



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

Desarrollo de Muffins libres de gluten en base a harina de Oca Amarilla (*Oxalis tuberosa* Molina) y Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)

Informe Final del Trabajo de Titulación, opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título Ingeniera en Alimentos, otorgados 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. – Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.

Autor: Jessica Johanna Cruz Chimbo.

Tutor: Ph. D Diego Manolo Salazar Garcés.

Ambato - Ecuador

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ph.D Diego Manolo Salazar Garcés.

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, opción 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, 08 de enero del 2024.

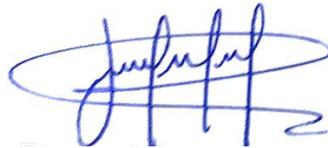
Ph. D Diego Manolo Salazar Garcés.

CI. 1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jessica Johanna Cruz Chimbo manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, opción proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Jessica Johanna Cruz Chimbo

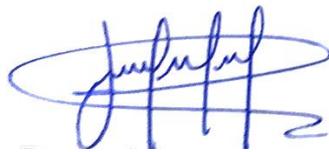
CI. 1850177773

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de el, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, 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.



Jessica Johanna Cruz Chimbo

CI. 1850177773

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, opción 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 consistencia firman:

Presidente del tribunal

Mg. Manoella Alejandra Sanchez Garnica

0604079871

Mg. Yoel Hernández Navarro.

1754821989

Ambato, 23 de enero de 2024.

DEDICATORIA

“Resonando con profunda gratitud, repletas de sentimientos, en el transcurso de un arduo y perseverante trayecto”

A Dios por ser la voz de aliento en mis desafíos, a ti mi gratitud eterna por bendecirme siempre. Tu luz ha calmado mis miedos y tormentos, guiando mi camino.

A mis padres, Manuel Cruz e Isabel Chimbo, pilares fundamentales en esta travesía. Su apoyo inquebrantable y sus palabras alentadores me impulsan a dar lo mejor de mí, en cada paso. Sus palabras “Se feliz y aquí siempre te apoyamos”, susurran en mi mente y corazón cada momento.

A mis amados hermanos Christian y Jonathan, por su constante presencia y por aplaudirme en mis victorias y refugio en mis vulnerabilidades.

A mi querida familia, por estar siempre apoyándome con un consejo para ser mejor cada día.

A mis amigos incondicionales por ser el apoyo en mi vida, tanto académica como personal, el regalo de Dios son los amigos que se convierten en familia.

Y como no, a mí, por resistir a todas las adversidades de la vida, por caer y levantarme con más fuerza para alcanzar todas las metas que me he planteado en el transcurso de mi vida académica y personal. Por siempre tener presente la frase que me planteé desde años atrás, el “no” no es una opción, es un obstáculo para superar los miedos.

Jessica Cruz.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme por el camino del bien y a la Virgen María, por cubrirme con su manto protector ante cualquier mal.

A mis padres, por ser ese apoyo emocional y económico a lo largo de mi vida estudiantil, les agradezco por proporcionarme las herramientas necesarias para cumplir mis metas.

A mis hermanos, abuelitos, tíos y primos, quienes han aligerado mi camino con su apoyo incondicional en cada paso que doy.

Expreso mi reconocimiento a mis docentes, quienes me han brindado valiosos consejos y cuyas enseñanzas han contribuido a la construcción de mi camino profesional. A mi tutor, Diego Salazar, le agradezco por ser la guía para este proyecto y por demostrarme que una sonrisa y serenidad pueden cambiar la perspectiva de los problemas.

Al Ing. Diego Silva y su empresa Don Pan, así como a sus colaboradores, les agradezco por su apoyo en el desarrollo de esta investigación y por sus palabras de aliento y perseverancia.

A mis amigos, desde el primer día de nuestra amistad, han sido incondicionales, calmando mis tristezas con una palabra o un abrazo. Sus risas, locuras y consejos han alegrado mi paso por las aulas.

A la vida, por colocar en mi camino tanto personas buenas como a aquellas que me enseñaron lecciones valiosas, permitiéndome establecer límites y discernir entre lo que considero correcto e incorrecto.

Con eterna gratitud, a cada uno de ustedes, por formar parte de la culminación de un capítulo más de mi vida.

Con todo mi amor y agradecimiento,

Jessica Cruz

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Antecedentes de la investigación	1
1.1. Cultivos andinos.....	1
1.2. Cultivos andinos del Ecuador.....	1
1.3. Oca Amarilla (<i>Oxalis tuberosa</i>)	2
1.3.1 Composición química y valor nutricional	4
1.3.2 Beneficios nutricionales	5
1.3.3 Usos y aplicaciones	5
1.4. Zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>).....	5
1.4.1 Composición química y valor nutricional	7
1.4.2 Beneficios nutricionales	8

1.4.3 Usos y aplicaciones	9
1.5. Muffins	9
1.6 Objetivos	10
1.6.1 Objetivo General	10
1.6.2 Objetivos Específicos.....	10
CAPÍTULO II	11
METODOLOGÍA	11
2.1 Determinación de la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de un producto de pastelería tipo muffin.....	11
2.1.1 Materia prima	11
2.1.2 Proceso de obtención de harina de oca amarilla (<i>Oxalis tuberosa</i>) y zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	11
2.1.3 Elaboración de muffins	11
2.1.4 Determinación de la mejor formulación	12
2.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado	12
2.2.1 Propiedades fisicoquímicas.....	12
Actividad de agua.....	12
Acidez titulable y pH	12
2.2.2 Composición proximal.....	13
Humedad	13
Proteína	13
Fibra	14
Grasa	16
Carbohidratos	16
Cenizas	17
2.2.3 Contenido energético	17

2.2.4 Textura	17
2.2.5 Color.....	18
2.2.6 Tamaño de alveolo	18
2.3 Evaluación de la calidad sensorial del muffin elaborado utilizando cultivos andinos infrutilizados.	18
2.3.1 Características sensoriales.....	18
2.3.2 Diseño experimental y análisis estadístico.....	18
CAPÍTULO III	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1. Determinación de la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de muffins.	19
3.2. Propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado	21
3.2.1. pH y acidez.....	21
3.2.2. Actividad de agua (a_w)	22
3.2.3. Composición proximal	23
3.2.4. Análisis de textura de los muffins elaborados.....	27
3.2.5. Tamaño de alveolo	30
3.2.6. Evolución de pH, acidez y color durante el almacenamiento	31
3.3. Análisis sensorial	37
CAPÍTULO IV	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
4.1 Conclusiones	39
4.2 Recomendaciones.....	40
MATERIAL DE REFERENCIA.....	41
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional de la oca amarilla en relación a 100 g.....	4
Tabla 2. Valor nutricional de la zanahoria blanca en 100 g.....	8
Tabla 3. Capacidad de las mezclas de harinas para formar un producto esponjoso .	20
Tabla 4. Análisis proximal de las muestras de muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca	27
Tabla 5. Parámetros de textura de los muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca.....	30
Tabla 6. Tamaño de alveolos de las diferentes muestras de muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Oca Amarilla (<i>Oxalis tuberosa</i>).	2
Figura 2. Mapa delimitado con las provincias productoras de oca amarilla del Ecuador.	3
Figura 3. Zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>).	6
Figura 4. Mapa delimitado con las provincias productoras de zanahoria blanca del Ecuador.	7
Figura 5. Índice de aceptabilidad (IA) de las diferentes muestras de muffins.	21
Figura 6. Muffins de cultivos andinos elaborados; A (control), B (oca amarilla) y C (zanahoria blanca).	28
Figura 7. Evolución de pH en las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).	32
Figura 8. Evolución de acidez en las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).	33
Figura 9. Evolución del parámetro de luminosidad (L^*) en la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).	34
Figura 10. Evolución del parámetro b^* (amarillo/azul) en la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$),	

letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).	35
Figura 11. Evolución del parámetro a^* (rojo) la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).	37
Figura 12. Índice de aceptabilidad de los muffins elaborados.....	38
Figura 13. Análisis sensorial de los muffins elaborados.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención y elaboración de muffins de oca amarilla y zanahoria blanca y control.	50
Anexo 2. Análisis realizados de los muffins de oca amarilla, zanahoria blanca y control.	52
Anexo 3. Resultados LACONAL de muffin de oca amarilla.	56
Anexo 4. Resultados LACONAL de muffin de zanahoria blanca.	57
Anexo 5. Resultados LACONAL de muffin de control- trigo.	58
Anexo 6. Hoja de catación para el análisis sensorial de los muffins (día 1).	59
Anexo 7. Hoja de catación para el análisis sensorial de los muffins (día 2).	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1)	13
Ecuación (2)	13
Ecuación (3)	14
Ecuación (4)	14
Ecuación (5)	15
Ecuación (6)	15
Ecuación (7)	16
Ecuación (8)	16
Ecuación (9)	17

RESUMEN EJECUTIVO

Los consumidores en la actualidad buscan alimentos con mejor valor nutritivo, reducidos en grasas, azúcares y sal. En este sentido, la industria de panificación y pastelería ha centrado sus esfuerzos en el desarrollo de nuevas alternativas de alimentos más saludables, que puedan sustituir productos que se producen de manera tradicional. En este grupo se encuentran los cultivos andinos como la oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) que destacan por sus propiedades nutricionales como un alto contenido de fibra, vitaminas, y minerales, además de ser una fuente libre de gluten.

En este estudio se desarrolló 2 tipos de muffins: el primero se utilizó harina de oca amarilla y otro con harina de zanahoria blanca conjuntamente de un control de harina de trigo, además se utilizó como fase líquida huevo, yogur, aceite, azúcar, polvo de hornear. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, textura y análisis sensorial.

El análisis proximal mostró diferencias significativas entre las muestras, los muffins son ricos en fibra y carbohidratos totales, mientras que la actividad de agua, humedad y cenizas son altas, cabe recalcar que el contenido de proteína en los muffins fue bajo, posiblemente a la naturaleza de los cultivos. La textura de los muffins se evaluó mediante la dureza, cohesividad, adhesividad, masticalibilidad y elasticidad, presentando variación debido a la presencia o ausencia de gluten, asimismo el tamaño de alveolos mostró una relación directa con estos parámetros, en cuanto al análisis sensorial los catadores expresaron una alta aceptabilidad de los muffins en apariencia, color, sabor y olor.

Palabras claves: alimentos libres de gluten, productos de pastelería, cultivos andinos, tubérculos andinos, harinas no convencionales, muffins, oca amarilla y zanahoria blanca.

ABSTRACT

Today, consumers are looking for foods with better nutritional value and reduced fat, sugar, and salt contents. In this sense, the bakery and confectionery industries have focused their efforts on the development of new, healthier food alternatives that can replace traditionally produced products. In this group, Andean crops such as yellow goose (*Oxalis tuberosa*) and white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) stand out for their nutritional properties, such as a high content of fiber, vitamins, and minerals, in addition to be a gluten-free source.

In this study, muffins were developed from yellow goose and white carrot flour. Two types of muffins were prepared: the first was made with yellow goose flour and the other with white carrot flour together with a wheat flour control; egg, yogurt, oil, sugar, and baking powder were also used as the liquid phase. Physicochemical and nutritional properties, texture, and sensory properties were also evaluated.

