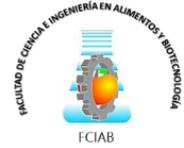




**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA ALIMENTOS**



---

Influencia del uso de cultivos andinos (camote morado (*Ipomoea batatas* L.) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*)) en el desarrollo de galletas dulces

---

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación 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 y Biotecnología.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia: “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional”, coordinado por Liliana Acurio, M. Sc. Resolución Nro.UTA-CONIN-2022-0269-R.

**Autora:** Elisa Gardeña Toapanta Yugsi

**Tutor:** Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

**Ambato-Ecuador**

**Marzo-2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**Dr. Diego Manolo Salazar Garcés**

### **CERTIFICA:**

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 16 de enero de 2023

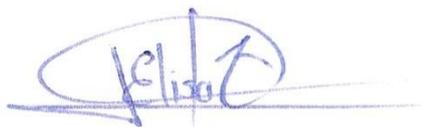
Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I 1803124294

TUTOR

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Elisa Gardeña Toapanta Yugsi, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



-----  
Elisa Gardeña Toapanta Yugsi

C.I 0504109596

AUTORA

## **APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, 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.

Para constancia firman:

-----  
Presidente del Tribunal

-----  
Dra. Liliana Alexandra Cerda Mejía

C.I 1804148086

-----  
Mg. Daniel Alfonso Cabrera Valle

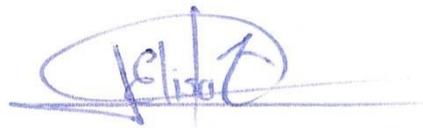
C.I 1802561595

Ambato, 2 de marzo del 2023

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas institucionales.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



-----  
Elisa Gardeña Toapanta Yugsi

C.I 0504109596

**AUTORA**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, mami María y papi Jorge por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, pues siempre me han inculcado el estudio, a ser mejor persona todos los días de mi vida y pesar de la distancia me motivan a seguir adelante. Los tengo presente siempre papitos bellos, los amo.*

*A mi hijo Gaelcito, por brindarme su amor, por ser mi fortaleza, por motivarme a seguir adelante para cumplir este sueño y por regalarme sonrisas todos los días. Te amo con codo mi corazón mi pequeñito príncipe.*

*A mi compañero de vida Willy, por brindarme su amor, compañía, comprensión y apoyo, mi carrera universitaria no fue fácil, pero siempre estuviste motivándome y apoyándome hasta donde tus alcances lo permitían. Gracias por todos los momentos vividos a tu lado. Te amo mi amor.*

*A mis hermanas, Arita, Evelyn, Melany y Alexito por creer que puedo ser un ejemplo para ustedes, siempre los tengo en mi corazón, los quiero mucho.*

*A toda mi familia que es lo mejor que tengo y lo más valioso que Dios me ha dado.*

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

***Elisa Gardeña Toapanta Yugsi***

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, salud y sabiduría para alcanzar este sueño de Ingeniera en Alimentos.

A mis padres por apoyarme e inculcarme en mis estudios desde mi infancia.

A mi compañero de vida Willy por su amor, apoyo incondicional, que han sido importantes en cada momento de mis estudios y vida.

A mi pequeño hijo Gael por ser mi fortaleza y esa luz en los momentos difíciles, con su carita me ha ayudado para que cada día sea un ejemplo para él.

A mis hermanas Evelyn y Melany por cuidar de mi hijo en los momentos en que tuve que abandonarlo y dedicarme a mis estudios.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por darme la oportunidad de ingresar a la Carrera de Alimentos, a los docentes por compartir con sus conocimientos y formarme como una profesional.

A mi tutor, Ing. Diego Salazar por sus consejos, apoyo, tiempo, conocimientos y paciencia que me brindó en este trabajo de investigación.

Al centro de investigación con su proyecto de investigación interinstitucional entre la Universidad Técnica de Ambato y la Universidad Politécnica de Valencia: “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Así también a sus docentes y tutores que me han permitido formar parte del desarrollo de este trabajo de Integración Curricular.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora.

Muchas gracias a todos

**Elisa Toapanta**

## ÍNDICE GENERAL

TEMA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
Cultivos andinos.....	2
Camote ( <i>Ipomoea batatas</i> L.).....	2
Oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	4
1.2 Hipótesis.....	5
Hipótesis nula (H <sub>0</sub> ).....	5
Hipótesis alternativa (H <sub>1</sub> ).....	6
1.3 Señalamiento de variables.....	6
Variable independiente.....	6
Variable dependiente.....	6
1.4 Objetivos.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
METODOLOGÍA.....	7
2.1 Materiales.....	7

2.1.1	Obtención de la materia prima.....	7
2.1.2	Obtención de la harina de cultivos andinos .....	7
2.1.3	Formulación de galletas.....	7
2.2	Métodos.....	8
2.2.1	Análisis Proximal .....	8
	Humedad.....	8
	Contenido de proteína .....	9
	Determinación de grasa.....	9
	Fibra dietética total.....	9
	Contenido de cenizas.....	9
	Carbohidratos .....	10
	Energía.....	10
2.2.2	Análisis fisicoquímicos .....	10
	pH .....	10
	Acidez titulable .....	10
	Actividad de agua (aw) .....	11
2.2.4	Color .....	12
2.2.5	Análisis sensorial.....	12
	2.2.5 Análisis estadístico.....	12
	<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>13</b>
	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
	Pruebas preliminares .....	13
3.1	Composición proximal .....	14
3.2	Análisis fisicoquímicos .....	18
3.2	Color .....	21
3.3	Textura .....	24
3.4	Análisis sensorial .....	26
3.5	Verificación de hipótesis .....	27
	Hipótesis nula (Ho) .....	27
	Hipótesis alternativa (Hi) .....	27
	<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>28</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
4.1	Conclusiones .....	28
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Determinación de humedad.....	8
<b>Ecuación 2.</b> Determinación de cenizas.....	9
<b>Ecuación 3.</b> Determinación de carbohidratos.....	10
<b>Ecuación 4.</b> Determinación de energía.....	10
<b>Ecuación 5.</b> Determinación de acidez titulable .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formulación de galletas con diferentes tipos de harinas.....	8
<b>Tabla 2.</b> Capacidad de las harinas para formar galletas estables. ....	13
<b>Tabla 3.</b> Análisis proximal y contenido calórico de las muestras de galletas control, camote morado y oca blanca .....	17
<b>Tabla 4.</b> Perfil de textura de las diferentes galletas.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Camote morado ( <i>Ipomoea batatas</i> L.) .....	3
<b>Figura 2.</b> Oca blanca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	4
<b>Figura 3.</b> Harinas de camote morado y oca blanca .....	7
<b>Figura 4.</b> Texturómetro .....	12
<b>Figura 5.</b> Evolución del contenido de humedad en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento.. ....	18
<b>Figura 6.</b> Evolución de pH en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento.). ....	19
<b>Figura 7.</b> Evolución de acidez en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento.....	20
<b>Figura 8.</b> Evolución de actividad de agua ( $a_w$ ) en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento... ..	21
<b>Figura 9.</b> Evolución del parámetro de luminosidad ( $L^*$ ) de las galletas durante 20 días de almacenamiento.. ....	22
<b>Figura 10.</b> Evolución del parámetro de color rojo ( $a^*$ ) en las galletas durante 20 días de almacenamiento.....	23
<b>Figura 11.</b> Evolución del parámetro de color amarillo ( $b^*$ ) en las galletas durante 20 días de almacenamiento.. ....	24
<b>Figura 12.</b> Evaluación sensorial de galletas .....	27

<b>Figura 13.</b> Elaboración de galletas.....	37
<b>Figura 14.</b> Desarrollo de análisis fisicoquímicos de las galletas.....	37
<b>Figura 15.</b> Desarrollo del análisis proximal de las galletas.....	37
<b>Figura 16.</b> Desarrollo de análisis de color y textura .....	37
<b>Figura 17.</b> Obtención de galletas control y cultivos andinos .....	38
<b>Figura 18.</b> Resultados de grasa, proteína y fibra dietética elaborado en LACONAL .....	39
<b>Figura 19.</b> Análisis de cata para 18 estudiantes de la UTA, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.....	40

## RESUMEN

En la actualidad la industria alimentaria se ha enfocado en la búsqueda y utilización de materias primas no convencionales, en este sentido los cultivos andinos son parte de este grupo de interés, este enfoque ha permitido recuperar cultivos que se están perdiendo debido a la falta de conocimiento o hábitos de consumo. Es importante mencionar que la gran mayoría de cultivos andinos no poseen gluten y son fuente de componentes antioxidantes. El presente trabajo de investigación permitió evaluar el uso de harinas de cultivos andinos como el camote morado (*Ipomoea batatas* L.) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) para el desarrollo de galletas dulces. Se diseñaron tres formulaciones, con harina de trigo como muestra de control, con harina de camote y con harina de oca, se utilizaron ingredientes como mantequilla, azúcar, huevos y polvo de hornear en todas las formulaciones. Los resultados mostraron que las harinas afectaron la composición proximal, propiedades fisicoquímicas, de textura y atributos sensoriales. Los resultados permitieron establecer que la galleta de oca blanca fue la que mayor humedad ganó durante el tiempo de almacenamiento, así también, en el análisis proximal, las galletas sobresalen en fibra dietética, carbohidratos y energía. Por otra parte, la textura mostro la dureza es más pronunciada en las galletas desarrolladas con cultivos andinos en comparación con la muestra control. Finalmente, la evaluación sensorial permitió evaluar que la galleta de camote morado obtuvo buena aceptabilidad, siendo la mejor valorada entre los catadores después de la muestra control.

**Palabras clave:** Cultivos andinos; Galletas; Camote morado; Oca blanca

## ABSTRACT

Currently, the food industry has focused on the search and use of unconventional raw materials, in this sense, Andean crops are part of this interest group, and this approach has made it possible to recover crops that are being lost due to lack of knowledge or habits of consumption. It is important to mention that the vast majority of Andean crops do not have gluten and are a source of antioxidant components. The present research work allowed evaluating the use of flours from Andean crops such as purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and white oca (*Oxalis tuberosa*) for the development of sweet cookies. Three formulations were designed, one with wheat flour as a control sample, with sweet potato flour and with oca flour, ingredients such as butter, sugar, eggs and baking powder were used in all formulations, the results showed that the flours affected the proximal composition, physicochemical properties, texture, and sensory attributes. The results allowed us to establish that the white goose biscuit was the one that gained the most moisture during the storage time, likewise, in the proximal analysis, the biscuits stand out in dietary fiber, carbohydrates and energy. On the other hand, in the texture it was found that the hardness is more pronounced in the cookies developed with Andean crops compared to the control sample. Finally, the sensory evaluation allowed us to evaluate that the purple sweet potato cookie obtained a higher average in acceptability, being the best valued among the tasters after the control sample.

**Keywords:** Andean crops; Cookies; Camote; Oca

# CAPÍTULO 1

## M ARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes investigativos

Las galletas hoy en día son uno de los productos más consumidos y se consideran un alimento de importante crecimiento debido a la tasa de consumo en el mercado. Las galletas son alimentos que se producen en base a una mezcla de harina, grasa, azúcar y una fase líquida que suele ser agua o leche (Benítez y Villanueva, 2020) sometida a un proceso de amasado, horneado a 180°C durante 12 minutos, estos productos se caracterizan por su bajo contenido de humedad (De los Angeles, 2022).

