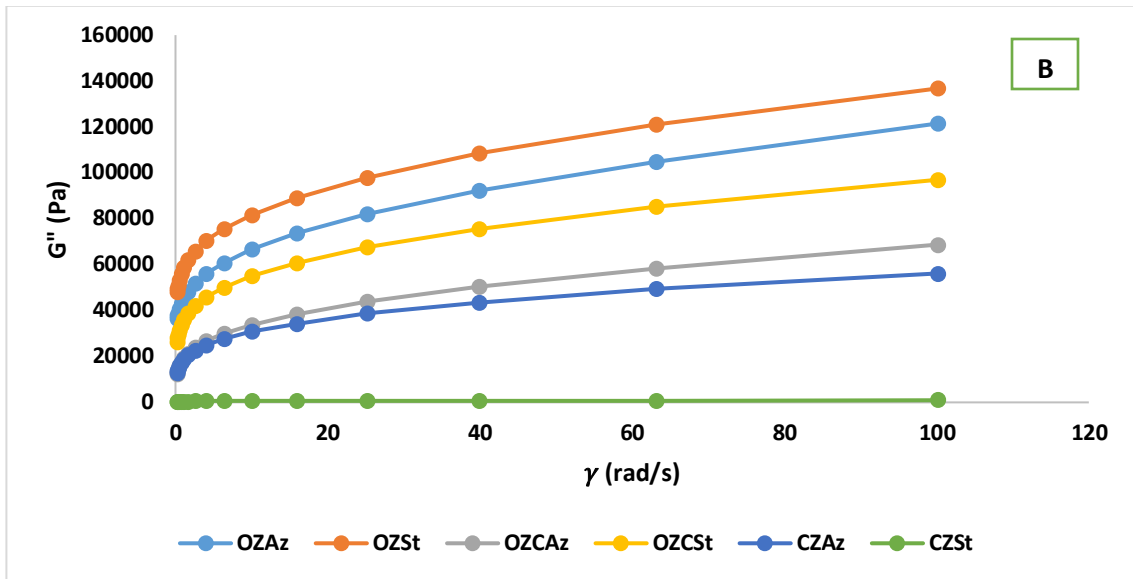
OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OCZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia). Los superíndices a, b, c, d y e indican diferencia significativa entre filas para cada parámetro, evaluados con una prueba Tukey al 95% de confianza.

3.9. Reología

Los perfiles obtenidos del módulo de almacenamiento o de elasticidad (G'), módulo de pérdida o viscosidad (G'') y $\tan \delta$ en función de la frecuencia angular (rad/s) se observan en la Figura 11. Se observa que el módulo de almacenamiento y pérdida ascienden conforme aumenta la frecuencia angular. Además, los comportamientos de los módulos son similares a los de $\tan \delta$.

Los valores reológicos de las masas muestran que el módulo de elasticidad (G') es mayor que el módulo viscoso (G'') a lo largo de todo el rango de frecuencias, resultando estas masas ser más elásticas que viscosas. La propiedad elástica de las masas proporciona una mejor retención de la forma durante la manipulación y el horneado, lo que hace que las galletas tengan una forma más regular (Inglett, Xu, Stevenson & Chen, 2009). De igual manera, Barnes (2000), indica que la masa de galletas presenta un comportamiento viscoelástico, existiendo variación en los módulos G' y G'' con la frecuencia. La reología en las masas de las galletas se ve influenciada por el nivel proteico, los almidones y azúcares (Rodríguez, 2015).





OZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, azúcar), OZSt (galleta con mezcla de harinas de oca, zapallo, stevia), CZAz (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, azúcar), CZSt (galleta con mezcla de harinas de camote, zapallo, stevia), OZCAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar) y OZCSt (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, stevia).

Figura 11. A) módulo de almacenamiento, B) módulo de pérdida y C) $\tan \delta$ en función de la frecuencia angular.