Proximal analysis showed significant differences between the samples: the muffins were rich in fiber and total carbohydrates, whereas aw, moisture, and ash were high. It should be noted that the protein content of the muffins was low, possibly because of the nature of the crops. The texture of the muffins was evaluated in terms of hardness, cohesiveness, adhesiveness, mastication, and elasticity, presenting variation due to the presence or absence of gluten. Similarly, the size of the cells showed a direct relationship with these parameters. As for sensory analysis, the tasters expressed a high acceptability of the muffins in appearance, color, flavor, and smell.

Key words: gluten-free foods, bakery products, Andean crops, Andean tubers, non-conventional flours, muffins, yellow goose and white carrot.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la investigación

1.1. Cultivos andinos

Los cultivos andinos son considerados como fuentes de nutrientes de origen vegetal, ricos en fibra, carbohidratos de bajo índice glicémico, componentes antioxidantes, con propiedades desinflamatorias e inclusive con algunas características medicinales (Ponce, 2014). Entre las principales características medicinales se encuentran mejorar la salud digestiva, propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, evitan el estrés y comúnmente para combatir problemas digestivos (Leidi et al., 2018). Por otro lado, los cultivos andinos han sido domesticados y consumidos por las poblaciones indígenas durante mucho tiempo como fuente principal de la alimentación diaria debido al valor nutricional que estos poseen, son fuentes principales de fibra, proteína, aminoácidos, minerales (Ca, Mg, P, K) y vitaminas (C, B1, B2, B3) (Pacheco, Hernández-Hernández, Moreno y Villamiel, 2020). A pesar del valor nutritivo que en estos cultivos se puede encontrar, su consumo se ha reducido considerablemente debido a la falta de promoción, desconocimiento, o inclusive debido a que se han perdido completamente ya que las nuevas generaciones los desconocen (Jacobsen, Mujica y Ortiz, 2003).

1.2. Cultivos andinos del Ecuador

Ecuador es uno de los 10 países más biodiversos del planeta, entre su diversidad de plantas, se encuentran los cultivos andinos, probablemente por su ubicación geográfica (Batlle, 2023). Los pueblos indígenas domesticaron algunos cultivos como la papa (*Solanum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz suave (*Zea mays*) (Basantes, Aragón y Albuja, 2022). Sin embargo, cultivos como la oca (*Oxalis tuberosa*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), camote (*Ipomea Batatas*) y la mashua (*Tropaelum tuberosum*) han sido relegados debido a la baja rentabilidad por el escaso consumo que estos tienen (Basantes et al., 2022). El aporte nutricional de estos tubérculos es muy significativo, tienen un alto porcentaje de almidón (65-85% de su peso seco), minerales (Fe, Ca, K, Mg, Zn), sustancias

químicas (alcaloides, antioxidantes, entre otros) y vitaminas (vitamina C, A, vitamina del complejo B) (Ocaña, 2019). El almidón que se encuentra en estos cultivos es considerado como una fuente para el mejoramiento de productos en la industria alimentaria, específicamente en el área de panificación o pastelería, ya que debido a sus propiedades tecnológicas como la capacidad de hinchamiento ayuda a mejorar la textura, características organolépticas y estabilidad de los productos que con ellos se produce (Velásquez-Barreto y Velezmoro, 2018).

1.3. Oca Amarilla (*Oxalis tuberosa*)

Es un tubérculo que se encuentra o se produce en toda la cordillera andina, crece entre los 3000-4000 msnm en su gran mayoría, sin embargo, puede crecer en el piso climático frío. Las características físicas del tubérculo son: color amarillo, epidermis delgada y diferente morfología (Figura 1) (Acebey, 2018). Otro aspecto crucial es el efecto de la exposición del tubérculo al sol para conseguir un “endulzamiento” natural. Además, debido a esta exposición la humedad disminuye, lo que tiene un impacto en el contenido de carotenos, tiamina, vitamina C, niacina, fósforo y sobre todo fibra. Estos valores son notablemente superiores a los que se encuentran en el trigo, que es una materia prima tradicional para la producción de productos de panadería y pastelería (Baquerizo, 2023).



Figura 1. Oca Amarilla (*Oxalis tuberosa*).

Este tubérculo es considerado uno de los más antiguos de la historia, su origen se remonta a las regiones de Puno y Cusco que se ubican en Perú. La gran variedad de especies y su morfología diversa han contribuido a su amplia distribución en toda

Sudamérica, con una historia que se remonta aproximadamente a 8000 años atrás (Pérez, 2019).

La oca formaba parte fundamental de la dieta diaria de los Incas desde hace mucho tiempo, sin embargo, con el paso de los años, perdió relevancia en comparación con la papa debido a la rentabilidad que esta presenta en comparación con la oca. Actualmente, su cultivo en Europa es limitado, aunque fue introducido hace décadas, en 1860 se empezó a cultivar en Nueva Zelanda, donde fue aceptado de manera positiva por los consumidores. Un aspecto relevante es su adaptación al clima de las costas de dicho país (clima templado) (Glorio, Bello-Pérez, Salas y Buleje, 2009). Por otro lado, uno de los aspectos negativos en este tubérculo es el desconocimiento por parte de los consumidores de las propiedades nutricionales, dando como consecuencia que la producción sea mínima, ya que el consumo es prácticamente interno, en los pueblos ancestrales, es sembrada por lo general como cultivo de rotación al cultivo de la papa (Pacheco et al., 2020).

En Ecuador la producción de oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) se centra en: Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua, (Figura 2), en este sentido las provincias con mayor producción: Tungurahua y Cotopaxi (Coello, 2021). El rendimiento de producción es de 2 toneladas por hectárea, sin embargo, hay ocasiones que su producción es de 15 a 28 tn/ ha, con fines experimentales (Villacrés, Quelal y Álvarez, 2020).



Figura 2. Mapa delimitado con las provincias productoras de oca amarilla del Ecuador.

1.3.1 Composición química y valor nutricional

En la Tabla 1 se presenta la composición nutricional de la oca según lo reportado por Santillán, Moreno, Martínez-Monzó y García-Segovia (2016). La oca al ser comparada con otros tubérculos, raíces tuberosas, rizomas, su contenido energético supera al de la papa china en 30 %, y su concentración de almidón oscila entre el 55-60 % en peso seco, valor similar al de la papa. Además, se considera una fuente de fibra dietética con un porcentaje de 4,60, junto con otros compuestos como calcio, hierro, riboflavina y ácido ascórbico, que tienen un porcentaje mayor que en productos de consumo cotidiano como el maíz, arroz y papas (Zhu y Cui, 2020). Finalmente, en su composición se encuentran carotenoides (2 a 25 μg de β -caroteno /g de peso fresco), responsables de su pigmentación natural (Goicochea, Carolim y Teodoro, 2021) y presenta actividad antioxidante (89,56% μmol de trolox/100 g) (Ore , Muñoz, Ruiz y Corilla, 2022).

Tabla 1

Valor nutricional de la oca amarilla en relación a 100 g

Propiedad	Contenido
Carbohidratos (%)	11-22
Humedad (%)	70-80
Proteína (%)	9
Fibra (%)	1
Grasa (%)	1
Cenizas (%)	1
Calcio (mg)	22
Hierro (mg)	1,6
Fósforo (mg)	36
Vitamina A (μg)	1,26
Vitamina B1 (mg)	0,05
Vitamina C (mg)	38,40
Niacina (mg)	0,43

Fuente: Santillán et al. (2016).

1.3.2 Beneficios nutricionales

Los antioxidantes que se encuentran en este tubérculo pueden desempeñar un papel crucial en la prevención de diversas enfermedades, tales como el cáncer, el colesterol elevado y enfermedades cardíacas, entre otras (Mariaca, Zapata y Uribe, 2016). Además, su bajo índice glucémico contribuye a mantener una buena salud para quienes lo consumen (Goicochea et al., 2021).

Cuando se trata de la oca y su potencial antioxidante (69 a 320 $\mu\text{gTE/g}$ de peso fresco), este aspecto cobra gran relevancia debido a que estos niveles son elevados en comparación con otras materias primas, como el olluco o melloco. La oca exhibe un contenido de compuestos fenólicos superiores al 1,2 mg GAE/ g de peso seco, además, presenta valores únicos en otros compuestos como antocianinas (0,14- 1,3 mg/g de peso fresco y carotenoides (2 a 25 μg de β -caroteno/g de peso fresco). Estos hallazgos respaldan la consideración de la oca como un alimento funcional por presentar valores superior a otras materias primas con similares características (Goicochea et al., 2021).

1.3.3 Usos y aplicaciones

La oca amarilla es utilizada principalmente en la transformación a harina para el desarrollo de diferentes aplicaciones alimentarias como purés, sopas, zumos, productos para pastelería, cupcakes, entre otros (Luziatelli et al., 2023). Además, el consumo de los tubérculos sin procesar es parte de la dieta de las comunidades andinas, se consume en forma cocida para formar parte del plato como sustituto de otro producto como las papas (Ore Areche, Aguirre Huayhua y Ticsihua Huaman, 2020). Debido a las propiedades tecnológicas ha sido utilizado en el desarrollo de productos como magdalenas sin gluten (Salazar, Arancibia, Silva, López-Caballero y Montero, 2021). Así también en la elaboración de pan con una sustitución del 12% le brinda una aceptabilidad por parte de los consumidores, ya que presentan características aceptables como el color y sabor a un pan común (Gonzalez-Cervantes, Palma-Rodríguez, Hernandez-Uribe, Guzman-Ortiz y Vargas-Torres, 2020).

1.4. Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

La zanahoria blanca es un tubérculo con características muy similares a las de la oca, ya que se produce en regiones frías, en altitudes de aproximadamente 2000-3000 msnm, tiene características físicas como su coloración blanca cremosa, su epidermis

semidura y la forma de un cono invertido (Figura 3). Además, su contenido de almidón es elevado (63,72 %), valor que supera a otras materias primas como los cereales trigo y centeno, mientras que su contenido de proteínas (0,7g /100 g) y grasas (0,3 g / 100 g) es relativamente bajo (Quilapanta, Dávila, Vásquez y Frutos, 2018). Este cultivo es conocido como uno de los tubérculos más antiguos, incluso anterior a la domesticación de la papa, a pesar de su antigüedad su consumo es limitado, lo que se traduce en una baja producción que conlleva a un limitado consumo y por lo tanto es considerado como un producto "subutilizado" y desaprovechado (Castanha, Villar, Matta, Anjos y Augusto, 2018).



Figura 3. Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

Es reconocido como un tubérculo antiguo en la región andina, con una historia que se remonta aproximadamente 3000 años atrás, a la par del maíz, el cultivo de la zanahoria blanca o también llamada arracacha comenzó a desarrollarse en la época preincaica ya que hallazgos arqueológicos indican la presencia de arracacha en tumbas de la época (Mazón, Castillo, Hermann y Espinosa, 1996).

La siembra de la zanahoria blanca se lleva a cabo en el callejón interandino, siendo Ecuador, Colombia y Perú algunos de los países donde se cultiva, además la adaptación única de la zanahoria blanca la convierte en un producto de alto valor económico en estas regiones, y se espera que su producción continúe en aumento en el futuro (Morillo, Madeira y Jaimez, 2020). A pesar de su creciente importancia, todavía existe una falta de información detallada sobre su biología y sus características principales (Pacheco et al., 2020). La producción de zanahoria blanca en Ecuador se concentra principalmente en las provincias de Pichincha, Loja, El Oro, Imbabura y

Tungurahua (Figura 4). Es importante destacar que la provincia líder en la producción de este tubérculo es Pichincha con una producción entre 12000 y 24000 toneladas por año (Chaali, Ouazaa, Jaramillo-Barrios, Carrillo y Pedraza, 2020). Además, es notable que la zanahoria blanca goza de una mayor demanda por parte de los consumidores en comparación con la oca, el rendimiento es de 6 a 15 toneladas por hectárea (EAMI, 2021). Sin embargo, su consumo no se compara con el de otros productos, como la papa, la yuca y la zanahoria naranja, que se consume alrededor de 30 kg al año por persona (April, Deaconu, Cole y Batal, 2023). Esta tendencia posiblemente se debe a que las personas no están completamente informadas acerca de sus propiedades, al igual que ocurre con los cultivos andinos en general (Villacrés et al., 2020).