El ingrediente principal en la preparación de las galletas a nivel mundial es la harina de trigo (Ramos, 2017), sin embargo, la demanda de los consumidores por diferentes productos nuevos y nutricionalmente mejorados con contenidos altos de fibra, reducidos en grasa y azúcares han generado en la industria la necesidad por el desarrollo de nuevas variedades de productos adaptados a necesidades especiales.

Por otro lado, debido a los componentes que se utilizan en el proceso de producción se puede observar que en gran medida los productos como galletas dulces convencionales son parte de la gran gama de productos que contribuyen a un aumento de triglicéridos en sangre, aumento de la producción de insulina, obesidad, pérdida de apetito, causa hiperactividad y enfermedades cardiovasculares (Pineda, 2020). En este sentido, el desarrollo de nuevos productos con materias primas no convencionales, que aporten mayor valor nutritivo y permitan la reducción de azúcares y grasas han sido estudiados, por ejemplo para la elaboración de una galleta dulce reducida en grasa y azúcar enriquecida con harina de amaranto (Torres y Flores, 2018), en la elaboración de galletas con edulcorante natural (stevia) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (Castrejón, 2019) y la evaluación nutricional de galletas integrales a base de quinua, camote amarillo y arazá (Naula, 2021). Son algunos de los ejemplos de la búsqueda de nuevas fuentes de materias primas nutritivas.

Según Calle et al. (2014), las galletas dulces normalmente están elaboradas con una base de harina de trigo, mantequilla, azúcar y huevos. Sin embargo, fuera de estos

ingredientes, las galletas pueden ser diferentes entre sí, ya que existen alternativas para sustituir a la harina de trigo por productos con mejores características nutricionales. Entre las galletas que se han elaborado con materias primas no convencionales están: galletas con harina de arracacha, amaranto, altramuz, quinua, topinambur, chocho, garbanzo, alpiste, cañihua, tarwi, y yuca (Cabezas, 2018; Méndez y Delahaye, 2007; Paredes, 2021). Así también, está el uso de tubérculos andinos en la elaboración de galletas a partir del almidón de achira, harina de oca naranja, pasta de oca, harina de oca amarilla, harina de zanahoria blanca, harina de papa china, mezcla de harinas de maíz, pasta de camote morado y harina de algarrobo (Guizado y Lago, 2019), no obstante, los resultados obtenidos en los estudios mencionados mostraron que la investigación para conseguir resultados adecuados todavía debe extenderse y considerar el almacenamiento, valor nutricional y la calidad sensorial.

Considerando el uso de los cultivos andinos como materia prima en la elaboración de galletas, Fernández y Rodríguez (2007) mencionan que para el consumo humano constituyen una buena fuente de material vegetal partes como tejidos, tubérculos, raíces, leguminosas y nueces. Además, Cañarte et al. (2017) consideran que el consumo de estos productos tiene un gran potencial gastronómico por la variedad de productos como panes, galletas, fideos, entre otros que se pueden producir. El uso de cultivos andinos podría constituir una alternativa novedosa de aprovechar materias primas que se producen en la región andina y que se están perdiendo debido al desuso y olvido.

### **Cultivos andinos**

Los cultivos andinos como tubérculos, raíces, frutas pertenecen a diferentes familias de plantas, cada una con sus propias características, así como diferentes formas, colores y sabores. Según Gómez et al. (2007) son conocidas por tener propiedades nutricionales como carbohidratos, proteínas, lípidos, carotenoides, vitamina A y C, riboflavina, niaciacina, fibra y agua.

#### **Camote (*Ipomoea batatas* L.)**

El camote (*Ipomoea batatas* L.) (Figura 1) es uno de los tubérculos más antiguos y consumidos a nivel mundial, su origen probablemente se sitúa en la costa peruana. El

camote se encuentra en América Central y del Sur, donde se cultiva desde hace 10.000 años y donde la diversidad genética de este tubérculo es mayor (Basurto et al., 2015). Se cultiva en casi todo el mundo, el cultivo no requiere grandes cantidades de agua, fertilizantes o tecnología, la producción anual en los países en desarrollo se estima en 105 millones de toneladas métricas (Minemba et al., 2019). Este cultivo puede crecer y desarrollarse hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), el camote es reconocido por los expertos en nutrición como un producto importante en la lucha contra la desnutrición por sus buenas propiedades nutricionales (Armijos et al., 2020).



**Figura 1.** Camote morado (*Ipomoea batatas* L.)

Existen tres variedades de camote: naranja, blanca y morada; por lo general la variedad morada y naranja son las más cultivadas debido a su aceptabilidad en el mercado. En Latinoamérica se encuentra la variedad morada y en Europa la variedad más habitual es la naranja (Vélez, 2019).

En su composición proximal el camote contiene agua 74 %, fibra 3,5 %, lípidos 2,1 %, proteína 7%, grasa 3 %, azúcar 9,7 %, almidones 11,8 %, carbohidratos (25-30)% (Salazar et al., 2021). También, Onodu et al. (2018) sostienen que el 98 % de carbohidratos del camote son fácilmente digeribles, lo que hace que este tubérculo sea una buena fuente de energía que a pesar de contener carbohidratos tiene un índice glucémico bajo, lo que ayuda a que el azúcar se libere lentamente en la sangre, estabilizando el azúcar en la sangre. Además, es rico en manganeso, este se encarga de metabolizar los carbohidratos, ayudando así a mantener los niveles de azúcar en sangre y a controlar el apetito (Cartier et al., 2017; Cobeña et al., 2017; Jung et al., 2017; Vidal et al., 2018).

Por otra parte, contiene flavonoides, polifenoles, minerales (potasio, hierro, calcio y

magnesio), vitaminas (betacaroteno, vitaminas B<sub>2</sub>, C y E) y la presencia de vitamina B<sub>6</sub>, que ayuda a romper la homocisteína, un compuesto atribuido al endurecimiento de los vasos sanguíneos y las arterias asociado a problemas cardiovasculares (Cartier et al., 2017; Jung et al., 2017). El camote proporciona hasta 14,187 UI de vitamina A y 8,509 µg de β-caroteno por cada 100 gramos, obteniendo los valores más altos entre los tubérculos (Mohanraj y Sivasankar, 2014). También, contiene fitonutrientes que reducen las amenazas a la salud que representan los radicales libres en dicho tubérculo (Huang et al., 2011).

### **Oca (*Oxalis tuberosa*)**

La oca blanca (*Oxalis tuberosa*) (Figura 2) es un cultivo endémico de los Andes, su mayor diversidad vegetal se encuentra en Ecuador, Perú y Bolivia (Ortega, 2022). La oca es una planta de crecimiento anual que se cultiva desde los 3000 hasta los 4000 m.s.n.m. (Arbizu y Tapia, 2015; Surco, 2014). La oca antes de su consumo suele endulzarse por exposición directa a la luz solar, este endulzamiento natural produce un sabor ligeramente más suave y dulce en comparación con las papas (Malice et al., 2014). Al igual que otros tubérculos de la región andina, los indígenas la consumen de diversas formas: hervida, asada, en guisos o frito. Debido a su variabilidad de usos este tubérculo tiene gran potencial en la producción de alimentos como harinas, dulces, mermeladas, snacks, productos de panificación e incluso en la obtención de alcohol por fermentación (Moscoe, 2016; Villalva y Inga, 2021).



**Figura 2.** Oca blanca (*Oxalis tuberosa*)

En Sudamérica se puede encontrar tres variedades: alba, flava y roseo violácea. Las albas, comúnmente se conocen como oca blanca. Flavas, son ocas de color amarillo pálido con coloración amarilla y naranja intensa con pigmentos carotenos. Roseo

violáceas, contienen antocianinas y su color varía del rosa claro al violeta oscuro y al negro. Dependiendo de la forma, pueden ser ovalados, claviformes y cilíndricos (Gómez et al., 2007).

En Ecuador se pueden encontrar variedades como: oca blanca que es un tubérculo grande y de buena conservación. Este tubérculo a diferencia de la papa se caracteriza por tener mayor contenido nutricional por cada 100 g del tubérculo, posee un mayor contenido de azúcares (9,68 %), gracias a la exposición del tubérculo al sol, concede un sabor dulce. El almidón es otro carbohidrato con mayor cantidad (42,17%), mientras que el contenido de proteína es moderado (4,6 %). Entre los minerales, destaca el hierro con 0,0048 %, potasio con 1.30 % y en las vitaminas destaca el contenido de vitamina C con 0,035 % (Castro et al., 2019; Zhu y Cui, 2020).

En la industria moderna de alimentos el uso de materias primas no convencionales se ha experimentado en el desarrollo de varios productos alimenticios y en especial en procesos de panificación, pastelería y galletería, pues existen productos que pueden sustituir parcialmente a la harina de trigo con la finalidad de mejorar la calidad nutricional de los alimentos y disminuir el consumo de productos que contengan gluten y nutricionalmente sean deficientes. Por consiguiente, la sociedad ha buscado desarrollar productos como galletas sin gluten con mezclas de harina de arroz-almidón-proteína, utilización de harina de cañihua en galletas sin gluten, así también, la elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz y elaboración de pan libre de gluten a base de harina de cañihua (González, 2019; Orlandini, 2022; Vera, 2017; Zegarra et al., 2019). Sin embargo, las investigaciones para el desarrollo de productos no convencionales con atributos sensoriales buenos son todavía reducido, por lo que, en este estudio se elaboró galletas sin gluten a partir de harinas de cultivos andinos como camote morado y oca blanca.

## **1.2 Hipótesis**

### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

La influencia de los cultivos andinos no afecta en las propiedades fisicoquímicas, de textura y sensoriales de las galletas dulces.

### **Hipótesis alternativa (Hi)**

La influencia de los cultivos andinos si afecta en las propiedades fisicoquímicas, de textura y sensoriales de las galletas dulces.

### **1.3 Señalamiento de variables**

#### **Variable independiente**

Harinas de cultivos andinos (camote morado y oca blanca)

#### **Variable dependiente**

Propiedades fisicoquímicas, textura y sensoriales

### **1.4 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del uso de cultivos andinos (camote morado (*Ipomoea batatas* L.) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*)) en el desarrollo de galletas dulces.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar la proporción óptima de harinas de cultivos andinos para la elaboración de galletas dulces
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las galletas dulces a partir de las harinas de los cultivos andinos
- Evaluar la calidad sensorial de las galletas dulces

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

##### 2.1.1 Obtención de la materia prima

Los tubérculos fueron adquiridos de un comerciante en el mercado mayorista de Ambato, provincia Tungurahua. De los dos cultivos andinos la oca requirió un tratamiento previo para eliminar compuestos tóxicos, amargor, entre otros. En el tratamiento la oca se expuso al sol para reducir el contenido de ácido oxálico mediante el mecanismo de fotoluminiscencia y con ello aumentar el contenido en azúcar.

##### 2.1.2 Obtención de la harina de cultivos andinos

Los tubérculos se lavaron, secaron, pelaron y cortaron en rodajas de 2 mm de espesor, luego se sometió a un pretratamiento con microondas (750 W/20 s), inmediatamente se enfriaron las rodajas en agua a 4 °C por 20 segundos con el fin de impedir el pardeamiento enzimático. Inmediatamente, las rodajas se secaron en un deshidratador por convección (Gander mtn-CD 160) a 65 °C (150 °F) durante 8 horas. Las rodajas se trituraron por 15 segundos en una trituradora comercial y consecutivamente se molieron en un molino Marca Bentwood, utilizando el indicador de tamaño de poro número 18 (Muñoz, 2016).