3.10. Análisis Proximal

El análisis proximal se realizó a las galletas de OCZAz elaboradas con harina de oca, camote, zapallo y con sacarosa, determinado como el mejor tratamiento acorde a la evaluación sensorial. El porcentaje de humedad fue de 6.13%, dicho valor es menor (8.11 – 9.55%) al reportado por **González, Gallo, Correa & Gallo (2015)**, en la evaluación de galletas de limón. **Caiza (2011)**, presentó valores entre 3.8 – 5.4% de humedad en galletas con harina de oca. Sin embargo, de acuerdo con la normativa **NTE INEN 2085 (INEN, 2005)**, se encuentra que este parámetro está dentro de los límites establecidos correspondientes a un máximo del 10%; favoreciendo de esta manera a la conservación de las galletas.

De igual manera el porcentaje de proteína fue de 5.35%, este valor es superior al establecido en la normativa INEN 2085, que requiere un mínimo de 3%. El valor obtenido en este estudio se debe a la mezcla de las harinas empleadas en la formulación, ya que cada una aporta un porcentaje interesante de proteína. Al comparar con los resultados presentados por **Román & Valencia (2006)**, con 8.5% en galletas con fibra de cereales, por otra parte en galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha arrojó valores de 4.38% **García & Pacheco (2007)**, los cuales se encuentran por debajo de los registrados en esta evaluación.

Con relación al contenido de materia grasa se encuentra que la galleta elaborada tiene un valor de 16.48%, resultando ser inferior al evaluado en galletas con harina de camote 21.10% **Cruz & Vargas (2011)**; así mismo en el estudio realizado por **Gavilanez (2017)**, en galletas elaboradas con harina de camote y maíz, presenta 17.294% de grasa, dando resultados elevados al obtenido en dicha investigación.

Las galletas de OCZAz presentaron 3.50% de fibra cruda, mientras que otros estudios donde se emplea harina de camote y maíz muestra un valor de 2.23%. Además **Criollo & Fajardo (2010)**, reportan valores entre 0.005 – 1.972 % en galletas con harina integral de amaranto tostado.

Otro de los factores analizados fue ceniza con un contenido de 4.44%, siendo este resultado óptimo ya que de esta manera se favorecen a los cambios funcionales debido a

que los minerales pueden retardar los procesos de gelatinización y retrogradación del almidón (Maldonado & Pacheco de Delahaye, 2000). Comparando el resultado obtenido con galletas con amaranto es de 1.113 a 1.792%, es decir presenta un valor bajo al obtenido por (Criollo & Fajardo, 2010).

Los carbohidratos se establecieron por diferencia y se obtiene 64.10% siendo óptimo, ya que las galletas oscilan entre 60 – 70%, donde principalmente se encuentra el polisacárido de almidón, de la misma manera en galletas de camote se reportó 71.22% (Cruz & Vargas, 2011).

Tabla 9. Análisis proximal del tratamiento óptimo OCZAz.

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra Cruda (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)	Energía (Kcal)
6,13	5,35	16,48	3,50	4,44	64,10	426,12

OCZAz (galleta con mezcla de harinas de oca, camote, zapallo, azúcar)

3.11. Verificación de hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

La mezcla de las harinas de los tubérculos andinos y el tipo de edulcorante no inciden en las propiedades físicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales y microbiológicas.

Hipótesis alternativa (H_a)

La mezcla de las harinas de los tubérculos andinos y el tipo de edulcorante inciden en las propiedades físicoquímicas, textura, reológicas, sensoriales, y microbiológicas.