Figura 4. Mapa delimitado con las provincias productoras de zanahoria blanca del Ecuador.

1.4.1 Composición química y valor nutricional

La zanahoria blanca ofrece un significativo aporte nutricional en la dieta de las personas. En la Tabla 2, se muestra la composición proximal de este tubérculo en base a lo reportado por Bhandari et al. (2023). Entre las propiedades más significativas están el alto contenido de provitamina A, hierro, potasio, fósforo y vitamina C. Asimismo, se encuentra niveles adecuados de vitamina B3 (3,45 mg) y ácido ascórbico (23 mg) (Bhandari et al., 2023). Además, se distingue por la presencia de otros compuestos como carbohidratos, antocianinas, carotenoides, compuestos fenólicos (ácido clorogénico, flavonoides), fibra y minerales (K, P, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu) (Pacheco et al., 2020; Villacrés et al., 2020).

Tabla 2

Valor nutricional de la zanahoria blanca en 100 g

Propiedad	Contenido
Carbohidratos (g)	24,9
Humedad (%)	70-80
Proteína (g)	0,96
Fibra (g)	0,85
Grasa (g)	0,26
Cenizas (%)	1
Calcio (mg)	65
Hierro (mg)	9,5
Magnesio (mg)	64
Vitamina C (mg)	23
Vitamina B3 (mg)	3,45
Vitamina B1 (mg)	0,08
Vitamina A (µg)	44
Vitamina B2 (mg)	0,04
Vitamina B6 (mg)	0,03

Fuente: Bhandari et al. (2023).

1.4.2 Beneficios nutricionales

Los estudios en zanahoria blanca han mostrado una mayor actividad antioxidante (2.98 mg TE/ g), mientras que el índice glicémico es menor muy similar al de la oca, ayudando así a los consumidores en su salud, especialmente quienes padecen de enfermedades como la diabetes que requieren alimentos con bajo índice glicémico (Alvariño, Cannella, Laxalde, Nuñez y Solsona, 2020). Por otro lado, coadyuvan para el fortalecimiento de huesos para prevenir enfermedades como la osteoporosis y osteopenia (Leidi et al., 2018). Además, el compuesto fenólico que predomina es el ácido clorogénico, que se deriva del p-cumárico y ácido cafeico, estos compuestos tiene propiedades diuréticas y antisépticas, también contienen saponinas con propiedades anticancerígenas y antiolesterol (Memariani, Farzaei, Ali y Momtaz, 2020).

1.4.3 Usos y aplicaciones

Uno de los mayores usos que presenta la zanahoria blanca es su uso en el ámbito culinario para la preparación de sopas, tortillas, entre otros. Asimismo, este cultivo se usa también para la transformación en harina, chips, tortillas y purés (Luziatelli, Sørensen y Jacobsen, 2020). La harina de zanahoria blanca se ha usado en la sustitución de la harina de maíz y harina de brotes (centeno y trigo) para la elaboración de galletas semidulces, los resultados mostraron una mejor textura y sabor (Gassi et al., 2016). Otro uso de la harina de zanahoria blanca es en la sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de pan, para lograr un valor agregado, logrando obtener características necesarias para la aceptabilidad de las mismas (Cobo, Quiroz y Santacruz, 2013).

Uno de los principales procesos en los que las harinas de cultivos andinos se puede aplicar es la repostería, que es una de las ramas de la panificación en la que se elabora una amplia variedad de dulces y pasteles, con el uso de diversos ingredientes (Šmídová y Rysová, 2022). La selección de la materia prima es diversa, ya que depende de las preferencias de los consumidores y productores. Lo más crucial en este proceso es garantizar la satisfacción del consumidor, y en la actualidad, se destaca el uso de ingredientes no convencionales, como pseudocereales, tubérculos, vegetales y cultivos andinos (Báez, 2014).

1.5. Muffins

Es un producto en el que para su producción se combina ingredientes como harinas de diferente tipo, huevos, aceite, leche, yogurt, entre otros (Mohammadi, Salami, Yarmand, Emam-Djomeh y McClements, 2022). La harina se destaca como el componente fundamental para dar forma a una masa, ya sea dulce o salada, la naturaleza de esta masa depende de la elección de la materia prima utilizada en su elaboración (Alemán et al., 2023). Estos productos se caracterizan por su tamaño reducido y su peculiar forma superior, semejante a la de un hongo y la parte inferior como un cilindro (Ali, Shaikh, Mehfooz y Hasnain, 2023). Tras el proceso de horneado, su masa adquiere una textura esponjosa y consistente, el consumo de estos productos está ampliamente difundido en Estados Unidos y Europa (Gao, Brennan, Mason y Brennan, 2016), sin embargo, han ganado popularidad en otros países debido a la diversidad de sabores, texturas y formas. Para la elaboración de muffins, la harina

en su gran mayoría es de origen vegetal, tradicionalmente de trigo, sin embargo, se puede realizar con tubérculos, cereales, raíces no convencionales, con la única condición de que presenten las características organolépticas descritas en la NTE INEN 3084 (2015). En este sentido es importante destacar que en su gran mayoría los productos de pastelería y panificación utilizan harina de trigo, cuyo componente principal es el gluten, lo que conlleva a una problemática ya que existe un porcentaje de población que es celiaca, lo que significa que es intolerante al gluten y otro grupo de personas que son alérgica al gluten (Montealegre, Celada, Bastida y Sánchez-Muniz, 2018; Ortiz, Valenzuela y Lucero Alvarez, 2017). De ahí que el desarrollo de alimentos para esta población es un reto tanto tecnológico como nutricional.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Desarrollar un producto de pastelería tipo muffins utilizando cultivos andinos infrautilizados como la oca amarilla (*Oxalis tuberosa* Molina) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft).

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de un producto de pastelería tipo muffin.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado.
- Evaluar la calidad sensorial del muffin elaborado utilizando cultivos andinos infrautilizados.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Determinación de la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de un producto de pastelería tipo muffin

2.1.1 Materia prima

Las harinas empleadas en la elaboración de los muffins corresponden a las procesadas dentro del marco del proyecto de investigación identificado como “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional”, aprobado con la Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.

2.1.2 Proceso de obtención de harina de oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

La obtención de harinas de cultivos andinos se desarrolló en base a la metodología descrita por Salazar, et al. (2021). La oca amarilla previo a la obtención de harinas tuvo un proceso de endulzamiento por exposición al sol durante 5 días. La zanahoria blanca y oca amarilla en buen estado y que cuenten con condiciones aceptables, sin golpes ni podridas fueron seleccionadas, además se lavó con agua y se eliminó todo tipo de impurezas con un cepillo, una vez limpias se pelaron y rebanaron en un espesor de 3 mm de manera uniforme, posteriormente se secó a una temperatura de 60 °C durante 8 horas en un secador convectivo (Gander MTN, Sain Paul, MN, EE. UU). Finalmente, las rebanadas deshidratadas se molieron en un molino (DAEWOO DCG362) hasta obtener un polvo fino, se envasó herméticamente y se almacenó a temperatura ambiente (~20 °C) hasta su posterior uso.

2.1.3 Elaboración de muffins

Para la fabricación de los muffins se mezclaron la harina, azúcar, huevos, aceite, yogur y polvo de hornear en un procesador de alimentos (Thermomix TM, Wuppertal, Alemania), durante 3 minutos a alta velocidad asegurándose que se hayan mezclado correctamente todos los ingredientes. Se dividió en porciones de 15 g cada una, se colocó en moldes y se horneó (horno American A6, Riobamba, Ecuador) durante 11 minutos a una temperatura de 200 °C. Una vez finalizado el horneado, se esperó que

se enfríe aproximadamente 60 minutos a temperatura ambiente y se envasó en bolsas termoselladas para su posterior análisis (Silva, 2019).

2.1.4 Determinación de la mejor formulación

Para determinar la mejor formulación se utilizó dos porcentajes por cada harina (35 % y 45 %) y una fase líquida que consistió de yogur, aceite, huevos, azúcar y polvo de hornear, los valores de referencia se tomaron del estudio de Silva (2019). Se seleccionó la mejor formulación mediante una evaluación cualitativa sensorial y la aplicación del índice de aceptabilidad (IA), la escala de valoración fue: 5= me gusta y 1= no me gusta, los valores superiores al 70% de IA indicaron que los jueces aceptaron el producto (Dutcosky, 2011b). Los resultados permitieron la determinación de los muffins que cumplieron con el requerimiento de un IA mayor al 70% para que sean evaluados.

2.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado

2.2.1 Propiedades fisicoquímicas

Actividad de agua

La a_w (actividad de agua) se determinó por medio de un medidor de actividad acuosa (AQUALAB serie 4te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU), mediante el método de punto de rocío detallado en la normativa ISO 18747 (2017). Las mediciones se realizaron por triplicado.

Acidez titulable y pH

El pH de los muffins se evaluó usando un pH-metro digital (FISHER SCIENTIFIC, AB200, EE.UU.) en base a la metodología descrita en la normativa AOAC 981.12 (AOAC, 2005). Por otra parte, la acidez se determinó mediante la valoración con NaOH a 0,1 N, tomando como referencia la metodología descrita en la norma AOAC 942.15 (AOAC, 2005), como indicador se utilizó fenolftaleína. Se pesaron 10 g de las muestras y se homogeneizaron con 200 ml de agua destilada, seguido, se filtró la mezcla para tomar 25 ml de la solución a la cual se le añadieron 75 ml de agua destilada, procediendo luego a la titulación. Las mediciones se realizaron por triplicado

en los días 1, 7, 14, 21. Los resultados se obtuvieron mediante la aplicación de la Ecuación 1.

$$A = 0,090 \frac{V * N}{m} * 100$$

Ecuación (1)

Donde:

- **A:** Acidez titulable “% de ácido láctico”.
- **V:** Volumen NaOH utilizado (ml).
- **N:** Normalidad de NaOH (0,1 N).
- **m:** Peso de la muestra (g).

2.2.2 Composición proximal

Humedad

El análisis de humedad se realizó mediante el método 925.10 de la norma AOAC (2005), para la cual se troceó de forma homogénea (partes muy pequeñas) y se colocó en una cápsula de porcelana, se introdujo la cápsula con la muestra en una estufa en condiciones de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un intervalo de tiempo de 24 horas, seguido se retiró de la estufa y se dejó en el desecador para que pueda alcanzar una temperatura ambiente (40 minutos) y finalmente se pesó. Esta prueba se realizó tres veces y se calculó mediante la Ecuación (2).

$$\%Ht = H1 - H2 \times \frac{100 - H1}{100}$$

Ecuación (2)

Donde:

- %Ht: Porcentaje de humedad total.
- H1: Humedad en base húmeda.
- H2: Humedad en base seca.