**Figura 3.** Harinas de camote morado y oca blanca

##### 2.1.3 Formulación de galletas

Sé prepararon tres formulaciones de galletas dulces, una formulación con harina de

trigo y dos con harina de cultivos andinos. Las harinas en cada formulación corresponden a 53,61% y el restante 46,39% corresponde a la proporción de ingredientes como mantequilla, azúcar, huevos y polvo de hornear, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Formulación de galletas con diferentes tipos de harinas

Muestra	Harinas			Mantequilla (%)	Azúcar (%)	Huevos (%)	Polvo de hornear (%)
	Trigo (%)	Camote (%)	Oca (%)				
<b>Galleta control</b>	53,61	-	-	15,01	18,22	11,62	1,52
<b>Galleta camote morado</b>	-	53,61	-	15,01	18,22	11,62	1,52
<b>Galleta oca blanca</b>	-	-	53,61	15,01	18,22	11,62	1,52

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Análisis Proximal

#### Humedad

El contenido de humedad se determinó según la norma AOAC 925.10(AOAC, 1990), para este análisis se pesó 3 g de la muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada, la cual se sometió a la estufa a 105°C durante 24 horas; después que el tiempo finalizó se colocó en un desecador hasta obtener un peso constante. Los ensayos se realizaron para las diferentes muestras. El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Humedad} = \frac{M1 - M2}{P}$$

(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)

### **Contenido de proteína**

El análisis de proteína se llevó a cabo mediante la técnica de Kjeldhal, empleando el método PE11-7-2-FQ. AOAC Ed 21. 2019 2001.11

### **Determinación de grasa**

El análisis de grasa se llevó a cabo mediante la técnica de gravimetría empleando el método PE04-7-2-FQ. AOAC Ed 21. 2019 991.36.

### **Fibra dietética total**

El análisis de fibra dietética total se llevó a cabo mediante la técnica gravimétrico-enzimático empleando el método AOAC 985.29. Ed 21. 2019.

### **Contenido de cenizas**

Para la determinación de cenizas se empleó el método de calcinación, establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN-526, 2013), para esto se pesó 2 g de muestra en crisoles de porcelana previamente tarados, que se colocaron en la mufla y se incineró a 600°C durante 2 horas. Las muestras se dejaron enfriar en un desecador. Finalmente, se pesó las cenizas. Este cálculo que realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{C3 - C1}{C2 - C1} \times 100$$

(Ecuación 2)

Donde:

C<sub>1</sub>: Peso del crisol vacío (g)

C<sub>2</sub>: Peso del crisol + muestra (g)

C<sub>3</sub>: Peso del crisol + cenizas (g)

### **Carbohidratos**

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia, establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN-526, 2013) entre los demás componentes, aplicando la siguiente ecuación:

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

**(Ecuación 3)**

### **Energía**

Se calculó la energía considerando los coeficientes para carbohidratos 4 kcal/g, proteína de 4 kcal/g y para grasa 9 kcal/g, establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN-526, 2013). Los valores se estimaron mediante el sistema Atwater en el programa informático EXCEL

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

**(Ecuación 4)**

## **2.2.2 Análisis fisicoquímicos**

### **pH**

El pH se determinó mediante la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN-526, 2013), utilizando el potenciómetro, los resultados se obtuvieron por lectura directa, gracias a la introducción del electrodo del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido sobrenadante (muestra).

### **Acidez titulable**

La acidez se determinó con el titulador automático (METTLER TOLEDO G2); empleando la normatécnica ecuatoriana AOAC 939.05 (AOAC, 2010), 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 el producto terminado.

$$\% \text{ de Acidez titulable} = \frac{\text{Vol (ml)} \times \text{NaOH} \times \text{N(0.1 N)} \times \text{factor}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

**(Ecuación 5)**

V: Volumen gastado de NaOH (ml)

N: Normalidad de NaOH (0.1 N)

F: Factor del ácido predominante

P: Peso de la muestra (ml)

### **Actividad de agua (aw)**

La actividad de agua se determinó empleando un medidor de actividad de actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU.), los resultados se obtuvieron por lectura directa.

### **2.2.3 Textura**

La determinación de la textura de las galletas se determinó mediante el uso de un texturómetro (PRO CT3 BROOKFIEL, EE. UU), con una sonda de TA7, elemento TA-BT-KIT, con un valor meta 5, a una velocidad test 0.50 mm/s, por un ciclo y con una ubicación base de 63.9 mm; para una deformación del 50%. El análisis simuló la mordida del consumidor, además la evaluación se realizó a temperatura ambiente por triplicado por cada muestra. Los parámetros determinados fueron la dureza, porcentaje de deformación según la dureza y fracturabilidad.



**Figura 4.** Texturómetro

#### **2.2.4 Color**

Se evaluó en todos los tratamientos los parámetros de color, L\* (luminosidad), a\* (rojo/verde), b\*(amarillo/azul). Las mediciones se realizaron en un colorímetro LOVIBOND, LC100, EE. UU, calibrado con un iluminador D65 (luz natural) y un observador estándar D10. En cada muestra se realizó 3 mediciones.

#### **2.2.5 Análisis sensorial**

La evaluación de las propiedades sensoriales se realizó utilizando una escala hedónica de 5 puntos (5-me gusta; 4- me gusta, 3- ni me gusta ni me disgusta, 2- me disgusta, 1- me disgusta mucho). Un panel de 18 jueces de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología evaluó los atributos sensoriales color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Para la evaluación se proporcionó 6 gramos de galleta de cada tipo, para los jueces se les facilitó un vaso de agua a temperatura ambiente para aclarar el paladar.

#### **2.2.5 Análisis estadístico**

Para analizar el efecto de la preparación de las galletas con harina de camote morado y oca blanca se aplicó un diseño experimental completamente aleatorio. El análisis estadístico se determinó mediante el Software Estadístico-InfoStat, para el análisis de datos se utilizó el programa EXCEL. La comparación se llevó a cabo mediante la prueba Tukey, con un nivel de significancia de ( $P \leq 0,05$ ).

### CAPÍTULO III

#### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### Pruebas preliminares

Las harinas de los cultivos andinos muestran comportamientos diferentes, de tal modo, se realizaron estudios previos para evaluar cualitativamente la capacidad de formación de masas estables y seleccionar las dosis más adecuadas (Tabla 2). En todas las galletas se mantuvo constante la adición de mantequilla, azúcar, polvo de hornear, huevos y temperatura de horneado. En este aspecto, todas las fórmulas buscan equilibrarse como fórmulas estables y sensorialmente aceptables. Conforme a lo mencionado, se determinaron una serie de parámetros como la capacidad de formar una masa estable, formación de grumos y textura. Bajo estos parámetros, las galletas se clasificaron de modo arbitrario: (-) baja capacidad, (+) capacidad moderada y (++) buena capacidad.

**Tabla 2.** Capacidad de las harinas para formar galletas estables.

<b>Porcentaje de harina utilizado</b>	<b>Capacidad de formar masa estable</b>	<b>Formación de grumos</b>	<b>Textura</b>
<b>Camote morado 50%</b>	-	-	=
<b>Camote morado 75%</b>	+	-	+
<b>Camote morado 100%</b>	++	-	++
<b>Oca blanca 50%</b>	-	-	-
<b>Oca blanca 75%</b>	±	=	±
<b>Oca blanca 100%</b>	++	-	++

En base a los resultados cualitativos se observó que las harinas de camote morado y oca blanca en un porcentaje de adición de 100% forman masas estables, con nula formación de grumos y con buena textura.

### **3.1 Composición proximal**

Los resultados del análisis proximal de las galletas obtenidas a partir de las harinas obtenidas de los cultivos andinos se muestran en la Tabla 3. Los valores de humedad fueron diferentes ( $p < 0,05$ ). Los resultados de humedad oscilan entre 3,69 % y 5,51% y están en concordancia con la norma NTE (INEN-2085, 2005) para galletas que recomienda como límite superior 10% en humedad; los valores de humedad bajos se deben principalmente al proceso de horneado en donde se ha eliminado la mayor cantidad de agua posible. Los resultados obtenidos en este estudio son comparables con lo reportado por Cajavilca (2022) que obtuvo valores de 5,7 % en galletas hechas a base de granos andinos como quinua, pasta de chocho y camote naranja, así también, Morejon y Santana (2015) reportaron 6,69 % de humedad en galletas enriquecidas a partir de una mezcla de harina de avena, frejol y camote. En todos los tratamientos se puede esperar una conservación óptima debido a la reducida humedad de las galletas, con lo que el crecimiento de microorganismos es improbable ya que es conocido que los microorganismos requieren valores de humedad de ~12 % para desarrollarse en galletas (Martínez et al., 2017).

El contenido de proteína en las galletas mostró diferencias ( $p < 0,05$ ). Esta diferencia se atribuye a que la proporción de proteína en la harina de cultivos andinos es diferente, a pesar de que el porcentaje empleado es el mismo en cada tratamiento. La muestra con harina de trigo (control) tiene mayor contenido de proteína (10,70 %), debido a que probablemente influye el contenido proteico de la harina de trigo como lo mencionan Andualet et al. (2016). Las galletas con harina de camote morado y oca blanca muestran valores similares a lo mencionado por Lim (2016) que reportó que para productos horneados los valores pueden variar de 3,54 % a 4,56 %. La galleta con harina de camote muestra un 4,94 % de proteína, este valor es diferente al encontrado por Moreno y Andahua (2020) quienes obtuvieron un valor de 3,46 % de proteína en galleta hecha con una mezcla de harina de maíz, pasta de camote morado y harina de algarrobo, evidentemente esta diferencia se atribuye a las materias primas utilizadas.

Así mismo, Méndez y Delahaye (2007) en galletas hecha con mezcla de harina de maíz morado y pasta de camote morado presenta un valor de 6,1 % de proteína, atribuido a la cantidad de aminoácidos que la materia prima posee. Por otra parte, la galleta con harina de oca blanca muestra 4,75 % de proteína, valor cercano a lo reportado por Caiza (2014) que obtuvo 4,60% de proteína en galletas a base de oca Tayacaja. Estos resultados indican que las galletas desarrolladas en este estudio poseen una buena cantidad de proteína de buen valor biológico al ser de origen vegetal.

El contenido de grasa mostró diferencias ( $p < 0,05$ ). Los valores oscilan entre 14,50 % y 22,20%. Los resultados muestran que las galletas poseen un porcentaje elevado de grasa, debido a la grasa (mantequilla) añadida a la formulación. Según Jitngarmkusol et al. (2008) las proteínas también podrían influir en el contenido de grasa ya que una proteína se compone de partes hidrófilas e hidrófobas y las cadenas laterales de aminoácidos no polares pueden formar una interacción hidrófoba con las cadenas hidrocarbonadas de los lípidos. En ese sentido, entre las galletas de cultivos andinos el que mayor contenido de grasa muestra es el de la galleta con harina de camote morado con 22,20 % lo que coincide con lo expuesto por Dejo y Lluén (2019) en galletas con una mezcla de harina de maíz y camote morado que presentan valores de 22,19%, superior a los reportado por Dyner et al. (2016) ya que obtuvieron 19,50% de grasa en galletas elaboradas con harina quinua y chocho.