Mediante los análisis efectuados a las galletas elaboradas con cultivos andinos, se aceptó la hipótesis alternativa, ya que la harina de camote influye en las características sensoriales del producto, en cuanto a textura cada mezcla de harina presenta diferente dureza, de igual manera en el análisis físicoquímico presentando diferentes valores de humedad, pH, acidez y en el recuento microbiológico.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se desarrolló y caracterizó diferentes galletas elaboradas a partir de mezclas de harinas (oca, camote y zapallo), empleando azúcar y stevia como edulcorantes logrando recuperar cultivos andinos y a la vez generando una nueva alternativa de producto al consumidor libre de gluten y bajo contenido en azúcar.
- El porcentaje de humedad, pH, acidez y sólidos solubles aportaron información sobre el estado de madurez en los cultivos utilizados, los mismos que proporcionan características específicas al momento de elaborar las galletas, de igual manera mediante estos análisis se corroboró que las harinas empleadas se encontraron dentro de los límites establecidos por la norma INEN 616:2006.
- Los parámetros fisicoquímicos analizados en las galletas se encontraron dentro de los límites permitidos en la norma INEN 2085:2005, siendo la humedad el factor más importante a considerar en productos de pastelería. Las masas presentaron un comportamiento viscoelástico, es decir las propiedades elásticas predominan sobre las viscosas. Por otro lado, la dureza de las galletas fue directamente proporcional al tiempo de almacenamiento.
- La calidad nutricional de la mejor galleta OCZAz se destaca por el contenido de proteína siendo de 5.35 %, el mismo que supera el límite establecido en la normativa, a la vez presenta valores significativamente inferiores en el contenido de grasa, fibra, ceniza con valores de 16.48%, 3,5%, 4.44% respectivamente y con 64.1% de carbohidratos.
- El tiempo de vida útil se evaluó en función de la calidad microbiológica, con un recuento de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, presentando ausencia en los dos últimos, teniendo como estándar la norma INEN 2085:2005,

las galletas con condiciones normales y con un empaque de fundas metalizadas fue de 3 a 4 meses; mientras que con condiciones aceleradas de 2 meses 9 días. Por otro lado, la evaluación sensorial determinó que las galletas elaboradas con sacarosa obtuvieron valores superiores de aceptabilidad a comparación de los de stevia, siendo el mejor tratamiento OCZAz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2012). AOAC Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist. Washington, DE.C. USA
- AOAC. (1990). AOAC Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist. Washington, D.C., 15th (Volume 1), 136-138
- Arrollo, E. (2018). *Barra energética a partir del fruto del zapallo (cucurbita máxima)*. Quito: Universidad de las Américas, 2018.
- Ávalos, A. & García, V. (2019). *Galletas para diabéticos a base de harina de avena, linaza y amaranto con arándanos*. Facultad en Ciencias de la Nutrición y Alimentos-Licenciatura en Nutriología- UNICACH.
- Barbosa, E., Franco, K., Cabrera, D., Moguel, Y. & Betancur, D. (2018). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE GALLETAS REDUCIDAS EN CALORÍAS ENDULZADAS CON HOJAS DE Stevia rebaudiana BERTONI. *Interciencia*, 43(1), 17-22.
- Barnes, H. (2000). *A handbook of elementary rheology*. Univerddidad de Gales, Reino Unido.
- Barra, J. (2009). *Desarrollo de snacks en base a zanahoria (Daucus carota L.) variedad ábaco deshidratada osmóticamente para consumidores infantiles*. Universidad de Chile, Chile.
- Barrera, V., Tapia, C. & Monteros, A. (2003). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (Vol. 4). Quito - Ecuador: International Potato Center.