Proteína

El contenido de proteína se determinó mediante el método Kjeldahl que se describe en la metodología de la AOAC 955.39 (AOAC, 2005). Se pesó ~1g de la muestra y se transfirió al matraz Kjeldahl, se adicionó 5g de mezcla catalizadora de sulfato de cobre

con sulfato de potasio y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado al 98 %, además se agitó el matraz hasta homogenizar la muestra, posteriormente se calentó, pero evitando la formación de espuma hasta que la muestra presentó un color azul pálido y se dejó enfriar. Para el proceso de destilación o titulación se añadió 30 ml de ácido bórico al 4% y 70 ml de agua destilado. El tubo con la muestra digerida se posicionó en el lado izquierdo del destilador, el equipo se programó durante aproximadamente 7 minutos, el destilado se recogió y se tituló con HCl 0,1 N hasta observar el cambio de color. Se calculó el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína de las muestras de muffin con la Ecuación 3 y 4 respectivamente. El análisis de proteína se realizó en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), las evaluaciones se realizaron por triplicado.

$$\%N = \frac{(V_s - V_b) * N * 14,01}{P * 10}$$

Ecuación (3)

$$\%P = (\%N * F)$$

Ecuación (4)

Donde:

- **%N**= Porcentaje de nitrógeno.
- **%P**= Porcentaje de proteína.
- **V_s**= Volumen de titulación HCl (ml).
- **V_b**= Volumen del blanco (ml).
- **N**= Concentración HCl (mol/litro).
- **P**= Peso de la muestra (g).
- **F**= Factor de conversión de 6,25.

Fibra

Se evaluó en base al procedimiento descrito en la norma AOAC 985.29 (AOAC, 1997). Se pesó 1 gramo de la muestra de forma triplicada en vasos de precipitación (200 ml), se adicionó 50 ml de buffer tampón fosfato con un pH de 6, luego se adicionó 0,5 ml de α -amilasa, posteriormente se sometió a baño de agua a una temperatura de 85 °C por 30 min (agitación en intervalos de 5 min), después se enfrió a temperatura

ambiente, para obtener un pH de 7,5 se agregó 10 ml de NaOH (0,275 N) y 0,1 ml de enzima proteasa en condiciones de 60 °C por 30 minutos con agitación constante. Asimismo, se ajustó el pH a 4,5 con HCl (0,325 N) y se agregó 0,2 ml de enzima amiloglucosidasa y se incubó (60 °C por 30 minutos), con agitación constante.

Posteriormente, se calentó a 60°C para agregar 280 ml de etanol al 96 % al finalizar la incubación y se precipitó por 1 hora, seguido se realizó la filtración donde el crisol que contiene fue pesado y humedecido con etanol al 78%, posteriormente se transfirió el precipitado al crisol aplicando y manteniendo succión, el residuo fue lavado con 20 ml de etanol al 78%, seguido de 10 ml de etanol al 95% y finalmente 10 ml de acetona de forma seguida.

Posteriormente, el residuo del filtrado fue secado durante la noche a una temperatura de 100 °C, se enfrió en un desecador y se anotó su peso. Se analizó las proteínas de uno de los residuos con un factor de conversión de 6,25, la segunda muestra se calcinó a una temperatura de 550°C en un intervalo de 5 horas, seguido se pesó; además se realizó la misma metodología para la muestra “blanco”, se determinó el blanco mediante la Ecuación 5. El contenido total de fibra dietética se obtendrá mediante la Ecuación 6.

$$Bl = mr - Pb - Cb$$

Ecuación (5)

Donde:

- **Bl:** Blanco.
- **mr:** Promedio de masa del residuo para la determinación blanco (mg).
- **Pb y Cb:** Masa de proteína y cenizas (mg en los residuos de blancos).

$$\%FDT = \frac{mrp-P-C}{mp} * 100$$

Ecuación (6)

Donde:

- **mp:** Masa de la muestra promedio de las 2 muestras (mg).

- **mrp:** Masa del residuo promedio de las muestras determinadas por duplicado.
- **P y C:** Masa de proteína y cenizas en los residuos de las muestras.

Este análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), las mediciones se realizaron por triplicado.

Grasa

El análisis se basó en la normativa AOAC 920.85 (AOAC, 2005), mediante el método Soxhlet, se pesó 6 gramos de muestra en un papel filtro y se colocó dentro del cartucho de celulosa que se introdujo en la cámara del extractor, posteriormente se calentó 50 ml de éter de petróleo en un balón de ebullición, se condensó el valor para que descienda gota a gota donde se encontró la muestra (cartucho) para poder extraer la materia grasa, se trabajó de forma cíclica en un intervalo de tiempo de 4 horas, por medio de la destilación se recuperó el solvente y la grasa del vaso se pesó, se calculó el contenido de grasa mediante la aplicación de la Ecuación 7.

$$\%grasa\ bruta = \frac{P_2 - P_0}{P_1} * 100$$

Ecuación (7)

Donde:

- P₀: Peso del balón de ebullición
- P₁: Peso de la muestra.
- P₂: Peso del balón con grasa.

Dicho análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), la evaluación se realizó por triplicado.

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos totales fue determinado por diferencia entre los componentes principales, este análisis se realizó por triplicado en base a los resultados de cada componente principal. Los carbohidratos se calcularon mediante la aplicación de la Ecuación 8.

$$\%C = 100 - (\%grasa + \%proteína + \%humedad + \%fibra + \%cenizas)$$

Ecuación (8)

Cenizas

Para la determinación de cenizas se realizó por el método de incineración por mufla, en base al método AOAC 923.03 (AOAC, 2005). Se pesó 2 g de muestra y se colocó en un crisol, se secó en la estufa para tararlo, posteriormente se colocó en una mufla a 550 °C durante 4 horas, finalmente se colocó en un desecador y se pesó hasta obtener un peso constante, la determinación se realizó por triplicado. El contenido de cenizas se obtuvo mediante la aplicación de la Ecuación 9.

$$\%C = \frac{P1 - P0}{P} * 100$$

Ecuación (9)

Donde:

- **C:** Contenido de cenizas
- **P:** Peso de la muestra en g.
- **P1:** Peso del crisol tarado más la muestra calcinada, en g.
- **P0:** Peso del crisol vacío, en g.

2.2.3 Contenido energético

El contenido calórico se estimó de la suma total de calorías de cada uno de los componentes individuales, el valor energético de cada componente es: grasa (9 kcal/g), proteína (4 kcal/g), carbohidratos (4 kcal/g) y fibra (2 kcal/g). Los valores se estimaron mediante el sistema Atwater.

$$Energía = (Carbohidratos * 4) + (proteína * 4) + (grasa * 9)$$

2.2.4 Textura

Para el perfil de textura de los muffins (TPA) se evaluó parámetros de dureza como masticabilidad, elasticidad, cohesividad y adhesividad, la evaluación fue realizada mediante un texturómetro de la marca Brokfield modelo PRO CT3, con una sonda de TA4/ 1000 con la siguiente condición: velocidad 10 mm/s, con un 25% de deformación.

2.2.5 Color

Los parámetros de color se evaluaron en base a la metodología descrita por Salazar, et al. (2021), los parámetros de color analizados fueron: L* (luminosidad), b* (amarillo/azul), a* (rojo/verde), brillo (B) e índice de amarillez (IA), se realizaron con un colorímetro (LOVIBOND, RM-200, EE.UU), con un observador estándar D10 y con un iluminador de luz natural D6.

2.2.6 Tamaño de alveolo

Para la evaluación del tamaño de alveolo se basó en el método de análisis de imágenes Image J propuesto por Winn, Larkin, Murry, Moon y Mason (2021). Con el fin de capturar el área de miga de cada rebanada de muffin, se realizó en rebanadas de 3x3 cm (corte cuadrado) de cada uno de los cortes, se analizaron las imágenes para determinar el tamaño y el número de alveolos.

2.3 Evaluación de la calidad sensorial del muffin elaborado utilizando cultivos andinos infrautilizados.

2.3.1 Características sensoriales

La evaluación de las características sensoriales se realizó con un panel de jueces, estudiantes entrenados de la Universidad “Técnica de Ambato”. Los parámetros evaluados en los muffins fueron color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, el procedimiento se realizó en base a la metodología descrita por Salazar, et al. (2021). Para la evaluación los jueces utilizaron una escala hedónica de 5 puntos, donde: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta ligeramente, 5= me gusta mucho. Las muestras fueron entregadas a los jueces con su respectiva codificación de 3 dígitos de forma aleatoria. Para limpiar el paladar se suministró un vaso de agua.

2.3.2 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, el análisis estadístico se realizó en el programa estadístico Infostat 2020 (Infostat, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, España) y el análisis de datos en Microsoft Excel, se analizó las diferencias significativas por medio de la prueba ANOVA y cuando existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación de la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de muffins

Partiendo de la premisa de que las harinas provenientes de cultivos andinos presentan comportamientos diversos, se realizaron investigaciones iniciales con el fin de evaluar de manera cualitativa la capacidad para formar masas esponjosas y seleccionar las formulaciones más adecuadas (Tabla 1). En todos los muffins, se mantuvo constante la composición de aceite, huevos, leche, yogur y polvo de hornear, así como la proporción de azúcar. La variación en la formulación se limitó exclusivamente al tipo de harina proveniente de cultivos andinos. En este contexto, todas las formulaciones, incluyendo el control, fueron diseñadas conforme al criterio de ser consideradas como fórmulas saludables, caracterizadas por su bajo contenido de grasa, especialmente de grasas saturadas, bajo contenido de azúcares y un alto contenido de fibra en comparación con los muffins industriales.

Basándonos en este criterio, se establecieron varios parámetros de evaluación visual, como la capacidad de homogeneización (capacidad de los diferentes ingredientes para incorporarse a la mezcla sin formar grumos), el proceso de horneado (comportamiento de la masa durante el proceso de cocción, que determina su apariencia, aroma, sabor y textura característicos), capacidad de elevación (retención del gas producido por el polvo de hornear) y la habilidad para formar alveolos (espacios en la masa), así como su capacidad para generar una masa esponjosa. Con base en estos criterios, se procedió a clasificar las diferentes masas de manera arbitraria: (-) indicando ausencia de capacidad, (+) indicando capacidad moderada y (++) indicando buena capacidad.

Tabla 3*Capacidad de las mezclas de harinas para formar un producto esponjoso*

Formulaciones	Capacidad de homogeneizar	Horneado	Capacidad de elevación	Capacidad de formación de alveolos
45 % Harina oca amarilla- 55 % Fase líquida.	++	+	+	+
35 % Harina oca amarilla- 65 % Fase líquida.	++	++	++	++
45 % Harina zanahoria blanca- 55 % Fase líquida.	++	+	+	+
35 % Harina zanahoria blanca- 65 % Fase líquida.	++	++	++	++

Luego de examinar los resultados cualitativos, se pudo constatar que la combinación que presenta los mejores resultados, de acuerdo a la escala desarrollada, es aquella compuesta por un 35 % de harina y un 65 % de la fase líquida. Con el propósito de validar la formulación óptima, se llevó a cabo una evaluación sensorial de aceptabilidad para calcular el índice de aceptabilidad (IA). En esta escala, las puntuaciones varían de 1 a 5, representando "no me gusta" y "me gusta", respectivamente, los valores superiores al 70 % de IA indican que los jueces aceptaron el producto (Dutcosky, 2011a). Los resultados que se muestran en la Figura 5 indican que los muffins elaborados con harinas de cultivos andinos y la mezcla de 35 % de harina con 65 % de la fase líquida alcanzan un índice de aceptabilidad superior al 70 %. Desde esta óptica, este porcentaje se consideró óptimo en términos de aceptación por parte de los consumidores, sugiriendo que la incorporación de harina de cultivos andinos puede tener un impacto positivo en los aspectos sensoriales de este tipo de productos.