Los carbohidratos son moléculas de azúcar, que en conjunto con las proteínas y las grasas se encuentran en alimentos y bebidas, su función primordial es dotar de energía al cuerpo humano a través de la formación de la glucosa (Mollinedo y Benavides, 2014). El contenido de carbohidratos obtenido por diferencia de los componentes muestra diferencias ( $p < 0,05$ ). El valor de carbohidratos en las galletas de camote morado es 55,68 %, estos valores son más bajos en comparación a lo reportado por Naula (2021) que encontró 62,47 % de carbohidratos en galletas elaboradas con harina de camote amarillo, estas variaciones pueden estar relacionadas con las características genotípicas, estado metabólico, ambientales y estado de madurez de la materia prima, así como a la misma formulación empleada (Baguma et al., 2003; Mukerjea y Robyt, 2005). La galleta que mayor contenido de carbohidratos aporta es de la oca blanca con 65,74%, este resultado probablemente se puede atribuir al contenido de azúcares naturales que el tubérculo tiene luego de haber sido sometido a exposición al sol con

la finalidad de reducir el contenido de oxalatos y que se transformen en azúcares (Palate, 2012), sin embargo, este valor es semejante al obtenido Madrid (2019) con 64,10 % en galletas con mezcla de harina de oca, camote y zapallo.

En cuanto al contenido de cenizas, los tratamientos presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), con valores que oscilan entre 0,83% y 2,41%. Se aprecia que el porcentaje de cenizas es menor en la galleta control con un valor de 0,83% de ceniza comparado con los tratamientos con harinas de cultivos andinos que muestran valores que oscilan entre 2,36% y 2,41%. La muestra desarrollada con harina de camote morado presentó un contenido mayor de cenizas en comparación con los otros tratamientos, estas diferencias se podrían atribuir al contenido de minerales como calcio, potasio, hierro, fósforo que se encuentran en las harinas de los cultivos andinos estudiados (Correa et al., 2019; Gaviláñez, 2017). Los resultados de este estudio están correlacionados con el estudio de Calixto y Lazo (2017) que reportaron 2,40% en galletas de harina de oca edulcorada con Stevia, del mismo modo, Solíz (2022) obtuvo 2,29 % de cenizas en galletas de camote naranja.

El contenido de fibra dietética muestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre todas las muestras. Avalos (2021) afirma que las fibras son polímeros de carbohidratos comestibles que se encuentran naturalmente en los alimentos en la forma en que se consumen. El contenido de fibra dietética depende directamente de la composición y concentración de polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias afines que forman parte de la composición proximal de la harina utilizada (Salazar et al., 2021). Según el Parlamento Europeo (2006) un alimento puede declararse que es fuente de fibra si el producto contiene como mínimo 3g de fibra por 100 g o como mínimo 1,5 g de fibra por 100 kcal y 6 g de fibra por cada 100 g o 3g de fibra por 100 kcal para que sea declarado como alto en contenido de fibra, en ese sentido, todas las muestras se pueden catalogar como altos en fibra. Moreno y Andahua (2020) reportaron en galletas de harina de maíz morado, camote morado y algarroba 7,53% de fibra dietética, atribuido a que la formulación de la galleta contiene mezclas de harinas en pequeños porcentajes.

Los elementos que pueden aportar energía al organismo son las grasas con 9 kilocalorías por gramo, los hidratos de carbono y las proteínas con 4 kilocalorías por gramo (Silva, 2021). Las calorías entre todas las muestras presentan diferencias

( $p < 0,05$ ). Las galletas con más contenido calórico corresponden a la muestra de camote morado con 452,84 Kcal/100g y seguido por la muestra control con 449,00 Kcal/100g. Esto valores se pueden comparar con el estudio de Quintana et al. (2021) quienes reportaron un valor de 449,28 Kcal/100g en galletas de camote amarillo, similar al obtenido en el análisis de este estudio. Los resultados de las calorías encontradas en las galletas de cultivos andinos están relacionados principalmente con la composición y formulación con las que se han desarrollado los productos.

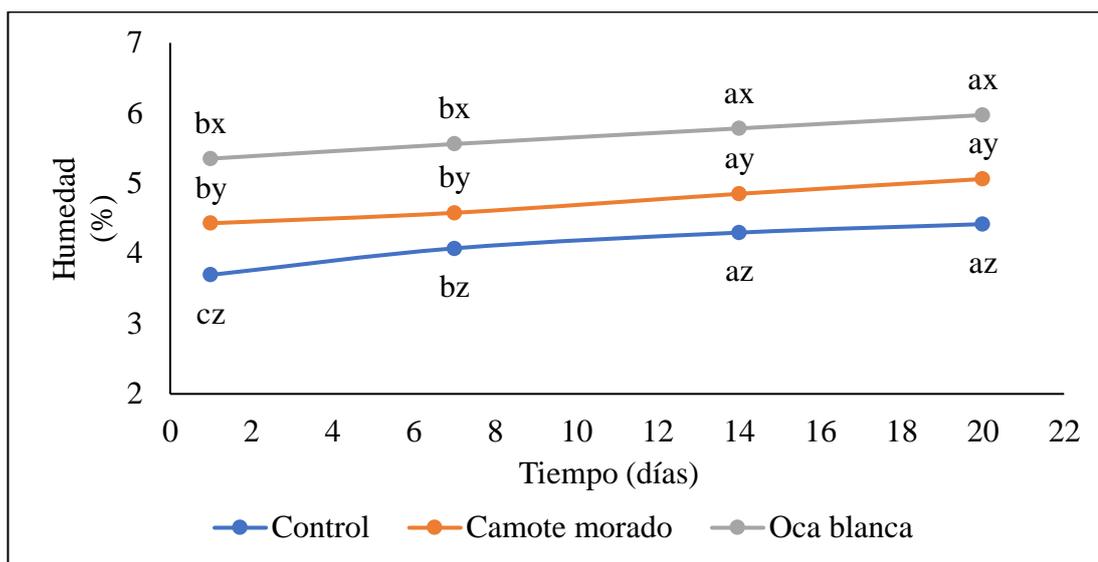
**Tabla 3.** Análisis proximal y contenido calórico de las muestras de galletas control, camote morado y oca blanca

<b>Parámetros</b>	<b>Galleta control</b>	<b>Galleta camote morado</b>	<b>Galleta oca blanca</b>
<b>Humedad (%)</b>	3,69±0,04 <sup>a</sup>	4,53±0,09 <sup>b</sup>	5,51±0,17 <sup>c</sup>
<b>Proteína (%)</b>	10,70±0,05 <sup>c</sup>	4,94±0,05 <sup>a</sup>	4,75±0,05 <sup>b</sup>
<b>Grasa (%)</b>	17,90±0,05 <sup>b</sup>	22,20±0,05 <sup>c</sup>	14,50±0,05 <sup>a</sup>
<b>Ceniza (%)</b>	0,83±0,08 <sup>a</sup>	2,41±0,05 <sup>c</sup>	2,36±0,08 <sup>a</sup>
<b>Fibra dietética (%)</b>	11,20±0,05 <sup>b</sup>	15,40±0,05 <sup>c</sup>	7,30±0,05 <sup>a</sup>
<b>Carbohidratos (%)</b>	55,68±0,11 <sup>b</sup>	53,07±0,12 <sup>a</sup>	65,74±0,18 <sup>c</sup>
<b>Calorías totales (Kcal/100g)</b>	449,00±0,30 <sup>b</sup>	452,84±0,27 <sup>c</sup>	427,06±0,16 <sup>a</sup>
<b>Calorías Grasa (%)</b>	161,10±0,45 <sup>b</sup>	199,80±0,45 <sup>c</sup>	130,50±0,45 <sup>a</sup>
<b>Calorías CH &amp; grasa (%)</b>	245,10±0,35 <sup>b</sup>	243,08±0,38 <sup>a</sup>	277,56±0,64 <sup>c</sup>
<b>Calorías Proteína (%)</b>	42,80±0,20 <sup>c</sup>	9,96±0,20 <sup>a</sup>	19,00±0,20 <sup>b</sup>

Los superíndices a, b, c corresponden a la diferencia significativa entre filas en cada composición ( $p < 0,05$ ). Los valores corresponden a la media de tres mediciones  $\pm$  la desviación estándar. (CH: carbohidratos).

En la elaboración de productos como las galletas es importante realizar una evaluación de seguimiento de humedad durante el almacenamiento con la finalidad de observar los posibles cambios debido a una variación en el contenido de humedad. En la Figura 5 se muestran los resultados del análisis de humedad durante 20 días de almacenamiento, los resultados permiten evidenciar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). El cambio de humedad durante los días de almacenamiento muestra valores con tendencia a incrementar, sin embargo, el contenido de humedad no supera los

valores permitidos para este tipo de productos. Estos resultados son similares a lo reportado por Méndez y Delahaye (2007) con valores entre 3,85 % y 5,51 % de humedad durante 30 días de estudio en galletas dulces tipo waffer desarrolladas con harina de trigo y harina compuesta de arracha. Por su parte Calixto y Lazo (2017) determinaron una humedad de 2,37 % en galletas con una mezcla de harina de trigo y oca durante dos semanas de almacenamiento. Los resultados obtenidos en este análisis durante el tiempo de almacenamiento muestran estabilidad de las galletas durante el almacenamiento a temperatura ambiente ( $\sim 20^{\circ}\text{C}$ ).



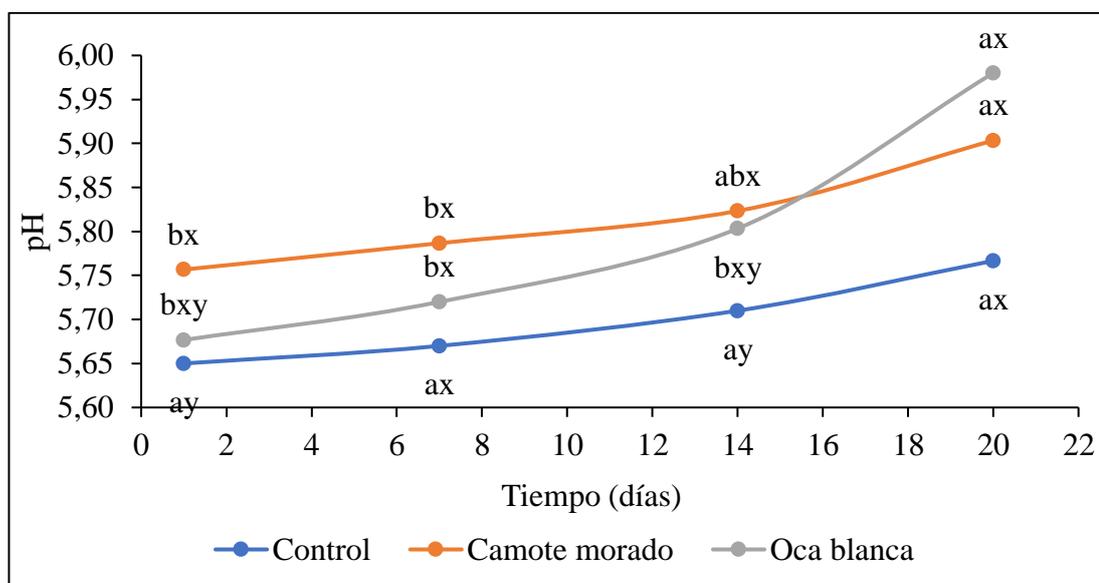
**Figura 5.** Evolución del contenido de humedad en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c) muestran que existen diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes (x, y, z) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 Análisis fisicoquímicos

En la Figura 6 se muestran los resultados de pH para diferentes galletas analizadas durante 20 días de almacenamiento. El pH constituye un parámetro de control de calidad decisivo para cada tipo de galleta debido a que determina el crecimiento de grupos de microorganismos (Inungaray et al., 2013). En los resultados obtenidos se observó una tendencia ascendente durante el periodo de almacenamiento y los resultados mostraron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Los valores de pH oscilaron entre 5,65 y 5,98 durante el tiempo de almacenamiento, las galletas control y con

harina de camote morado presentan un aumento durante el tiempo de análisis a diferencia de la galleta con harina de oca blanca que desde el día 14 asciende hasta el día 20, iniciando con valores de pH de 5,68 desde el día uno hasta último día de estudio con 5,98. Este comportamiento podría atribuirse a que la oca endulzada es ligeramente ácida de acuerdo a lo mencionado por Carhuallanqui y Zapata (2019).