- Bastidas, S. & De la Cruz, S. (2011). *UTILIZACION DE HARINA DE CAMOTES (IPOMEA BATATAS) EN LA ELABORACION DE PAN*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil - Ecuador.
- Bernabé, Y. & Cancho, F. (2017). *Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (Oxalis tuberosa) para uso industrial*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú.
- Caiza, C. (2011). *Elaboracion y valoracion nutricional de tres productos alternativos a base de OCA (Oxalis tuberosa) para escolares del proyecto Runa Kawsay*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación Nutricional de la oca (Oxalis tuberosa sara-oca) fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- Criollo, P. & Fajardo, S. (2010). *Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (amaranthus hybridus) en la preparación de galletas*. Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
- Cruz, E. & Vargas, M. (2011). *Diseño de una planta procesadora de galletas, utilizando harina de camote (Ipomoea batata) ubicada en Guayllabamba provincia de Pichincha al nororiente de la ciudad de Quito*. Universidad de las Américas, Quito - Ecuador.
- Díaz, J. (2009). *Optimización de extracción y análisis de la capacidad antioxidante de la piel de kiwi*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona - España.
- Díaz, J., De La Puente, F. & Austin, D. (1992). Enlargement of fibrous roots in *Ipomoea* section *Batatas* (Convolvulaceae). *Economic botany*, 46(3), 322-329.
- Díaz, L., Acevedo, I. & García, O. (2010). *Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de Bledo (Amarantus debuis Mart)*. Paper presented at the UCLA, Decanato de Agronomía, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Barquisimeto, Venezuela Memorias del I Congreso de Ingeniería Agroindustrial, Barquisimeto, Venezuela.
- Figuroa, C., Ruíz, G., Plúa, H., Luzardo, L. & Guillén, F. (2011). Caracterización agronómica de germoplasma de camote (*Ipomoea batatas* L.) en Manabí. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 2(2), 37-43.

- Gallegos, A. (2013). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de banano (Musa cavendishii), harina de trigo y glucosa*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato - Ecuador.
- Gamboa, P., Molina, J. & Mora, J. (2015). Comparación del contenido de carotenoides en productos nutracéuticos elaborados a partir de dos variedades de camote y yuca. *Tecnología en Marcha*, 28(4), 42-53.
- García, A. & Pacheco, E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*). *Revista facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 60(2), 4195-4212.
- García, A., Pérez, M., García, A. & Madriz, P. (2016). Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas (L.) Lamb.*) variedad Topera. *Agronomía Mesoamericana*, 287-300.
- Gavilanez, J. (2017). *Galletas con base en concentraciones de harina de camote (Ipomoea batata l) y maíz (Zea mays) en el cantón Pichincha*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: UTEQ, Quevedo - Ecuador.
- González, J., Gallo, R., Correa, D. & Gallo, L. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *vector Manizales (Colombia) Vol. 10* 122 p. enero-diciembre 2015 ISSN 1909-7891, 14.
- Guananga, J., Guerrero, A. & Mejía, M. (2007). Proyecto piloto de producción de una compota de Zapallo como una opción para mejorar la nutrición Infantil de los niños de la ciudad de Guayaquil. *Escuela de Economía y gestión empresarial, Editorial ESPOL, Guayaquil-Ecuador, Pág. 54*.
- Herrera, V. (2011). *Influencia de las harinas de trigo, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 526. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616. (2006). Harina de trigo. Requisitos.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085. (2005). Galletas. Requisitos.
- Inglett, G., Xu, J., Stevenson, D. & Chen, D. (2009). Rheological and Pasting Properties of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Möench) Flours With and Without Jet-Cooking. *Cereal chemistry*, 86(1), 1-6.
- Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, P. E. E. P. (2008). Innovaciones para emprendimiento de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y camote (*Ipomoea batatas L.*) en la seguridad y soberanía alimentaria, y oportunidades de mercado para pequeños/as productores/as emprendedores de Manabi-Ecuador.
- Laguna, L., Vallons, K., Jurgens, A. & Sanz, T. (2013). Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. *Food and bioprocess technology*, 6(11), 3143-3154.
- León, B., Lopez, M., Martinez, M., Posas, F. & Rodriguez, I. (2013). Manual de manejo del cultivo de Camote: PYMERURAL.
- Linares, E., Bye, R., Ramírez, D. & Pereda, R. (2008). El camote.
- López, N., Andrade, M. & Martínez, H. (2016). Harina de zapallo: caracterización y uso como ingrediente funcional en el desarrollo de espagueti. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S1100-S1103.
- Lucero, O. (2005). Técnicas de laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos. *Riobamba: Centro de Copiado Xerox*.
- Maldonado, R. & Pacheco de Delahaye, E. (2000). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(4), 387-393.
- Mandala, I., Ioannou, C. & Kostaropoulos, A. (2006). Textural attributes of commercial biscuits. Effect of relative humidity on their quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(7), 782-789.
- Marrou, M., Villacorta, M. & Pagador, S. (2011). Composición química de “oca”(Oxalis tuberosa), „arracacha“(Arracaccia xanthorrhiza) y „tarwi“(Lupinus mutabilis).

- Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 239-252.
- Meza, B., Magali, Y., Mallma, C. & Lesli, F. (2017). Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (*Oxalis tuberosa*) para uso industrial.
- Moorthy, S. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. *Starch-Stärke*, 54(12), 559-592.
- Osundahunsi, O. F., Fagbemi, T. N., Kesselman, E. & Shimoni, E. (2003). Comparison of the physicochemical properties and pasting characteristics of flour and starch from red and white sweet potato cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(8), 2232-2236.
- Palate, J. (2012). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (Oxalis tuberosa) DURANTE SU MADURACIÓN*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.
- Pantoja, J., Avilés, F. & Vera, S. (2018). Viabilidad del uso de tubérculos como materia prima para la elaboración de galletas. *Espíritu Emprendedor TES*, 2(1), 38-52.
- Pérez, L., Díaz, P., Acevedo, E., Santiago, C. & López, O. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(3), 319-328.
- Ramírez, E. & Villa, A. (2015). Obtención de harina de zapallo por el proceso de secado de alimentos. *Revista Ventana Científica*, 5, 2.
- Ramírez, J., Juárez, J., Herrera, E., Navarro, R. & Hernández, B. (2011). Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 15(43), 37-47.
- Rodríguez, P. (2015). *Elaboración de galletas sin gluten con mezclas de harina de arroz-almidón-proteína*. Universidad de Valladolid, Valladolid - España.
- Román, M. & Valencia, F. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, 13(2), 36-43.
- Scott, G., Rosegrant, M. & Ringler, C. (2000). *Roots and tubers for the 21st century: Trends, projections, and policy options* (Vol. 31): Intl Food Policy Res Inst.