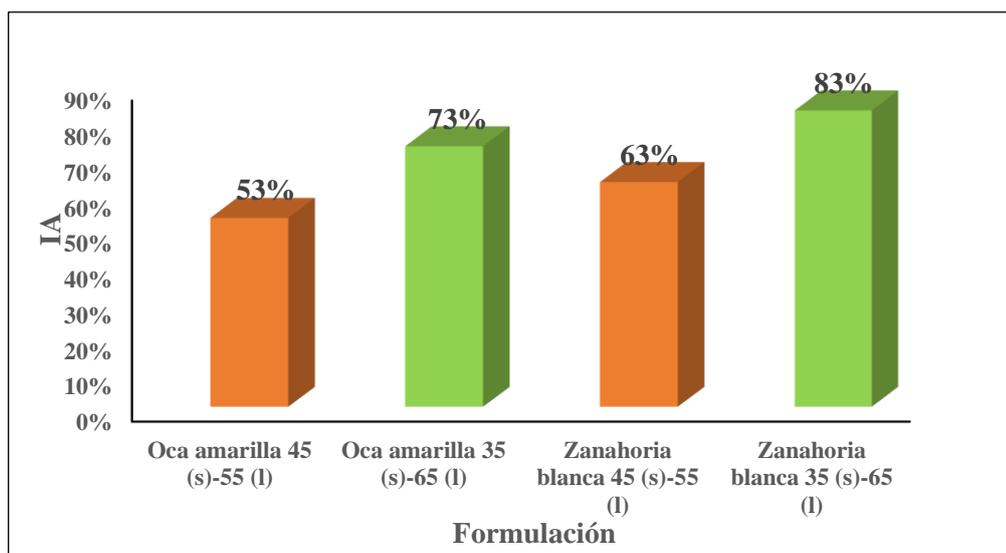


Figura 5. Índice de aceptabilidad (IA) de las diferentes muestras de muffins.

3.2. Propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado

3.2.1. pH y acidez

Los resultados con respecto al pH y acidez en el día 1 se muestran en la Tabla 4. Los resultados permitieron establecer que con relación al pH no existió diferencia significativa ($p > 0,05$), el pH del muffin desarrollado con harina de zanahoria blanca (MZB) mostro el mayor valor de 7,10, seguido del muffin control (MC) de 7,07 y finalmente del muffin de oca amarilla (MOA) de 7,04, además todas las muestras presentan tendencia alcalina. Al comparar los resultados obtenidos con la investigación de la exploración del potencial de los cultivos andinos para la producción de muffins sin gluten por Salazar, et al. (2021), los resultados de este estudio son similares ya que estuvieron en un rango de 7,31 a 7,96, los muffins son considerados como productos alcalinos debido a la adición de los ingredientes como huevos, azúcar y polvo de hornear. Villacres, Pomboza, Valle, Lalaleo y Vargas (2018), mencionan que el pH del almidón de la oca madura alcanza un pH cercano a 7, esto se le atribuye al tiempo de exposición al sol, ya que a medida que madura, el almidón de la oca se convierte en azúcares disminuyendo el porcentaje del ácido oxálico (sabor ácido-amargo). Asimismo, estos resultados son similares a los expuestos en la investigación del efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca para la obtención de

harina por Ore Areche et al. (2020), ya que mencionan que la harina de oca alcanzó un pH cercano a 6,3 y la mezcla con otros ingredientes puede aumentar o disminuir su pH.

Con respecto a la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, se observó que las muestras se encuentran en un rango de acidez de 0,03 % y 0,05 %, presentando diferencia significativa ($p < 0,05$). Uno de los factores principales en este comportamiento se atribuye a la presencia de yogur, que posiblemente influye en la variación entre muestras. Se destacó que la muestra desarrollada con harina de oca amarilla tuvo el mayor porcentaje de ácido láctico, indicando que fue ligeramente más ácida en relación a las otras muestras, posiblemente por la presencia de trazas mínimas de ácido oxálico. Graca, Raymundo y Sousa (2022), destacan que la adición de yogur en los productos de panadería contribuye significativamente a las características finales del producto. Asimismo, se observó que los resultados de los muffins de oca amarilla y zanahoria blanca se encontraron cercanos al porcentaje de acidez reportados en el estudio de la elaboración de muffins para el aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrautilizados presentado por Silva (2019) de los diferentes tratamientos (0,05 a 0,07%).

3.2.2. Actividad de agua (a_w)

La a_w presentó una relación directa con el contenido de humedad como se muestra en la Tabla 4. La muestra control presentó el mayor valor de actividad de agua (0,93), seguido de la muestra de muffin con harina de oca amarilla con 0,91 y finalmente la muestra de muffin de zanahoria blanca con 0,90, lo que indica que existió un gran contenido de agua disponible en cada muffin por la naturaleza de la materia prima. Silva (2019), menciona que los niveles altos de a_w podría ser resultado de la limitada capacidad de los azúcares para absorber el agua, lo que provoca un aumento en la a_w , además los resultados reportados en este estudio son muy similares a los obtenidos en este estudio ya que se encuentran en un rango de 0,93 y 0,96. Asimismo, en la investigación de la elaboración de un pan inglés sin gluten con harina de oca por Campos-Montiel, Vicente-Flores, Chanona-Pérez, Espino-Manzano y Gonzáles de los Montero-Sierra (2018), presentó valores altos con respecto al contenido de agua en comparación al control desarrollado con harina de trigo (0,94 y 0,97), esto se debe a las propiedades de la materia prima, además mencionan que la a_w en un producto es

fundamental para la vida útil del mismo. Krupa et al. (2020), mencionan que la a_w recomendable para productos de panificación con características de textura óptimas (esponjoso y delicada), tiene un rango de 0,65 a 0,68 para que no exista una proliferación microbiana. Lo que indica que los muffins desarrollados en este estudio probablemente podrían ser propensos a una contaminación microbiana y con mucho mayor medida debido a que el producto desarrollado en este estudio no posee ningún tipo de conservante. Los principales microorganismos que se podrían encontrar en productos con las actividades de agua de este estudio son bacterias y mohos (*Rhizopus Stolonifer*).

3.2.3. Composición proximal

Los resultados de la composición proximal se muestran en la Tabla 4. Los resultados indican diferencias significativas entre muestras en los parámetros evaluados ($p < 0,05$), excepto en el contenido de humedad. Los porcentajes de humedad mostraron que la muestra de muffin de oca amarilla presentó mayor porcentaje de humedad (31,26 %), seguida de la muestra con harina de zanahoria blanca (30,11%) y finalmente la muestra control (29,38%). Estos resultados presentan la misma tendencia a los reportados por Gunasekara, Bulathgama y Wickramasinghe (2021), en el estudio de muffins sin gluten a partir de harina de ñame morado, que reportaron valores de 19,25 % en la muestra desarrollada con ñame y 11,81% en la muestra de trigo. Otra investigación fue la evaluación física y sensorial de un muffin en el que se incorpora harina de semilla de cacho, harina de calabaza y harina de yuca por Hassan, Zulkifli y Ho (2019), donde tuvo la misma tendencia de los resultados obtenidos en esta investigación, ya que los muffins con harina de yuca (12,08 %) tuvo mayor contenido de humedad que la harina de semillas (7,54 %), esto se debe a la retención de agua de los tubérculos en comparación a las semillas. Asimismo, los resultados presentados en el estudio de Silva (2019), son muy similares a los obtenidos en este estudio, el muffin que contiene harina de oca fue el de mayor porcentaje (38,48%) y el de menor fue el control (35,57%). Por otro lado, el contenido de humedad del muffin de zanahoria blanca es muy cercano al valor reportado por Núñez (2017), en cupcakes con zanahoria blanca, con valores de 31,87 %, probablemente atribuido a las características de la estructura de la harina (débil).

Con respecto al contenido de proteína, el muffin de harina de trigo presenta el mayor porcentaje (12,80 %). Sin embargo, en las muestras de cultivos andinos se observa que el muffin de zanahoria blanca mostró un valor de 7,86 %, superior al de la muestra desarrollada con harina de oca amarilla con un valor de 5,61 %, los resultados obtenidos probablemente se atribuyen a que los cultivos evaluados tienen contenidos bajos en proteína en comparación con la muestra control cuyo contenido de proteína evidentemente es alto por el gluten que contiene entre 10 % y 14 % dependiendo de la clase de trigo (Cato y Mullan, 2020). Resultados similares fueron reportados por Tamaroh y Sudrajat (2021), en productos de panadería desarrollados con harina de ñame en donde el contenido de proteína es menor en comparación con la muestra control, inclusive fue mayor 7 veces más al producto con ñame, al comparar las muestras de este estudio se observa que los productos con harina de ñame tuvieron las mismas limitaciones con respecto al contenido de proteína. Asimismo, los resultados obtenidos fueron muy similares al compararlos con el estudio de cupcakes de harina compuesta (batata morada) por Oktriandi, Nurminah y Lubis (2021), ya que mencionan que el contenido de proteína de los cupcakes con 100% de harina de batata morada tuvo el menor valor (7,11 %) y el mayor el control (10,04 %). Los resultados obtenidos de las 3 muestras en esta investigación fueron mayores en comparación con los presentados en otros estudios por la composición de los cultivos utilizados en este estudio, además que influye notoriamente la variedad y la cantidad del tubérculo utilizado en el desarrollo de los productos.

El porcentaje de grasa en los muffins fue diferente en las tres muestras, la muestra con mayor porcentaje fue la muestra control con 9,65 %, seguido de la muestra de muffin de oca amarilla 7,97 % y finalmente la muestra desarrollada con harina de zanahoria blanca con un valor de 6,19 %. Oktriandi et al. (2021), mencionan que el contenido de grasa es dependiente de la formulación del producto, ya que se debe considerar que los ingredientes que fueron añadidos como el aceite aumenta o disminuye su contenido, conjuntamente con la composición de la materia prima. En su reporte de la elaboración de cupcakes de harina compuesta a base de recursos naturales como fruta de pan, batata morada, mocaif entre otros, tuvieron mayor contenido de grasa en la muestra de harina compuesta en comparación al control (trigo), con valores de 25,12 % y 18,41% respectivamente. Por otro lado, el estudio realizado por Campos-Montiel et al. (2018), en la elaboración de pan inglés con adición de harina de *Oxalis tuberosa*, tuvieron

resultados menores (5,60 % de proteína con sustitución de 6,6 % de harina de oca y 6,20 % de proteína con 13,2 % de sustitución de harina de oca). Al comparar con los resultados obtenidos se pudo identificar que la oca amarilla y zanahoria blanca también presentan un bajo porcentaje de grasa en comparación a otras materias primas como la batata morada.