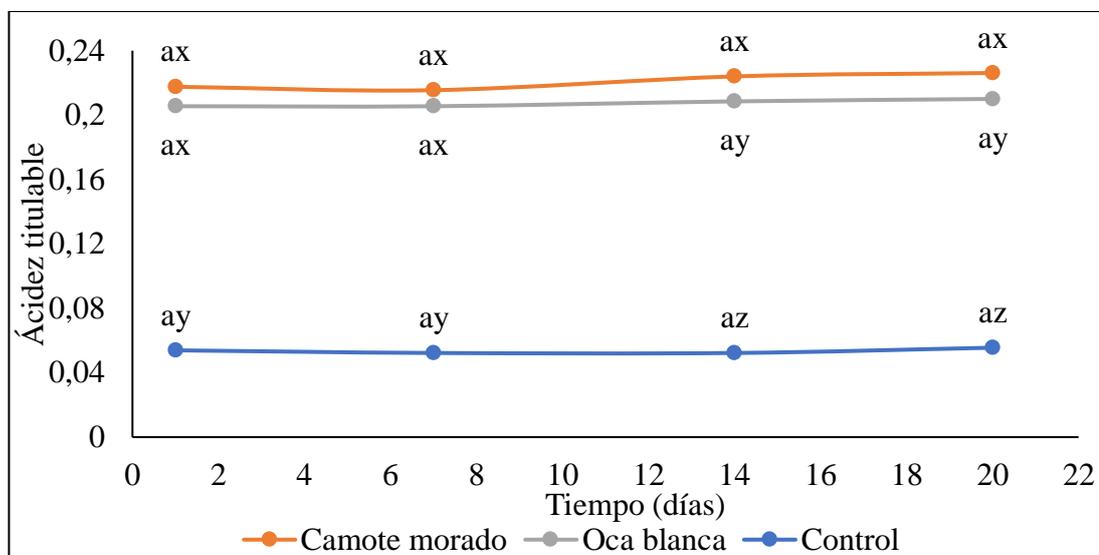
Los valores obtenidos en este estudio son similares a lo reportado por Moreno y Andahua (2020), quienes obtuvieron valores de 3,9 -5,5 en galletas a base de harina de maíz morado, pasta de camote morado y harina de algarrobo. Así también, Méndez y Delahaye (2007) encontraron valores de 5,6 a 5,7 en galletas dulces tipo waffer a base de una mezcla de harina de arracacha y oca.



**Figura 6.** Evolución de pH en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes (a, b) muestran que existen diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes (x, y) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

En la Figura 7 se muestran los resultados de acidez medidos durante 20 días. Los valores de acidez no mostraron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), sin embargo, al ser contrastados con la muestra control se observa diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Los tratamientos presentaron porcentajes entre 0,20 % a 0,23 %, siendo las muestras que contienen la harina de camote y harina de oca menos ácidas en relación con la muestra que contiene harina de trigo, los valores de acidez se mantuvieron constantes durante

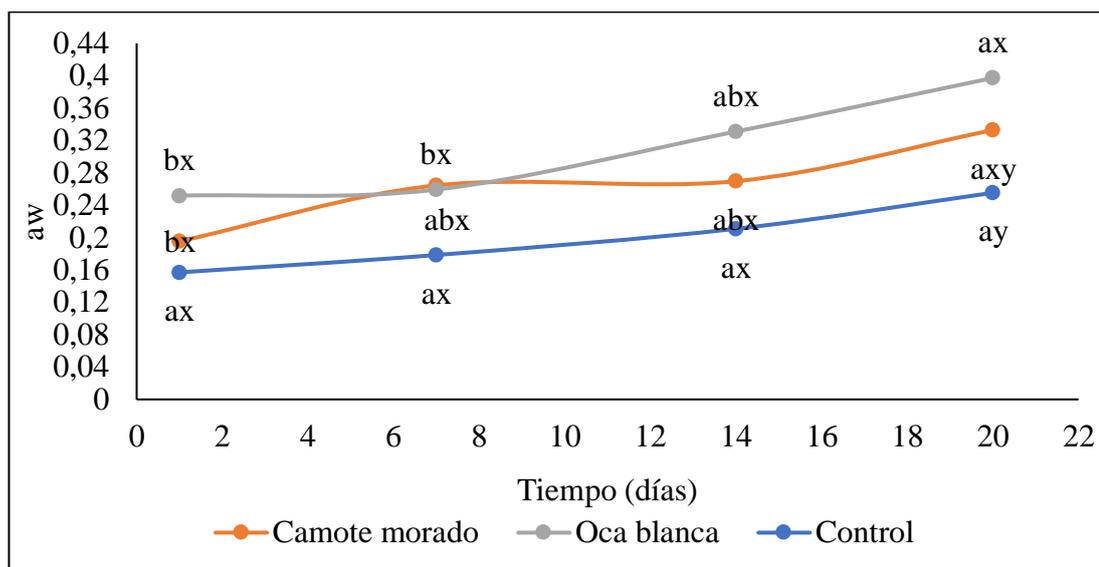
el almacenamiento. Los valores de acidez obtenidos en este estudio son similares a lo reportado por Naula (2021) en galletas integrales a base de quinua, camote amarillo y arazá con 0,2% de ácido ascórbico, así también Calixto y Lazo (2017) obtuvieron en galletas de oca edulcorada con Stevia un valor de 0,22% de ácido oxálico. Según Ramírez (2022), los valores podrían ser atribuidos a que la harina de camote posee una acidez de 0,096 %, lo cual le proporciona la característica de ligeramente ácido al tubérculo y a través de este a las galletas, además, este tubérculo posee componentes como ácido fólico, ascórbico, entre otros, los cuales confieren la característica ácida. En el caso de la oca, el ácido oxálico es el ácido predominante, sin embargo, la acidez guarda relación con el grado de madurez del tubérculo, por lo que al ser oca endulzada el contenido de ácido oxálico se presume es menor (Carhuallanqui y Zapata (2019).



**Figura 7.** Evolución de acidez en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letra (a) muestra que no existe diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p > 0,05$ ). Letras diferentes (x, y, z) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

Los valores de actividad de agua evaluada durante 20 días se muestran en la Figura 8. En los resultados obtenidos existen diferencias entre las galletas evaluadas ( $p < 0,05$ ). Los valores se encuentran entre 0,16 a 0,4 entre todos los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento. La actividad de agua ( $a_w$ ) es de gran importancia ya que permite inferir sobre la estabilidad del alimento con relación a los cambios fisicoquímicos, bioquímicos, enzimáticos y de crecimiento de microorganismos, un

valor de  $a_w < 0,6$  es una condición de equilibrio del producto en almacenamiento (Méndez y Delahaye, 2007). Los resultados del presente estudio son cercanos a lo reportado por Méndez y Delahaye (2007) quienes obtuvieron un valor de 0,33 de  $a_w$  en galletas dulces tipo waffer de harina de trigo y compuesta con pasta de oca durante un mes de estudio, así también, Vázquez et al. (2018) reportaron 0,3-0,51 de  $a_w$  en galletas de harina de camote naranja. En este sentido, todos los tratamientos presentan valores similares a los referenciados, además, se encuentran dentro del rango establecido con  $a_w < 0,6$  para establecer un equilibrio durante el almacenamiento.

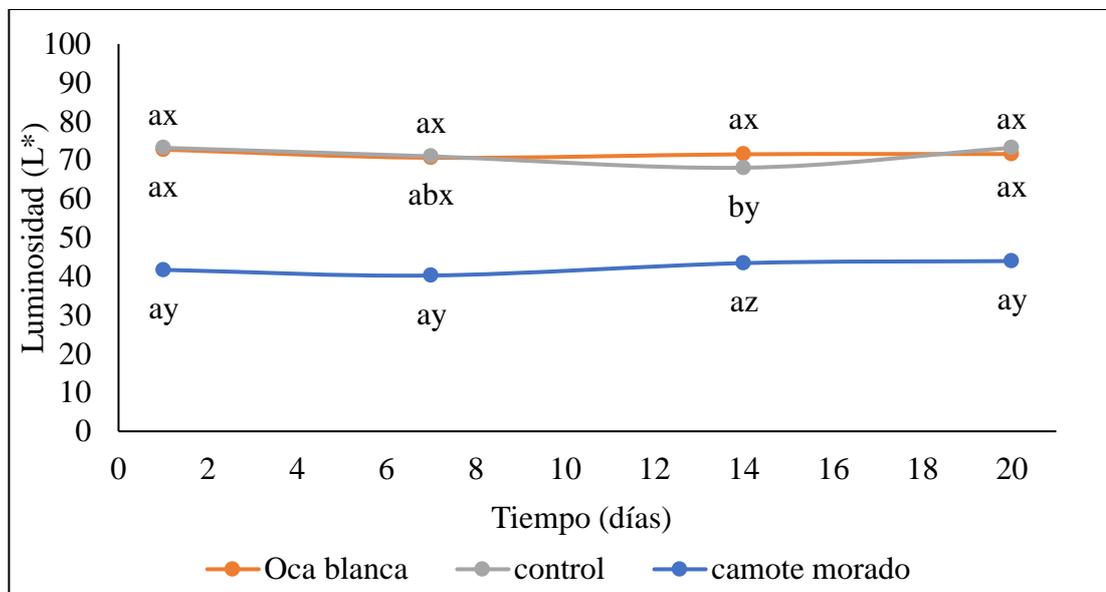


**Figura 8.** Evolución de actividad de agua ( $a_w$ ) en las diferentes galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes (a, b) muestran que existen diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes (x, y) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 Color

Los parámetros de color para las diferentes galletas se muestran en la Figura 9, los resultados muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Los valores de luminosidad  $L^*$  se encuentran en un rango de 40,23 a 73,20. La galleta de camote morado fue la más oscura, probablemente atribuible al alto contenido de azúcares y proteína, así como los efectos de la degradación de los componentes fenólicos, incluyendo la clorofila y sus derivados como antocianinas (cianidinas, pelargodinas y peonidinas), proantocianinas y carotenoides ( $\alpha$ - $\beta$ ) carotenos (Salazar et al., 2021). Además, Puma