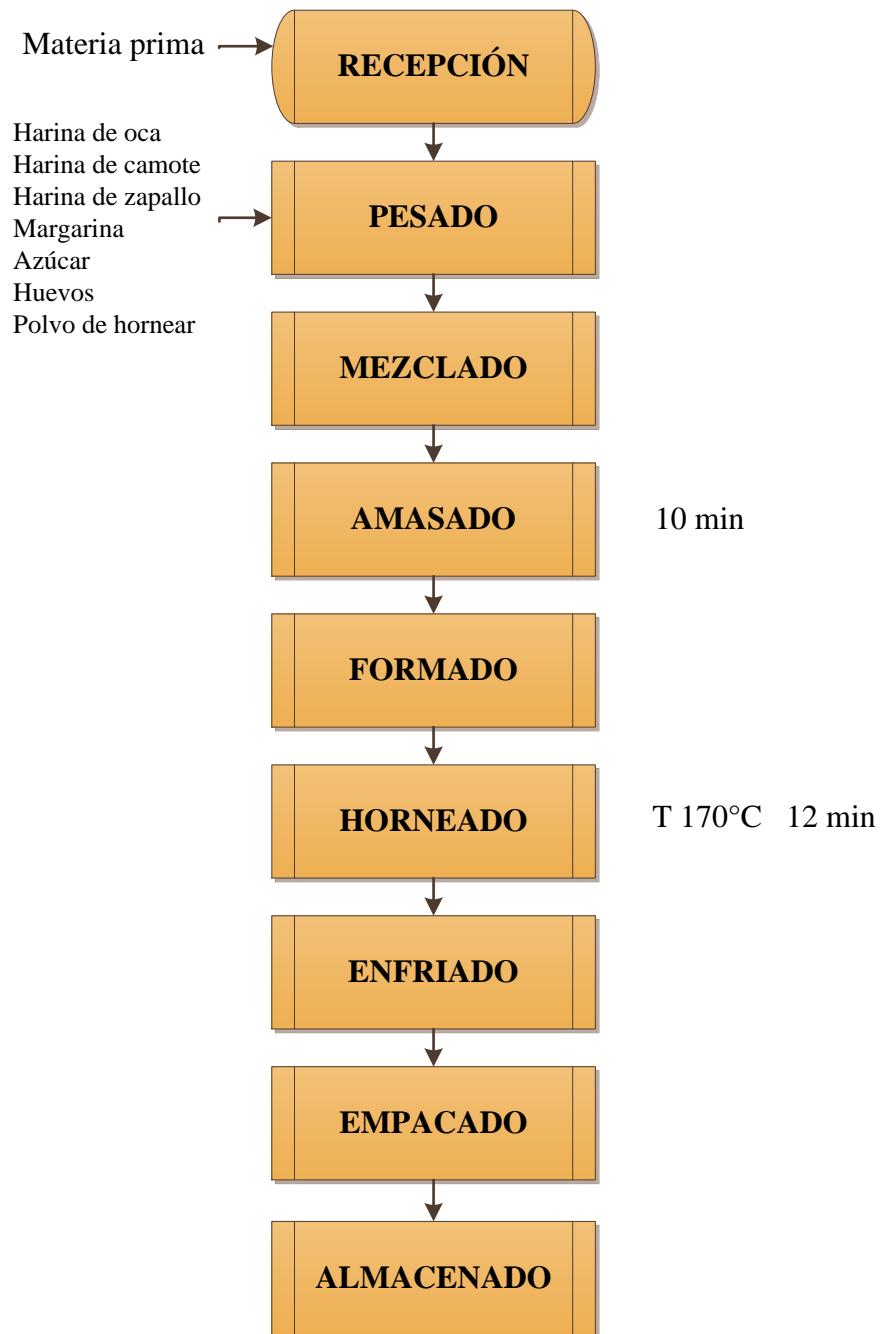
- Sgroppo, S. & Sosa, C. (2009). Zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) Fresco cortado tratado con luz UV-C. *Facena*, 25, 7-19.
- Shekhar, S., Mishra, D., Buragohain, A., Chakraborty, S. & Chakraborty, N. (2015). Comparative analysis of phytochemicals and nutrient availability in two contrasting cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Food chemistry*, 173, 957-965.
- Singh, S., Riar, C. & Saxena, D. (2008). Effect of incorporating sweet potato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. *African Journal of Food Science*, 2(6), 65-72.
- Tantaquilla, A. & Zavaleta, E. (2010). *Cuantificación de macronutrientes, micronutrientes y vitamina ce identificación de vitaminas liposolubles presentes en el tubérculo de oxalis tuberosa molina "oca" del caserío de Huangamarca–Otuzco–La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú.
- Tapia, M. (1990). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Tasiguano, B. & Villarreal, M. (2017). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de zapallo (Cucurbita máxima) en la elaboración de pan de molde con la adición de la enzima Glucosa Oxidasa utilizando metodología de superficie de respuesta*. Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador.
- Tecson, E. (2007). Development of functional foods in the Philippines. *Food science and technology research*, 13(3), 179-186.
- Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A. & Sosa, F. (2014). Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia*, 39(3), 191-197.
- Tobar, D., Vallejo, F. & Baena, D. (2010). Evaluación de familias de zapallo (*Cucurbita moschata* Duch.) seleccionadas por mayor contenido de materia seca en el fruto y otras características agronómicas. *Acta Agronómica*, 59(1), 65-72.
- Van Hal, M. (2000). Quality of sweetpotato flour during processing and storage. *Food Reviews International*, 16(1), 1-37.