En cuanto al porcentaje de fibra dietética se observa que se encuentra mayor contenido en la muestra desarrollada con harina de oca amarilla (9,82 %) seguida de la muestra de muffin de zanahoria blanca (8,02 %) y finalmente la muestra control (6,62 %). Estos resultados se relacionan con los compuestos de lignina, hemicelulosa, celulosa, polisacáridos, pectina, entre otros, que son parte de la fibra alimentaria de cada producto, y que se encuentran en este tipo de cultivos andinos. El contenido de fibra se considera directamente proporcional a la composición de la materia prima y los ingredientes de formulación como lo afirma Velasquez y Bello-Pérez (2023) en su investigación de las propiedades químicas, estructurales, tecnológicas y aplicaciones de los almidones de tubérculos andinos. Los resultados obtenidos de fibra al ser comparados con los reportados por Caicedo (2021), tienen la misma tendencia, ya que contiene mayor cantidad en la oca amarilla en comparación a la zanahoria blanca y yuca, con un valor de 2,98 % de fibra dietética total. De la misma manera, al comparar con los resultados obtenidos con los reportados en la investigación por Salazar, et al. (2021), fueron similares ya que registran valores de 5,89 % a 14,69% de fibra dietética total, con el mayor contenido en el muffin de la formulación de harinas de oca, achira, mashua y sacarosa. Sin embargo, los valores obtenidos en las tres muestras de este estudio fueron mayores que los valores mencionados en las diferentes investigaciones, es decir, que probablemente la ubicación de los cultivos y el suelo donde se cultiva influyen sobre el contenido de nutrientes como lo afirma Zierer, Rüscher, Sonnewald y Sonnewald (2021), ya que son factores importantes para la variación del porcentaje de su composición.

El contenido de carbohidratos totales fue mayor en el muffin de harina de zanahoria blanca (45,14 %), seguida de la muestra con harina de oca amarilla (43,15 %) y finalmente la muestra control (40,10 %). El contenido de carbohidratos totales es dependiente de los azúcares y la fibra presente en cada materia prima, como lo menciona Velasquez y Bello-Pérez (2023), a medida que se sustituye la harina de trigo

por una harina de tubérculo en este caso mandioca tiene mayor contenido de carbohidratos, por la presencia de almidones, azúcares y fibra dietética. Por otro lado, al comparar los valores obtenidos con los presentados por Adegbanke y Ilesanmi (2018), en la elaboración de aperitivos tipo pastel elaborados con harinas de plátano, batata, ñame y trigo fueron valores sumamente altos, la harina de tubérculo (ñame) tuvo mayor contenido de carbohidratos (82,30 %) en comparación al control (75,77 %). Asimismo, los resultados presentados por Campos-Montiel et al. (2018), en la investigación de la elaboración de pan inglés con adición de harina de *Oxalis tuberosa*, tuvieron resultados mayores (58,06 % de carbohidratos con sustitución de 6,6 % de harina de oca y 53,94 % de carbohidratos con 13,2 % de sustitución de harina de oca). Lo que indica que la presencia de almidones en las harinas de tubérculos de baja digestibilidad proporciona energía rápidamente sin efectos adversos. Dichos resultados se relacionan con el aporte calórico de los muffins.

Finalmente, el contenido de cenizas fue mayor en la muestra de zanahoria blanca (2,67 %), seguido de la muestra de oca amarilla (2,19 %) y finalmente la muestra control (1,45%). Estos resultados están relacionado con la cantidad de minerales de cada materia prima, al comparar los valores obtenidos con los reportados por Gunasekara et al. (2021), en la elaboración de muffins de ñame fueron similares, con un contenido de cenizas de 2,07 % y 2,11 %. Asimismo, los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por Pinzon, Sanchez y Villa (2020) en su investigación de la caracterización química, estructural de almidones de cuatro raíces de arracacha, ya que el contenido de cenizas en las 4 variedades de arracacha fueron de 0,10 % a 0,16 %, probablemente por la ubicación geográfica del cultivo (Colombia) y la variación de color (amarilla), identificando así que el mayor contenido de minerales de estas dos variaciones de color se encuentra en la zanahoria blanca. Además, al comparar con el valor de la muestra de oca amarilla con los reportados por Campos-Montiel et al. (2018) fueron muy similares (2,06 % y 2,30 %), esto se debe a la presencia de minerales como: calcio, hierro, fósforo, entre otros. Zierer et al. (2021), mencionan que la relación del contenido de cenizas es directa con la zona geográfica y las propiedades del suelo, ya que son factores importantes para la variación de su composición.

Tabla 4

Análisis proximal de las muestras de muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca

Parámetros	Muffin control	Muffin de oca amarilla	Muffin de zanahoria blanca
Humedad %	29,38±0,97 ^a	31,26±0,44 ^a	30,11±0,90 ^a
Proteína (%)	12,80±0,05 ^a	5,61±0,05 ^c	7,86±0,05 ^b
Grasa (%)	9,65±0,05 ^a	7,97±0,05 ^b	6,19±0,05 ^c
Fibra dietética (%)	6,62±0,05 ^c	9,82±0,05 ^a	8,02±0,05 ^b
Carbohidratos totales (%)	40,10±0,73 ^c	43,15±0,34 ^b	45,14±1,04 ^a
Cenizas (%)	1,45±0,31 ^c	2,19±0,02 ^b	2,67±0,08 ^a
Aw (%)	0,91±0,01 ^b	0,93±0,00 ^a	0,90±0,01 ^b
pH	7,07±0,05 ^a	7,04±0,01 ^a	7,10±0,04 ^a
Acidez (% ácido láctico)	0,03±0,01 ^b	0,05±0,01 ^a	0,04±0,00 ^b
Calorías totales (Kcal/100g)	298,47±1,20 ^a	266,77±0,82 ^b	267,72±0,35 ^b
Calorías de la grasa (%)	86,85±0,45 ^a	71,73±0,45 ^b	55,71±0,45 ^c
Calorías de proteína (%)	51,20±0,20 ^a	22,44±0,20 ^c	31,44±0,20 ^b

Los resultados son la media ± desviación estándar. Los superíndices a, b y c señalan diferencia significativa entre las muestras de muffins por cada parámetro.

3.2.4. Análisis de textura de los muffins elaborados

Los resultados del análisis de textura se muestran en la Tabla 5, los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a dureza y cohesividad, entre las muestras de muffin desarrollados con tubérculos y la muestra control, por otro lado, el parámetro de adhesividad mostró diferencia significativa en todas las muestras. En contraste, no se observaron diferencias significativas en elasticidad y masticabilidad entre las distintas muestras ($p > 0,05$). Además, se observó que la muestra de muffin de zanahoria blanca exhibió una textura ligeramente agrietada en la parte superior, este comportamiento puede ser atribuido a que la muestra mostró características ligeramente secas en comparación con las otras muestras como se observa en la Figura 6.

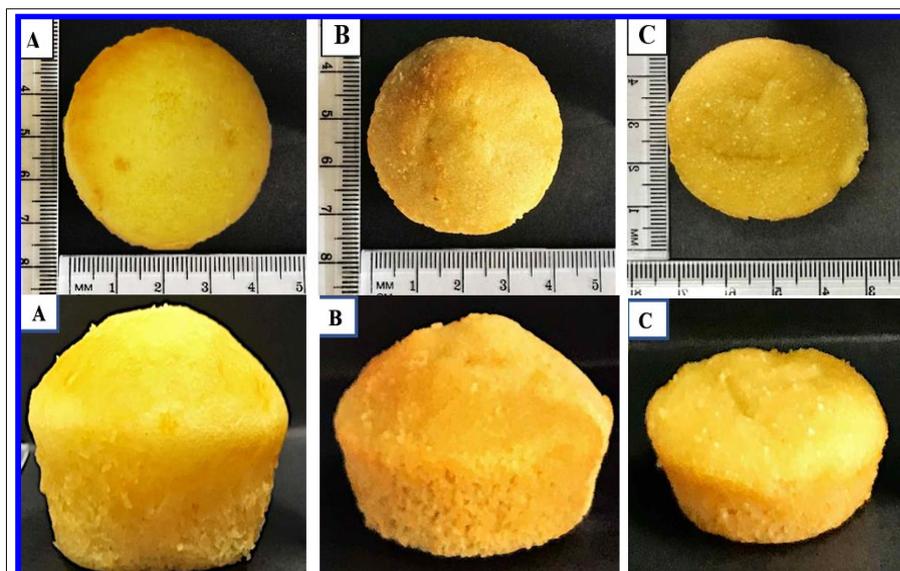


Figura 6. Muffins de cultivos andinos elaborados; A (control), B (oca amarilla) y C (zanahoria blanca).

En relación con la dureza, se observó que el muffin de zanahoria blanca presentó el valor más alto (2,44 N) y el control el valor más bajo (0,95 N), esta variación se atribuye a los niveles de humedad, a_w , fibra y carbohidratos totales presentes en las materias primas como lo destaca Armijos, Villacrés, Quelal, Cobeña y Álvarez (2020). Al comparar con los resultados reportados en la investigación de muffins elaborados con harina de ñame por Hou (2020), se observa la misma tendencia, ya que el mayor valor de dureza se encuentra en el muffin de ñame (603,7 g) en comparación al del control (311 g). Asimismo, los resultados reportados en la investigación de la elaboración de muffins sin azúcar en base a mezclas de hidrocoloides desarrollada por Azmoon et al. (2021), presentaron valores muy superiores de dureza en comparación con las tres muestras de este estudio. El bajo contenido de proteína en las muestras de tubérculos genera una dureza mayor en comparación con la muestra control ya que el gluten proporciona estructura y esponjosidad.

Con respecto a la cohesividad y elasticidad, el valor más alto fue el control (1,25 y 1,62 respectivamente), en comparación a las muestras de oca amarilla (0,17 y 1,52) y zanahoria blanca (0,05 y 1,56). En la investigación del efecto de la sustitución de la harina compuesta (zanahoria y guisantes) en bizcochos por García-Segovia et al. (2017), presentaron la misma tendencia que los obtenidos en este estudio ya que al no

presentar dichas características en los bizcochos con tubérculos, su cohesividad y elasticidad descendió, dando como resultado que influye el contenido de grasa de cada materia prima y principalmente el gluten ya que tiene la capacidad de formar una red resistente para la retención del gas. Cappelli, Oliva y Cini (2020), mencionan en la investigación de la masa y el pan libre de gluten, los parámetros de cohesividad y elasticidad se relaciona al contenido de gluten en la muestra de trigo, al ser los tubérculos libres de gluten no logran interactuar entre sí, para formar una estructura interna que permita producir una masa elástica de la misma manera como la del trigo. Por otro lado, la adhesividad y masticabilidad fueron mayores en la muestra de oca amarilla (0,23 mJ y 4,60 mJ respectivamente), esto se debe a la relación directa del contenido de azúcares, humedad de la muestra e inclusive el contenido de fibra. En la investigación de las características de la interfaz gluten-almidón y reología de la masa de trigo por Brandner, Becker y Jekle (2022), mencionan que la humedad y la adhesividad son directamente relacionados, a mayor humedad mayor adhesividad. Al comparar los resultados obtenidos con los reportados por Khan, Rustagi y Singh (2022), en la elaboración de muffins sin azúcar con harinas compuestas de ñame y trigo, tuvieron la misma tendencia a pesar de que fueron distintos valores, es decir, la adhesividad se encontraron valores más altos en los muffins de harinas compuestas con polímero y polisacárido de ñame (449,56 g s y 242,34 g s) y el más bajo en el control (201 g s). Además, con respecto a la cohesividad fue lo contrario del anterior parámetro; mayor el control y menor el de harinas compuestas. Asimismo, al comparar los resultados presentados en la investigación de la elaboración de muffins con harina de batata morada sin gluten por Hou (2020), presentan mayor valor en la masticabilidad en comparación a las tres muestras de este estudio, con un valor de 16,46 mJ, sin embargo, tuvo la misma tendencia, es decir, el mayor valor se encontró en el muffin con harina de batata morada y el más bajo el de la muestra control 7,24 mJ.