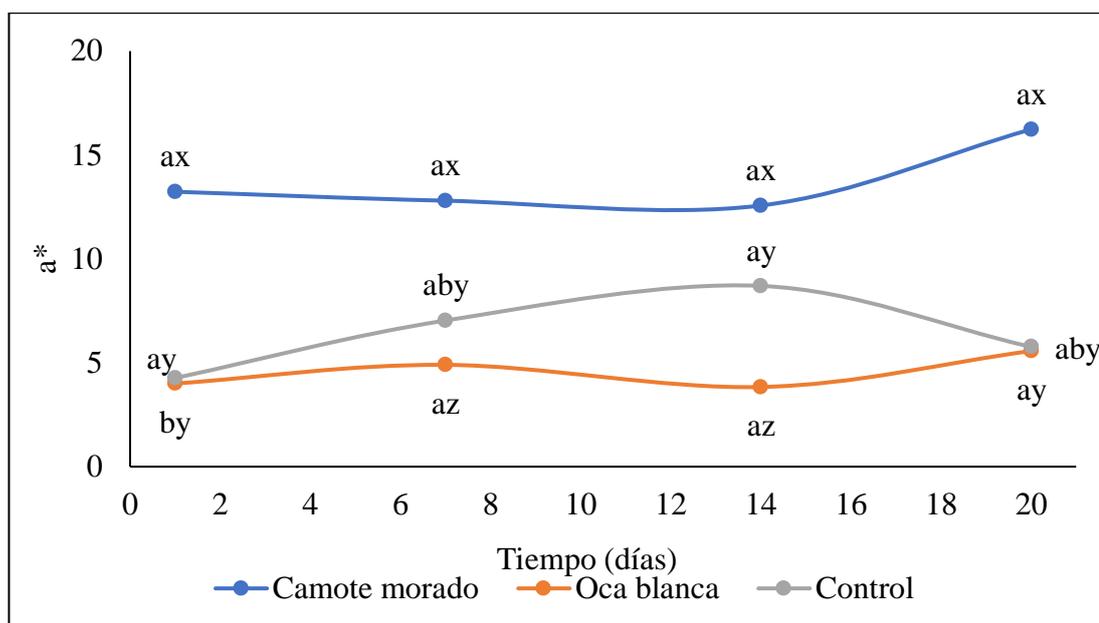
(2021) mencionó que la polifenoloxidasa se correlaciona significativamente con el parámetro  $L^*$ , que afectan las reacciones de Maillard y la caramelización. Por otro lado, las galletas control y oca blanca presentan valores con tendencia a tonos más blancos, se encuentran en un rango de 68,07 a 73,20, este resultado probablemente se atribuye a que la muestra control tiene una característica de color blanco y la oca blanca al exponerle al sol se torna amarillenta (Castañeta et al., 2022). Estos resultados son similares a lo expuesto por Madrid (2019) quien obtuvo un valor de 46,26 de  $L^*$  en galletas con mezcla de harina de oca y zapallo. Con respecto a la galleta de camote morado Vázquez et al. (2018) reportaron un valor de 51,21 de  $L^*$  en galletas suplementadas con harina de camote morado, de acuerdo a lo mencionado, los valores bajos en la luminosidad indican alto grado de oscurecimiento.



**Figura 9.** Evolución del parámetro de luminosidad ( $L^*$ ) de las galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes (a, b) muestran que existen diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes (x, y, z) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a las galletas de control, camote morado y oca blanca, en la Figura 10 se muestran los parámetros de tendencia a los colores rojos  $a^*$  durante los 20 días de almacenamiento, los resultados muestran diferencias ( $p < 0,05$ ). Los valores se encuentran en un rango entre 3,83 a 16,23, la muestra control y oca blanca muestran valores similares. En un estudio realizado por Madrid (2019) obtuvo un valor de 13,01

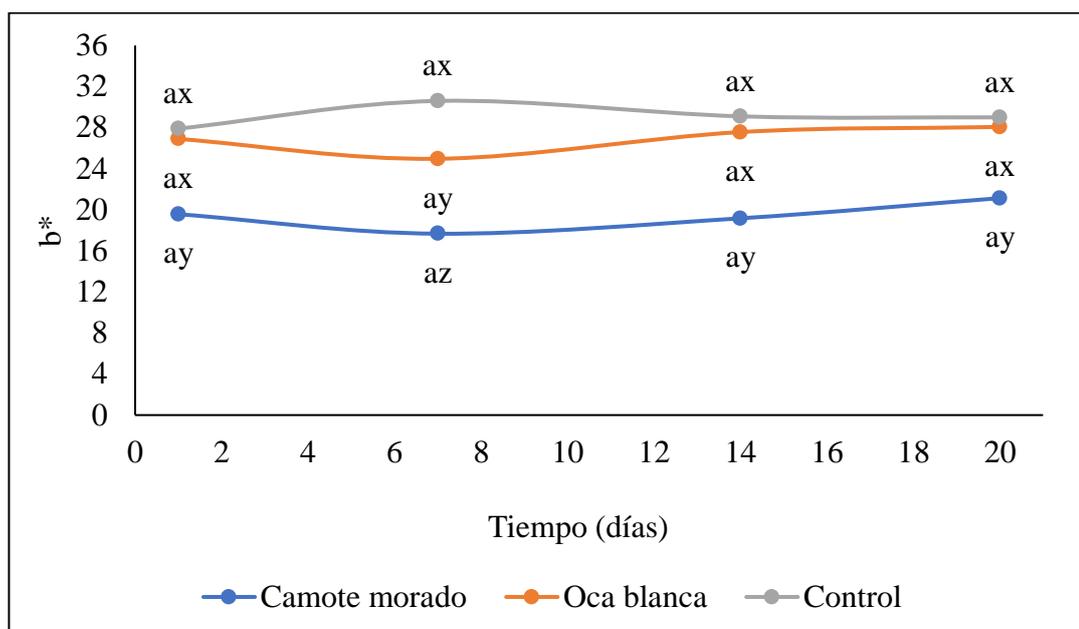
en el parámetro  $a^*$  en galletas elaboradas con mezcla de oca amarilla con zapallo, estos valores son cercanos al obtenido en esta investigación. Los valores más altos de  $a^*$  corresponden a la galleta de camote morado debido a la presencia de flavonoides, antocianinas y carotenoides según lo reportado por Salazar et al. (2021). Estos resultados son semejantes al de Moreno y Andahua (2020) con valores entre 12,67-17,56 en el parámetro  $a^*$  durante los 30 días de estudio en galletas con mezcla de harinas de maíz morado, pasta de camote morado y harina de algarrobo.



**Figura 10.** Evolución del parámetro de color rojo ( $a^*$ ) en las galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes (a, b) muestran que existen diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes (x, y, z) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a la tendencia a los tonos amarillos en las galletas desarrolladas se observaron tonalidades amarillas, atribuible posiblemente al contenido de flavonoides y carotenoides (Salazar et al., 2021). En la Figura 11 se muestran los parámetros de tendencia a los colores amarillos ( $b^*$ ) durante el tiempo de estudio, los resultados no muestran diferencias ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, existe diferencias ( $p < 0,05$ ) entre diferentes tratamientos en el mismo día de estudio. Las galletas control y oca blanca registraron los valores más altos para el parámetro  $b^*$ , debido a que las galletas muestran concordancia al color de los cultivos. Los resultados se encuentran dentro

del rango obtenido por Madrid (2019) que reporta valores de 26,62 en el parámetro  $b^*$  en galletas de harinas con mezcla de oca y zapallo. En cambio, la galleta de camote morado presenta valores inferiores entre 17,66-21,13, debido a que Vásquez et al. (2019) mencionan que el camote morado contiene antocianinas que son los pigmentos que dan la coloración morada a la harina y como consecuencia a la galleta, brindando diferente tonalidad a este tratamiento, estos valores se correlacionan con Moreno y Andahua (2020) en su estudio de galletas dulces elaborados con una mezcla de harina de maíz morado, pasta de camote morado y harina de algarroba en donde reportó 20,62 en tono amarillo.



**Figura 11.** Evolución del parámetro de color amarillo ( $b^*$ ) en las galletas durante 20 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones  $\pm$  desviación estándar. Letra (a) muestra que no existe diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento del mismo tratamiento ( $p > 0,05$ ). Letras diferentes (x, y, z) indican diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día ( $p < 0,05$ ).

### 3.3 Textura

Los valores de perfil de textura de las diferentes galletas se muestran en la Tabla 4, se observa que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los atributos de dureza, porcentaje de deformación y fracturabilidad. En los valores de dureza existe diferencia ( $p < 0,05$ ) entre todas las muestras, ya que se obtuvo valores entre 11,52 N y 16,33 N; en la galleta de camote morado se encontró un valor de dureza de 16,33 N siendo el

valor más alto en comparación a los demás tratamientos, para la galleta de oca blanca fue de 14,68 N mientras que para la galleta control fue 11,52 N. Molina (2021) encontró valores diferentes a lo reportado en este trabajo (28,8 N) de dureza en galletas suplementadas con harina de camote, así también, Madrid (2019) obtuvo valores diferentes con 22,17 N en galletas con mezcla de harinas de camote y zapallo, de la misma manera reportó 29 N en galletas con mezcla de harinas de oca y zapallo. Las diferencias de los valores obtenidos son atribuidos a que la textura de las galletas puede variar incluso dentro de las mismos tratamientos, esto ocurre principalmente por la humedad no uniforme en la distribución del producto, como consecuencia de esto los atributos como la fracturabilidad se ven afectados cuando el contenido de humedad aumenta (Maciel, 2019). Según Arias et al. (2020) la textura depende también de la cantidad de grasa que posea el producto.

En cuanto a la deformación no existe diferencias ( $p>0,05$ ). En los resultados, las galletas que mayores porcentajes de deformación obtuvieron fueron la de control con 27,25% y oca blanca con 24,85%.

En el parámetro de fracturabilidad existen diferencias ( $p<0,05$ ). Se obtuvo valores de fracturabilidad entre 11,52-16,33 N, estos valores son menores a lo reportado por Madrid (2019) quien obtuvo 22,17 N en galletas con mezcla de harinas de camote, oca y zapallo, sin embargo, Gavilánez (2017) obtuvo 29, 33 N en galletas con mezcla de harina de camote naranja. En los resultados obtenidos, se observa que la galleta control y galleta de oca blanca presentan comportamientos similares a diferencia de la galleta de camote morado que presenta mayor fracturabilidad.

**Tabla 4.** Perfil de textura de las galletas

<b>Muestra</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Deformación (%)</b>	<b>Fracturabilidad (N)</b>
<b>Galleta control</b>	11,52±23,33 <sup>a</sup>	27,25±7,00 <sup>a</sup>	11,52±23,33 <sup>a</sup>
<b>Galleta de camote morado</b>	16,33±6,36 <sup>c</sup>	16,00±1,41 <sup>a</sup>	16,33±6,36 <sup>c</sup>
<b>Galleta de oca blanca</b>	14,68±10,61 <sup>b</sup>	24,85±5,87 <sup>a</sup>	14,68±10,61 <sup>b</sup>

Los valores corresponden a la media de tres mediciones ± la desviación estándar. Los

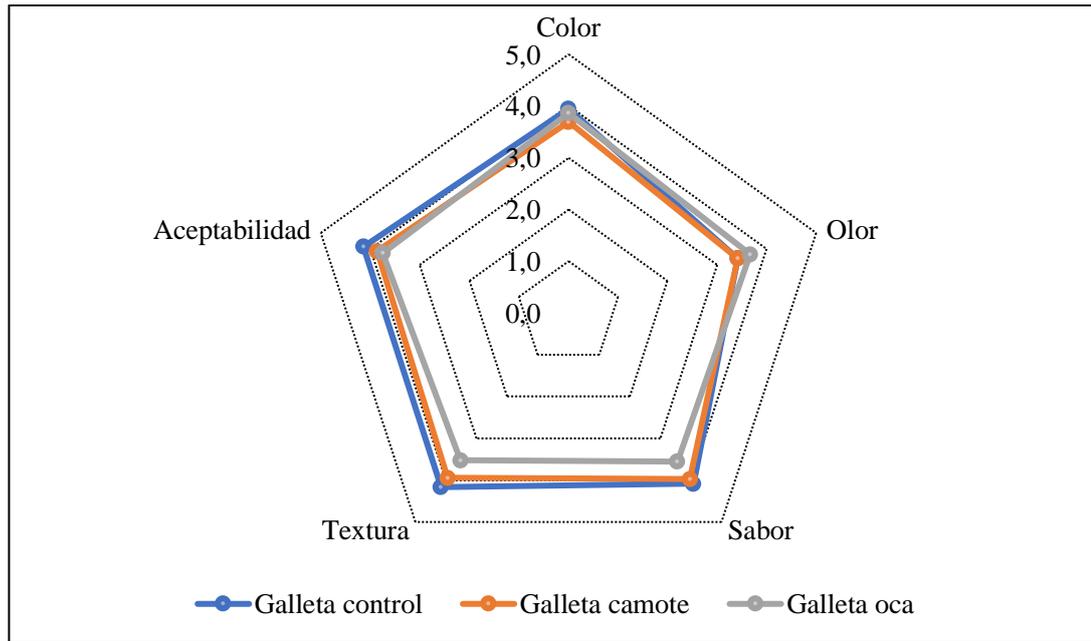
superíndices a, b y c indican diferencias significativas entre filas para cada parámetro ( $p < 0,05$ ).