- Vargas, P. & Hernández, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(1), ág. 37-45.
- Vázquez, K., Quiñones, O., Trancoso, N., Pensabén, J. & Ochoa, L. (2018). Sensory evaluation and physicochemical properties of cookies supplemented with sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) flour. *Agroproductividad*, 11(7), 113-119.
- Villacrés, E., Quelal, M. B. & Álvarez, J. (2016). *Redescubriendo la oca y la mashua: Desarrollo de nuevos snacks*: Valencia, ES: Académica Española, 2016.
- Zoulias, E., Oreopoulou, V. & Tzia, C. (2000). Effect of fat mimetics on physical, textural and sensory properties of cookies. *International Journal of Food Properties*, 3(3), 385-397.

ANEXOS



Anexo 1. Obtención de las harinas de los diferentes cultivos andinos.



Anexo 2. Elaboración de las galletas con cultivos andinos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

0000007

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:19-161		R01-S-10 10				
Solicitud N°: 19-161		Pág.:1 de 1				
Fecha recepción: 05 de agosto de 2019		Fecha de ejecución de ensayos: 06 de agosto de 2019				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 0503282618					
Representante: Karen López	Celular: 0998552934					
Dirección: Pujili	E mail: klopez2618@uta.edu.ec					
Ciudad: Pujili						
Descripción de las muestras:						
Producto: Galleta de oca, camote y zapallo	Peso: 55 g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda aluminizada					
Lote: n/a	No de muestras: una					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: x Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días					
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: x Rotos:	Muestreo por el cliente: 05 de agosto de 2019					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Galleta de oca, camote y zapallo	16119350	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6.25)	5,35
Conds. Ambientales: 19.1°C; 48.8%HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 06 de agosto de 2019						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
 No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.
 *La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi. Av. Los chasquis y Río Payamino
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
 (593) 32400987 ext. 5517; 5518 <http://laconal.uta.edu.ec> laconal@uta.edu.ec

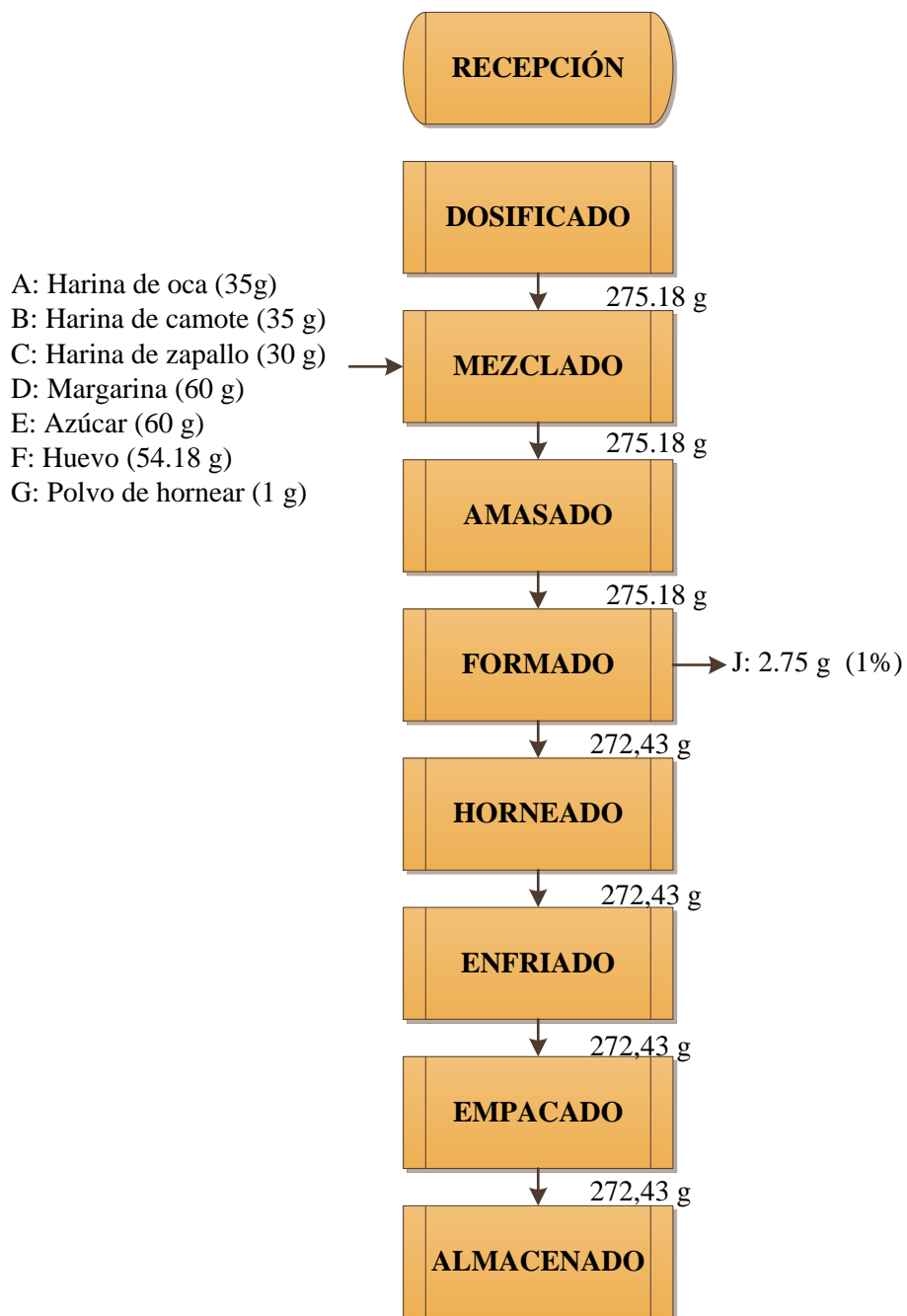
Anexo 3. Resultados del análisis de proteína de la mejor galleta OCZAz elaborado en LACONAL.