Tabla 5

Parámetros de textura de los muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca

Parámetros	Muffin control	Muffin de oca amarilla	Muffin de zanahoria blanca
Dureza (N)	0,95±0,12 ^b	2,24±0,46 ^a	2,44±0,62 ^a
Adhesividad (mJ)	0,17±0,15 ^c	0,23±0,15 ^a	0,20±0,17 ^b
Cohesividad	1,25±0,23 ^a	0,17±0,21 ^b	0,05±0,07 ^b
Elasticidad	1,62±0,41 ^a	1,52±0,17 ^a	1,56±0,43 ^a
Masticabilidad (mJ)	1,80±0,44 ^a	4,60±0,96 ^a	4,07±1,75 ^a

Los resultados son la media ± desviación estándar. Los superíndices a, b y c señalan diferencia significativa entre las muestras de muffins por cada parámetro.

3.2.5. Tamaño de alveolo

El tamaño de alveolo evaluado mediante análisis de imagen se presenta en la Tabla 6. Los resultados reflejan que en la muestra control los alveolos son de mayor tamaño (rango de 1,623 a 1,803 cm), seguido de la muestra de muffin de oca amarilla y finalmente la muestra de zanahoria blanca. Además, se observó que el mayor número de alveolos se encontraron en un rango de 0,003 cm a 0,183 cm en todas las muestras, los alveolos en las muestras con cultivos andinos presentan una distribución uniforme de alveolos. Sciammaro, Ferrero y Puppo (2018), mencionan que los muffins libres de gluten tuvieron mayor número de alveolos en la formulación con adición de proteína, el tamaño de alveolos se relaciona con la elasticidad y cohesividad, ya que al tener altos valores en dichos parámetros mayor será el tamaño y número de alveolos, principalmente por la presencia de proteínas. Asimismo, al comparar con los resultados obtenidos con el estudio de la elaboración de muffin incorporado harina de oruja y proteína de soja por De Souza, Cordeiro, Silva, De Andrade Neves y Schmiele (2022), los muffins de las tres muestras (MC, MOA y MZB) tuvieron un menor tamaño con respecto a los muffins con adición de proteína que tuvo un mayor tamaño (162 cm²) y un recuento de alveolos por cm² (2752).

Tabla 6.

Tamaño de alveolos de las diferentes muestras de muffins elaborados con harina de trigo, oca amarilla y zanahoria blanca.

N°	Intervalos (cm)	Frecuencia		
		MC	MOA	MZB
1	0,003-0,183	51	22	21
2	0,183-0,363	22	5	0
3	0,363-0,543	3	0	1
4	0,543-0,723	1	2	0
5	0,723-0,903	1	0	0
6	0,903-1,083	0	0	0
7	1,083-1,263	0	0	0
8	1,263-1,443	1	0	0
9	1,443-1,623	0	0	0
10	1,623-1,803	1	0	0
TOTAL		80	29	22

Las muestras de los muffins andinos están representadas con diferentes letras; MC (control), MOA (oca amarilla) y MZB (zanahoria blanca).

3.2.6. Evolución de pH, acidez y color durante el almacenamiento

Los resultados con respecto al pH de las muestras en almacenamiento por 21 días se muestran en la Figura 7. Los valores de pH se encontraron en un rango de 7,04 a 7,22, indicando que todos los productos presentaron tendencia alcalina durante el almacenamiento, el mayor pH se registró en la muestra control, seguida de la muestra de oca amarilla y finalmente la muestra de zanahoria blanca. En las muestras control y de zanahoria blanca se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el día 1 y 21 respectivamente, ya que la muestra control en el día 1 tuvo un pH de 7,07 y ascendió a un pH de 7,32 manteniéndose constante hasta el final del almacenamiento. Por otro lado, en la muestra de zanahoria blanca desde el día 1 hasta el día 14 se mantuvo un pH de 7,06 y en el día 21 descendiendo a un pH de 7,01. Kumar et al. (2021), menciona en su investigación de los atributos físicos y de calidad de los muffins de harina compuestas, que la variación de pH en el tiempo también podría ser atribuidas a la reacción de Maillard, debido a las reacciones químicas que puede contribuir al cambio de pH general del producto. Por otro lado, al comparar con los resultados de la investigación de Silva (2019), los valores obtenidos fueron cercanos a los muffins con

harina de oca, achira, mashua y sacarosa en mezcla, además se menciona que el pH puede tener un cambio por la naturaleza de la materia prima, además que el descenso de pH en los productos ricos en azúcares se puede generar por la fermentación de los mismos, afectando al equilibrio del producto.

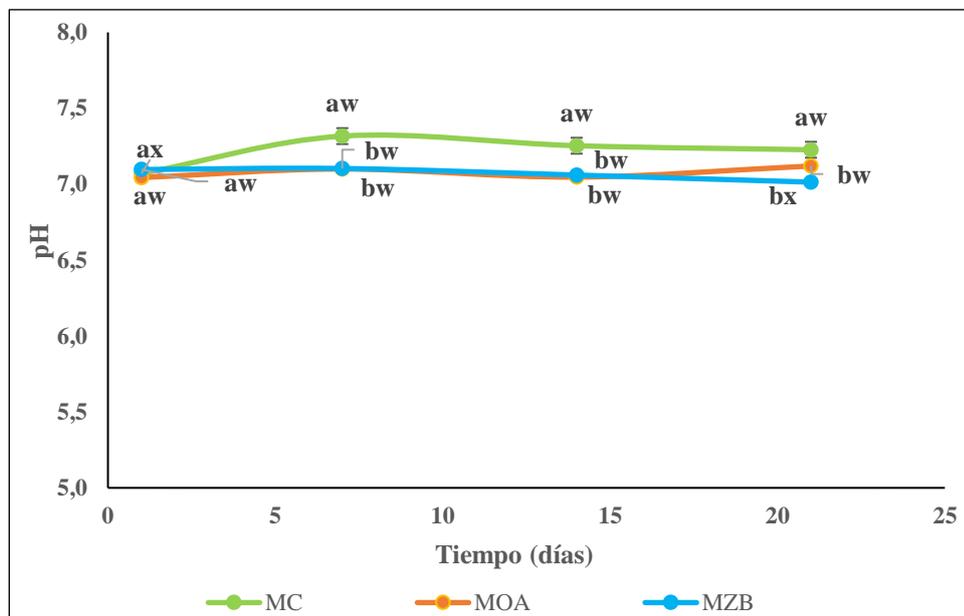


Figura 7. Evolución de pH en las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).

Los resultados de la evolución de la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico de las muestras durante el almacenamiento se presentan en la Figura 8. Los resultados durante el almacenamiento mostraron que no existió diferencia significativa ($p > 0,05$). El rango de acidez se encontró entre 0,03 % y 0,05 %, el mayor valor fue de la muestra de oca amarilla y el menor valor fue el de la muestra control. Villacres et al. (2018), en su investigación de raíces y tubérculos andinos del Ecuador afirman que la oca amarilla se distingue por su mayor acidez, explicando que esto se debe a la no eliminación total de oxalatos durante el proceso de maduración, la disminución de los oxalatos en este tubérculo puede ser menor al 50%, alcanzando una acidez de 0,07 %. Al comparar con los resultados reportados en su investigación del efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca para la obtención de harina por Ore Areche et al. (2020), tuvieron valores similares a los obtenidos en esta investigación, la harina de oca presentó valores mayores a comparación al de la muestra control, por la

presencia de azúcares, sin embargo, se encuentra dentro del rango establecido de acidez de las harinas, ya que no debe ser mayor al 0,2 %. Asimismo, al comparar con los valores presentados en la investigación de la caracterización y potencial de harina de cultivos por Salazar, Arancibia, Ocaña, et al. (2021), tuvieron la misma tendencia, el mayor valor de acidez fue en la mashua que es un tubérculo muy similares a la oca por la presencia de ácido oxálico en comparación a la muestra control, sin embargo, presentaron valores menores de 0,12 a 0,50 en comparación a este estudio.

Por otro lado, los valores fueron muy similares en la acidez de los muffins de cultivos andinos, ya que Silva (2019), menciona que se encontró las muestras en un rango de 0,05 % y 0,07 % de ácido láctico, la muestra con harina de oca amarilla presentó una acidez mayor al del control relacionando el grado de madurez de la oca. Dingo, Difonzo, Paradiso, Rizzello y Pontonio (2020), mencionan que la variación de pH y acidez probablemente se debe también a la fermentación controlada o no controlada del entorno (tiempo, temperatura y horneado) para limitar la actividad de las bacterias lácticas y el correcto almacenamiento de las muestras. Lo que indica que a pesar de la adición de yogur y su composición en las muestras de esta investigación fue controlada su fermentación.

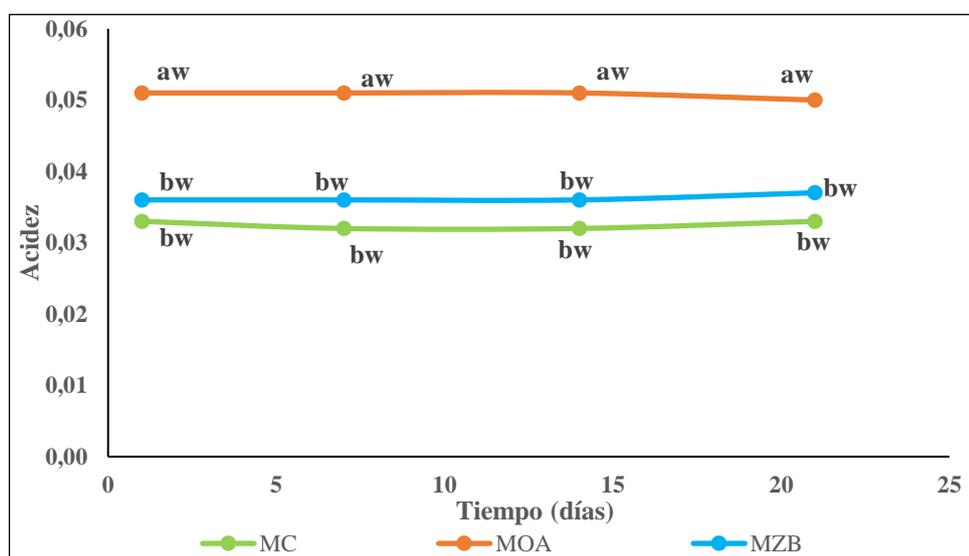


Figura 8. Evolución de acidez en las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).