### **3.4 Análisis sensorial**

Los resultados de la evaluación sensorial de las galletas dulces se muestran en la Figura 13. Todas las galletas fueron evaluadas para parámetros tales como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Todas las muestras fueron significativamente diferentes en los atributos de color y textura ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, la muestra control con harina de trigo obtuvo puntuaciones más altas que la galleta desarrollada con harinas de cultivos andinos, con un puntaje de 4, lo que equivale al parámetro gustó. No obstante, las galletas producidas con harina de cultivos andinos también exhibieron valores en promedio de 3,86 lo que se corresponde con el calificativo de gustó, lo que significa que desde el punto de vista sensorial los catadores encontraron las tres muestras sensorialmente aceptables, no se reportaron sabores o aromas desagradables en las galletas.

Los catadores encontraron diferencias significativas en la textura entre la galleta de camote morado y oca blanca, lo cual es confirmado con el análisis de perfil de textura, debido a su estructura poco uniforme, usualmente no fluyen frente a esfuerzos de presión, pero son frágiles y quebradizos (Rodríguez, 2018). La galleta que se encuentra más frágil corresponde a la formulación desarrollada con oca blanca.

En cuanto al parámetro de aceptabilidad después de la galleta control los jueces puntuaron a la galleta desarrollada con harina de camote morado como la más aceptada en sus parámetros sensoriales.



**Figura 12.** Evaluación sensorial de galletas

### 3.5 Verificación de hipótesis

#### Hipótesis nula ( $H_0$ )

La influencia de los cultivos andinos no afecta en las propiedades fisicoquímicas, de textura y sensoriales de las galletas dulces.

#### Hipótesis alternativa ( $H_1$ )

La influencia de los cultivos andinos si afecta en las propiedades fisicoquímicas, de textura y sensoriales de las galletas dulces.

Las evaluaciones de las galletas elaboradas con cultivos andinos permiten rechazar la hipótesis nula, debido a que las harinas de los dos cultivos andinos si influyeron en las propiedades fisicoquímicas, exhibiendo diferentes valores de humedad,  $a_w$ , pH y acidez, en cuanto a textura cada muestra presentó diferentes porcentajes de deformación, de igual manera, afectan las características del producto en el análisis sensorial.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El efecto de uso de cultivos andinos en galletas dulces es prometedor debido a su diferencia nutricional frente a un producto convencional, por lo que representan una fuente confiable para elaborar alimentos con mejor valor nutricional.
- Los resultados del estudio permitieron determinar las proporciones óptimas de harina de cultivos andinos. Las propiedades nutricionales de las harinas de cultivos andinos permiten obtener galletas dulces, especialmente las elaboradas con harina de camote morado
- Las propiedades fisicoquímicas aportan información en cuanto a la galleta que contenía harina de oca blanca, ya que muestra que la humedad incrementó durante los 20 días de evaluación, sin embargo, se confirmó que las harinas de los tubérculos andinos empleados se encontraban dentro de los límites establecidos por la norma INEN 2085:2005.
- En el análisis proximal, las galletas sobresalen en su contenido nutricional en la fibra dietética y energía que le pueden proporcionar al consumidor. Por otra parte, el contenido de azúcares y el tipo de carotenoides de este tubérculo incidieron en el color de la galleta de camote morado, así mismo, en la dureza al ser galletas más duras que el control.
- La evaluación sensorial permitió evaluar que la muestra que contenía harina de camote morado obtuvo una media superior en los valores de la aceptabilidad, siendo la mejor valorada entre los catadores después de la muestra control.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anduaem, A., Kebede, A., & Abadi, G. (2016). Development of pro-vitamin A and energy rich biscuits: Blending of orange-fleshed sweet potato (*Ipomea batatas* L.) with wheat (*Triticum vulgare*) flour and altering baking temperature and time. *African Journal of Food Science*, 10(6), 79-86.
- AOAC Official Methods of Analysis. Moisture in food, (1990).
- AOAC Official Methods of Analysis. Titratable acidity in food, (2010).
- Arbizu, C., & Tapia, M. (2015). La agricultura Andina, tubérculos andinos. *FAO*, 9.
- Arias, K., López, S., Holguín, L., & Flores, E. (2020). Aceptabilidad de galletas con diferentes concentraciones de harinas de quinua, plátano, avena y endulzantes. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN -1390-8103*, 11(1), 47-56.
- Armijos, G., Villacrés, E., Quelal, M. B., Cobeña, G., & Álvarez, J. (2020). Evaluación físico-química y funcional de siete variedades de camote provenientes de Manabí-Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(2).
- Avalos, P. (2021). *Fibra dietética de la avena (Avena sativa L.) y sus beneficios en la salud*. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Baguma, Y., Sun, C., Ahlandsberg, S., Mutisya, J., Palmqvist, S., Rubaihayo, P. R., & Jansson, C. (2003). Expression patterns of the gene encoding starch branching enzyme II in the storage roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Plant Science*, 164, 833-839.
- Benítez, C., & Villanueva, E. (2020). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Lentejas (*Cajanus cajan*) en la elaboración de galletas para aumentar su valor nutritivo. *Ingeniería de Industrias Alimentarias*, 146.
- Cabezas, A. (2018). *Elaboración y Evaluación Nutricional de Galletas con Quinua y Guayaba Deshidratada*. (Tesis de Posgrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Caiza, C. (2014). *Elaboración y valoración nutricional de tres productos alternativos a base de OCA (Oxalis tuberosa) para escolares del proyecto Runa Kawsay*. (Tesis Doctoral), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Cajavilca, V. (2022). *Calidad proteica y aceptabilidad de tres formulaciones de*

- galletas a base de granos andinos.* (Tesis Doctoral), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Calixto, Y., & Lazo, H. (2017). *Harina de oca (Oxalis tuberosa) como sustituto parcial de la harina de trigo para la elaboración de galleta edulcorada con stevia (Stevia rebaudina).* (Tesis Doctoral), UNHEVAL, Huánuco-Perú.
- Calle, J., Hernández, A., García, D., & Duarte, C. (2014). Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado. *Revista científica UNALM*, 34(200).
- Cañarte, E., Cobeña, G., Mendoza, A., Cárdenas, F. M., & Guzmán, A. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*, 1(50).
- Carhuallanqui, L., & Zapata, L. (2019). *Proceso de secado de la oca (oxalis tuberosa) en un secador rotatorio discontinuo.* (Thesis Doctoral), Universidad Nacional de Callao, Perú.
- Cartier, A., Woods, J., Sismour, E., Allen, J., Ford, E., & Githinji, L. (2017). Physiochemical, nutritional and antioxidant properties of fourteen Virginia-grown sweet potato varieties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(1332), 1342.
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, J. M. (2022). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, “oca” cultivados en Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 39(2), 18-29.
- Castrejón, L. (2019). *Elaboración de galletas con un edulcorante natural stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (Ananas comusus).* (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Castro, M., Palma, H. M., Heredia, E., Hernández, J., López, E., Serna, S., & Vargas, A. (2019). Characterization of a mixture of oca (*Oxalis tuberosa*) and oat extrudate flours: Antioxidant and physicochemical attributes. *Journal of Food Quality*, 2019.
- Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F. M., & Guzmán, Á. (2017). Manual técnico del cultivo de camote.
- Correa, L., Dioses, O., Mora, E., Delgado, F., & Valarezo, H. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces.

*Revista Alimentos Hoy*, 27(47), 49-63.

- De los Angeles, S. (2022). *Efecto sensorial, bromatológico y microbiológico de galletas a base de harina de camote (Ipomoea batata) y harina de ajonjolí (Sesamum indicum)*. (Tesis de Posgrado), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil-Ecuador.
- Dejo, F., & Lluén, M. (2019). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- Dyner, L., Cagnasso, C., Ferreyra, V., Martín de Portela, M., & Olivera Carrión, M. (2016). Contenido de calcio, fibra dietaria y fitatos en diversas harinas de tubérculos. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 50(3), 435-443.
- Fernández, A., & Rodríguez, E. (2007). *Etnobotánica del Perú Pre-Hispano*. In Vol. 1. *Herbarium Truxillense*.
- Gavilánez, J. (2017). *Galletas con base en concentraciones de harina de camote (Ipomoea batata l) y maíz (Zea mays) en el cantón Pichincha*. (Tesis de Posgrado), UTEQ, Quito-Ecuador.
- Gómez, M., Brites, C., Haro, M., Pedroza, R., Pérez, E., Bonastre, P., & Añón, C. (2007). *Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. In Vol. 1. *De tales harinas, tales panes* (pp. 243-249). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/17118>
- González, A. (2019). *Estudio del efecto de la adición de harina de alpiste sobre la calidad de galletas sin gluten*. (Tesis de Posgrado), Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Guizado, J., & Lago, L. (2019). *La gestión financiera en la generación del valor agregado de tubérculos andinos en las comunidades rurales del distrito de Ticlacayan-Pasco* (Tesis de Posgrado), Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú.
- Huang, S., Tsai, Y., & Chen, C. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Journal of Animal Sciences*, 24, 875-880.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN. Determinación de la ceniza, (2013).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN

2085. Galletas, Requisitos, (2005).
- Inungaray, M., Luisa, C., & Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, 2(3), 3.
- Jitngarmkusol, S., Hongsuwankul, J., & Tananuwong, K. (2008). Chemical compositions, functional properties, and microstructure of defatted macadamia flours. *Journal of Food Chemistry*, 11(24-32).
- Jung, D., Mu, T., & Sun, H. (2017). Sweet potato and potato residual flours as potential nutritional and healthy food material. *Journal of Integrative Agriculture*, 17, 2631-2645.
- Lim, T. (2016). Edible medicinal and non-medicinal plants. *Journal of Springer*, 10, 658.
- Maciel, Y. (2019). *Desarrollo de productos de baja humedad (galletitas tipo crackers) para consumidores celíacos*. (Tesis de Posgrado), Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
- Madrid, A. (2019). *Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de camote (Ipomoea batatas), harina de zapallo (Cucurbita maxima) y harina de oca (Oxalis tuberosa)*. (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
- Malice, M., Bizoux, J. P., Blas, R., & Baudoin, J. P. (2014). Genetic diversity of Andean tuber crop species in the in situ microcenter of Huanuco. *Journal of Crop science*, 50(1915), 1923.
- Martínez, N., Ruíz, O., Castillejos, G., Perales, A., & Pérez, A. L. G. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3).
- Méndez, A., & Delahaye, 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.
- Minemba, D., Gleeson, D. B., Veneklaas, E., & Ryan, M. H. (2019). Variation in morphological and physiological root traits and organic acid exudation of three sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars under seven phosphorus levels. *Journal of Scientia Horticulturae*, 6(256).
- Mohanraj, R., & Sivasankar, S. (2014). Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) - A Valuable Medicinal Food: A Review. *Journal of Medicinal Food*, 17, 733-741.