Tabla 10. Parámetros de balance de materia de las galletas elaboradas con cultivos andinos.

ENTRADAS	SALIDAS
A: Harina de oca	I: Desperdicios
B: Harina de camote	K: Producto (galletas)
C: Harina de zapallo	L: Agua evaporada
D: Margarina	
E: Azúcar	
F: Huevo	
G: Polvo de hornear	

Tabla 11. Valores establecidos para los parámetros de balance de materia de las galletas.

ENTRADAS	SALIDAS
A: 35 g	I: 2.75 g
B: 35 g	K: 272.42g
C: 30 g	L: x
D: 60 g	
E: 60 g	
F: 54.18 g	
G: 1 g	



Anexo 4. Balance de materiales de la elaboración de galletas con cultivos andinos.

Ecuaciones

$$H = A + B + C + D + E + F + G$$

$$H = 35g + 35g + 30g + 60g + 60g + 54.18g + 1g$$

$$H = 275.18 \text{ g}$$

Desperdicios

$$I = J$$

$$I = 2.75 \text{ g}$$

Agua evaporada

$$L = H - I - K$$

$$L = 275.18g - 2.75g - 272.42g$$

$$L = 0 \text{ g}$$

Producto final (Galletas)

$$K = 272.42 \text{ g}$$

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$H = I + L + K$$

$$275.18 \text{ g} = 2.75g + 0g + 272.42g$$

$$275.18 \text{ g} = 275.18 \text{ g}$$

Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100\%$$

(Ecuación 12)

$$\text{Rendimiento} = \frac{272.42 \text{ g}}{275.18 \text{ g}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 99\%$$

Rendimiento Unidades

$$\mathbf{Rendimiento\ por\ unidades = \frac{Peso\ final}{Peso\ galletas\ unidad}}$$

(Ecuación 13)

$$\mathbf{Rendimiento\ por\ unidades = \frac{275.18\ g}{3\ g}}$$

$$\mathbf{Rendimiento\ por\ unidades = 91\ galletas\ por\ cada\ 100\ g}$$