- Molina, M. (2021). *Rotary-moulded biscuits: understanding the effect of sugar concentration and wheat bran enrichment on key quality attributes to develop healthier options*. (Tesis Doctoral), Pontificia Universidad Católica de Chile Chile.
- Mollinedo, M., & Benavides, G. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 41, 2133.
- Morejon, E., & Santana, F. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, región Amazonas. *Revista de Industrial data*, 18(1), 84-90.
- Moreno, J., & Andahua, V. (2020). *Aceptabilidad y valor nutricional de galletas dulces saludables de harina de maíz morado (Zea mays), camote morado (Ipomoea batata) y algarrobo (Prosopis pallida)*. (Tesis de Posgrado), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú.
- Moscoe, L. J. (2016). *On-Farm Conservation and Diversity of the Andean Tuber Crop, Oca (Oxalis tuberosa Molina; Oxalidaceae)*. (Doctoral thesis), The University of Wisconsin-Madison, EE.UU.
- Mukerjea, R., & Robyt, J. F. (2005). Starch biosynthesis: the primer nonreducing-end mechanism versus the nonprimer reducing-end two-site insertion mechanism. *Journal of Carbohydrate Research*, 340, 245-254.
- Muñoz, L. (2016). *Obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas*. (Tesis de Pregrado), Espol, Guayaquil-Ecuador.
- Naula, S. (2021). *Evaluación nutricional de galletas integrales a base de quinua (chenopodium quinoa willd), camote amarillo (ipomoea batatas) y arazá (eugenia stipitata)*. (Tesis Doctoral), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil-Ecuador.
- Onodu, B. C., Culas, R. J., & Nwose, E. U. (2018). Facts about dietary fibre in cassava: Implication for diabetes' medical nutrition therapy. *Journal of Integrated Food, Nutrition and Metabolism*, 5(1-6).
- Orlandini, C. M. (2022). *Efecto de la adición de harina de arroz modificada mediante altas presiones hidrostáticas en la calidad del pan sin gluten*. (Tesis de Posgrado), Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Ortega, J. (2022). *Producción y comercialización de productos agrícolas orgánicos*

- de la asociación de productores “Producampo” en el cantón Montúfar provincia del Carchi. (Tesis de Grado), Universidad Técnica del Norte, Montufar-Ecuador.
- Palate, E. (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.* (Tesis de Grado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
- Paredes, Y. (2021). *Elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), lactosuero y almidón de papa (Solanum tuberosum).* (Tesis de Posgrado), Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca-Perú.
- Parlamento Europeo, C. d. l. u. E. (2006). Reglamento (CE) No 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 50, 16.
- Pineda, A. (2020). *Síndrome metabólico: una revisión bibliográfica en medicina occidental y medicina tradicional china.* (Tesis Doctoral), Instituto Politécnico Nacional, México.
- Puma, R. (2021). *Influencia del tratamiento térmico y antioxidantes sobre la inactivación de la polifenoloxidasa en el puré de palta (Persea americana Mill) variedad Hass.* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua-Perú.
- Quintana, J., Conde, C., & Pomares, K. C. (2021). Elaboración de alimento funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(1), 49-53.
- Ramírez, N. (2022). *Utilización de harina de camote toquecita (Ipomoea batatas L.) para la elaboración de pasta larga.* (Tesis de Posgrado), ESPOCH, Riobamba-Ecuador.
- Ramos, L. (2017). *Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica.* (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Arequipa, Perú.
- Rodríguez, D. (2018). Textura y Parámetros texturales de la galleta. *Innovation4food*.

- Recuperado de <https://innovation4food.wordpress.com/author/diegonovoa/>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. J. A. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *11*(9), 1693.
- Silva, I. C. (2021). Educación alimentaria: etiqueta nutrimental en alimentos. *Psic-Obesidad*, 7(25).
- Solíz, S. (2022). *Efecto sensorial, bromatológico y microbiológico de galletas a base de aarina de camote (Ipomoea batata) y harina de ajonjolí (Sesamum indicum)*. (Tesis de Posgrado), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil-Ecuador.
- Surco, F. A. (2014). *Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos : mashua (Tropaeolum tuberosum), oca (Oxalis tuberosa), olluco (Ullucus tuberosus) para su aplicación tecnológica*. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Torres, L., & Flores, I. (2018). *Desarrollo de una galleta dulce reducida en grasa y azúcar enriquecida con harina de amaranto*. (Tesis Doctoral), UTADEO, Bogotá-Colombia.
- Vásquez, E., Castañeda, L., & Rojas, K. (2019). *Determinación del contenido de antocianinas totales del camote morado (Ipomoea Batatas L.), provenientes de Virú y Chiclayo*. (Tesis de Posgrado), Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca-Perú.
- Vázquez, K., Quiñones, O., Trancoso, N., Pensabén, J., & Ochoa, L. A. (2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (Ipomoea batatas L.). *AGROProductividad*, 11(7), 113-120.
- Vélez, R. (2019). *Producción forrajera, composición química y ensilabilidad del follaje de tres variedades de camote (Ipomoea batatas, L.)*. (Tesis de Posgrado), ESPAM MFL, Manabí-Ecuador.
- Vera, D. J. (2017). *Elaboración de pan de molde sin gluten embolsado a base de harina de arroz (Oriza saliva) y harina papa (Solanum tuberosum) y uso de hidrocoloides*. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Callao, Perú.
- Vidal, A., Zaucedo, A., & Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote

- (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2).
- Villalva, M., & Inga, C. (2021). Saberes ancestrales gastronómicos y turismo cultural de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, 1(13), 129-142.
- Zegarra, S., Muñoz, A. M., & Ramos, F. (2019). Elaboración de un pan libre de gluten a base de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y evaluación de la aceptabilidad sensorial. *Revista chilena de nutrición*, 46(5), 561-570.
- Zhu, F., & Cui, R. (2020). Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *International journal of biological macromolecules*, 148, 601-607.

## ANEXOS



**Figura 13.** Elaboración de galletas



**Figura 14.** Desarrollo de análisis fisicoquímicos de las galletas

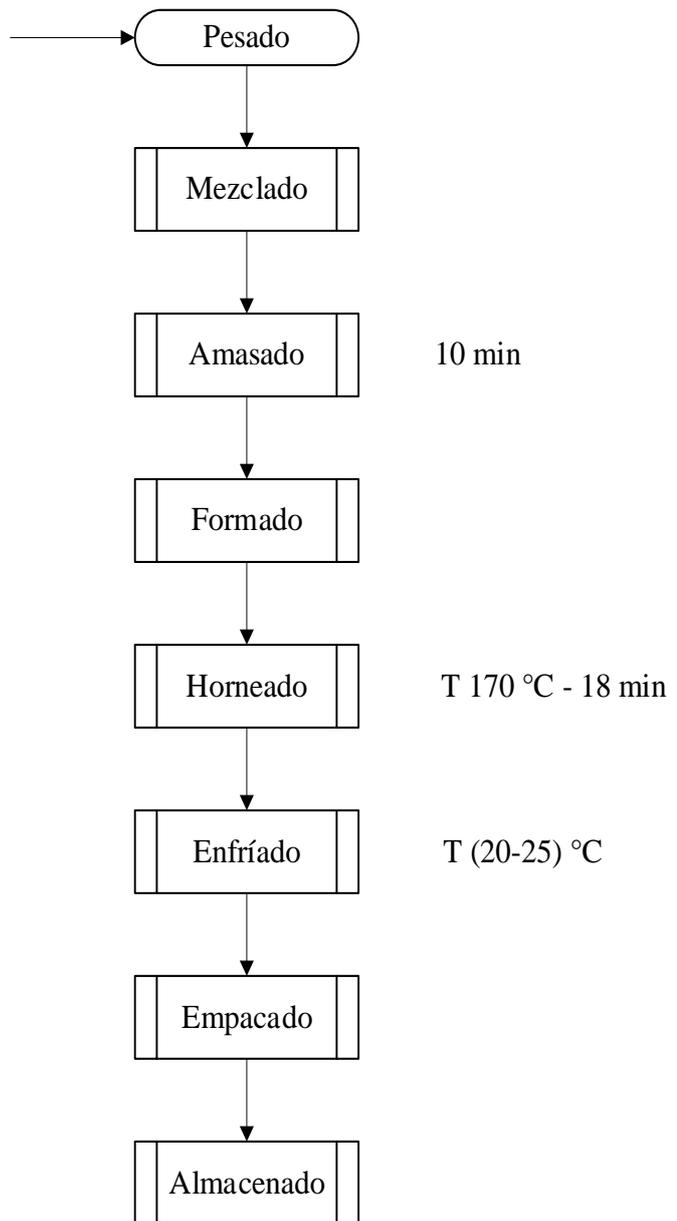


**Figura 15.** Desarrollo del análisis proximal de las galletas



**Figura 16.** Desarrollo de análisis de color y textura

Harina de trigo  
Harina de camote morado  
Harina de oca blanca  
Mantequilla  
Azúcar  
Huevos  
Polvo de hornear



**Figura 17.** Diagrama de proceso elaboración de galletas



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

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO 0000853

Certificado No: 22-163		R01-7.8 03
Solicitud N°: 22-163		Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 24 de noviembre de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 28 de noviembre al 05 de diciembre de 2022	
<b>Información del cliente:</b>		
Empresa:	C.I./RUC: 0504109596	
Representante: Elisa Toapanta	Tif: 0983054160	
Dirección: Ambato	E mail: ctoapanta9596@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato		
<b>Descripción de las muestras:</b>		
Producto: Galleta de camote morado; Galleta oca Blanca; Galleta de harina de Trigo	Vol.:	200g c/u
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Funda Plástica	
Lote: n/a	No de muestras:	Tres
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días	
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 23 de noviembre de 2022	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Galleta de harina de trigo	16322331	Blanco	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	10,7
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	17,9
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	11,2
Galleta de Camote Morado	16322332	Camote Morado	*Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	4,94
			*Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	22,2
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	15,4
Galleta de Oca Blanca	16322333	Oca Blanca	*Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	4,75
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	14,5
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	7,30

Conds. Ambientales: 20,5°C; 50,5%HR

Nota: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ing. Gladys Risueño  
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 05 de diciembre de 2022

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

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.



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](mailto:laconal@uta.edu.ec)

Figura 18. Resultados de grasa, proteína y fibra dietética elaborado en LACONAL

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS**  
**PROYECTO**

*"Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional"*

**HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Se le entregara 3 muestras identificadas con códigos alfa numéricos.
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Entre la evaluación de cada muestra por favor limpie su paladar con agua y/o alimento que se le entregue.

Característica	Escala	Muestras		
		Código 2020	Código 1997	Código 1006
<b>COLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>OLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>SABOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>TEXTURA</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

**Figura 19.** Ficha de cata