Los parámetros de color evaluados durante el almacenamiento de 21 días mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en relación a: L^* (luminosidad), b^* (amarillo/azul) y a^* (rojo/verde) entre muestras. Con respecto a la luminosidad se observó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre muestras. La muestra control presentó el valor más alto (66,79) en comparación a las muestras de zanahoria blanca (59,52) y oca amarilla (58,55). Por otro lado, durante el almacenamiento solo en la muestra de oca amarilla no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$), como se observa en la Figura 9. Silva (2019), menciona que la variación del parámetro de luminosidad se basa principalmente en los carotenoides y antocianinas presentes en cada una de las materias primas, por lo tanto, la evolución de color es diferente en cada muestra. Los resultados obtenidos en esta investigación tienen la misma tendencia obtenidos en el estudio de Salazar, et al. (2021) en magdalenas de cultivos andinos, la luminosidad de las muestras con harina de tubérculos descendió, en comparación a la muestra control (harina de trigo). Además, Lancetti, Palavecino, Bustos y Leon (2020), afirman que el cambio de luminosidad se da por la presencia de antioxidantes, ya que al interactuar con los pigmentos altera su color original durante el horneado, disminuyendo su luminosidad. Lo que indica que los tubérculos al contener en su composición antioxidantes, probablemente disminuyó su luminosidad juntamente con sus pigmentos naturales de cada materia prima.

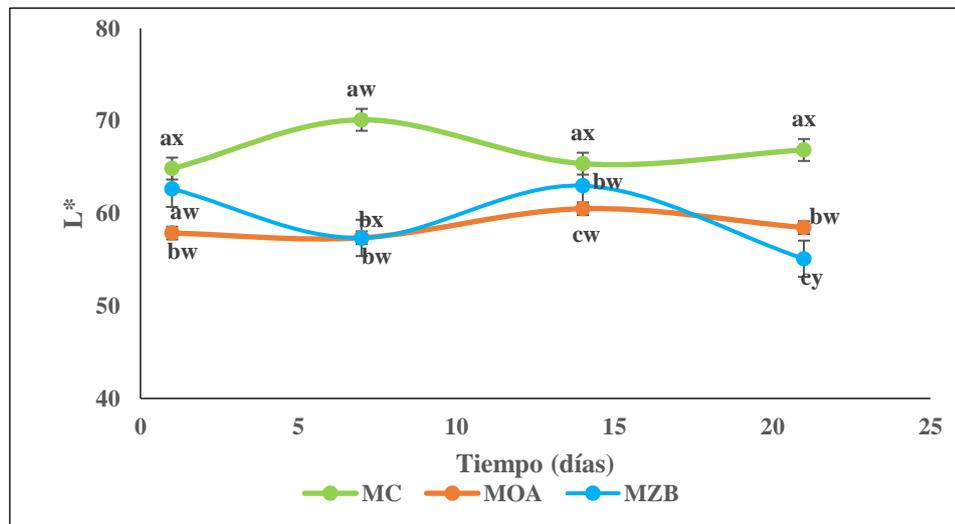


Figura 9. Evolución del parámetro de luminosidad (L^*) en la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).

Con respecto al parámetro b^* (amarillo/azul), presenta diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras a excepción en el día 1. Por otro lado, solo la muestra de oca amarilla al transcurso del tiempo de almacenamiento no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) como se muestra en la Figura 10. El índice de amarillez (IA) y el brillo presentaron la misma tendencia del parámetro b^* . Al comparar con los resultados presentados en el estudio de Salazar, et al. (2021), no fueron similares, ya que el control presentó mayor tono amarillo que las muestras de tubérculos, probablemente por las mezclas de materias primas que alteran el color de la muestra. Zielińska, Pankiewicz y Sujka (2021), exponen que los valores de color pueden diferir por el nivel de sustitución de la harina, además por la naturaleza de cada uno de ellos, ningún producto puede tener las mismas características por las cualidades únicas de cada materia prima utilizada. Por otro lado, Sciammaro et al. (2018), mencionan que los valores positivos en el parámetro b^* indican un tono más amarillo y si presenta valores negativos indican un tono azul. Lo que indica que las muestras obtenidas en esta investigación se encuentran en un tono amarillo ya sea en mayor proporción que otra por la presencia de carotenoides en la composición de los tubérculos.

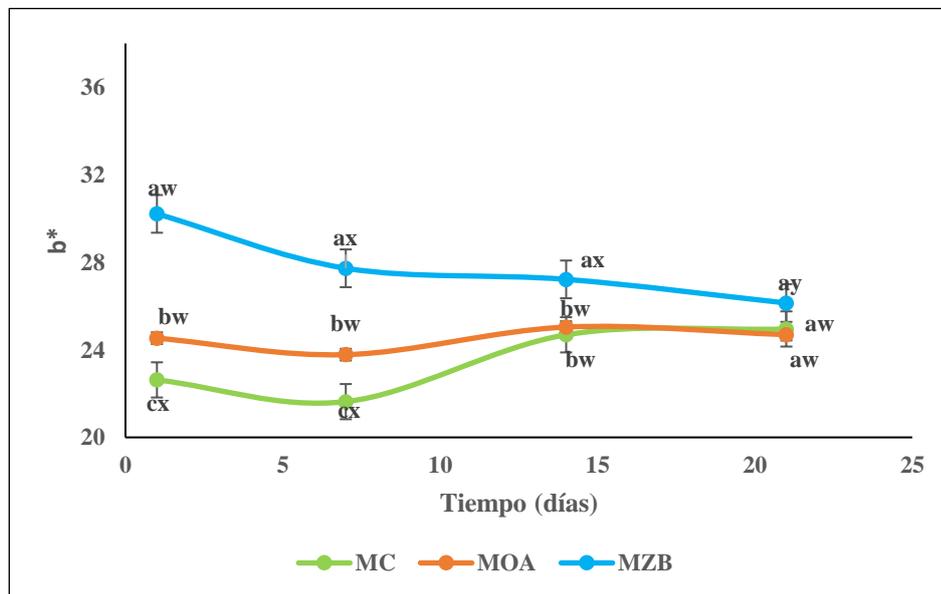


Figura 10. Evolución del parámetro b^* (amarillo/azul) en la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).

Con respecto al parámetro a^* (rojo/verde), los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en el día 1 y 7 entre muestras. Asimismo, al paso del tiempo presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en todas las muestras. La muestra con mayor valor fue la de zanahoria blanca (6,93), seguida de la muestra de zoca amarilla (5,31) y finalmente la muestra control (3,709). Al comparar con los resultados presentados en el informe de la elaboración de un pan inglés sin gluten con la adición de *Oxalis tuberosa* por Campos-Montiel et al. (2018), tuvieron la misma tendencia en el parámetro a^* , ya que el mayor valor se presenta en la muestra con harina de oca (1,95) y el menor valor en el control (-0,35) observándose una tendencia de tono verde, esto se debe a la reacción de Maillard durante la última etapa del horneado. Asimismo, los valores presentados por Salazar, et al. (2021), fueron similares a los obtenidos en esta investigación, ya que los valores de L^* y b^* fueron disminuyendo mientras que a^* aumentó en las muestras de cultivos andinos.

Por otro lado, es importante mencionar que el color de la corteza de cada uno de los muffins fue diferente como se muestra en la Figura 6, al comparar las muestras de oca amarilla y zanahoria blanca con la muestra control presentaron mayor pardeamiento las muestras de tubérculos por la reacción de Maillard. Dewi, Ulandari y Susanto (2021), mencionan que el cambio de color en la corteza se debe a que los azúcares de cada una de las muestras se caramelizaron en la superficie, además la presencia de carotenoides y antocianinas en la oca amarilla como los flavonoides y carotenoides en la zanahoria blanca contribuyen a su color característico, es decir, depende de los pigmentos de cada uno de los tubérculos.

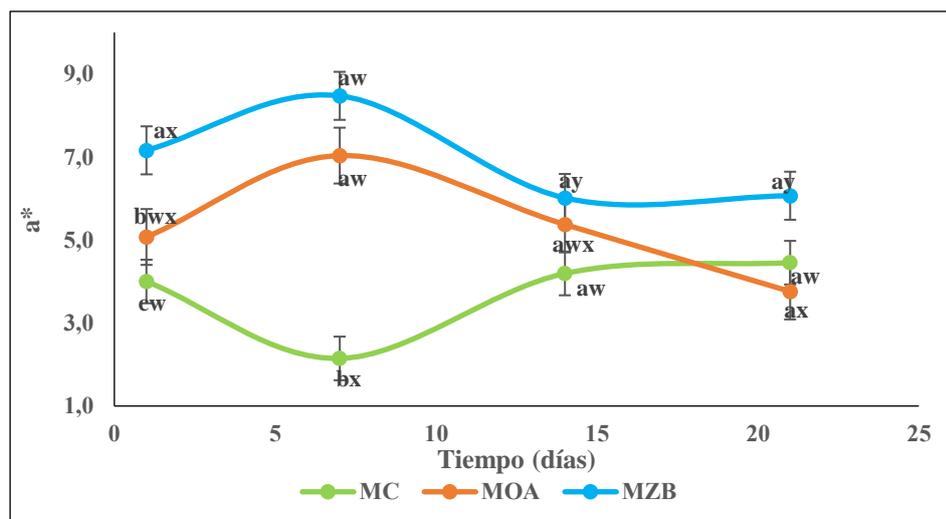


Figura 11. Evolución del parámetro a^* (rojo) la miga de las muestras de muffins de cultivos andinos; MC (muffin control), MOA (muffin de oca amarilla) y MZB (muffin de zanahoria blanca), valores de medias \pm desviación estándar; letras (a,b,c) presentan diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p < 0,05$), letras (w,x,y) presentan diferencias significativas por muestras en el tiempo ($p < 0,05$).

3.3. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial (Figura 12) revelaron en los diferentes parámetros que los muffins de harinas de tubérculos y de control tuvieron una aceptabilidad mayor del 64%, sin embargo, la muestra de oca amarilla presentó el mayor valor que fue el 82%. Con respecto a la apariencia y color tuvieron la misma tendencia, la muestra con mayor valor fue el muffin de oca amarilla. Por otro lado, en los parámetros de olor, textura y sabor la muestra con mayor valor fue el control, sin embargo, los valores del muffin de oca amarilla fueron muy cercanos y no existió diferencia numérica como se muestra en la Figura 13. La muestra de zanahoria blanca presentó los valores más bajos de los diferentes parámetros, ya que los catadores lo describen como nuevos sabores jamás antes degustados, además de presentar una ligera dureza en comparación con las otras muestras. Al comparar con los resultados presentados en la investigación del uso de *Oxalis tuberosa* en la fabricación de productos sin gluten por Vera, Manzano y Hernandez (2018), tuvieron una aceptabilidad muy similar al control (harina de trigo), ya que con la sustitución del 6% de harina de oca no presentó diferencia significativa con los parámetros de apariencia, sabor, olor y color en comparación al control (trigo). Por otro lado, en los resultados en el estudio sensorial de la sustitución parcial de trigo por zanahoria blanca en la elaboración de pan por Cobo et al. (2013), tuvieron una

aceptabilidad “buena” la muestra del 10% de sustitución de zanahoria blanca, los catadores puntuaron en 3.6, ya que 18 respuestas se encontró en un rango “me gusta” y “me gusta mucho”.

Asimismo, en la investigación del desarrollo de muffins con cultivos andinos por Silva (2019), el mayor índice de aceptabilidad fue en la muestra con la elaboración de harina de oca, achira, mashua y sucralosa mientras que la menos aceptada fue el muffin de harina de camote, achira, mashua y sacarosa. Por otro lado, en la investigación del pan inglés sin gluten adicionado con harina *Oxalis tuberosa* por Campos-Montiel et al. (2018), mencionan que la muestra con mayor aceptabilidad fue la RPF (13.2% de sustitución de oca) con una puntuación de 4.8 y el no aceptado fue el control con una puntuación de 3.5 que se encuentra en “no me gusta” en la escala hedónica.

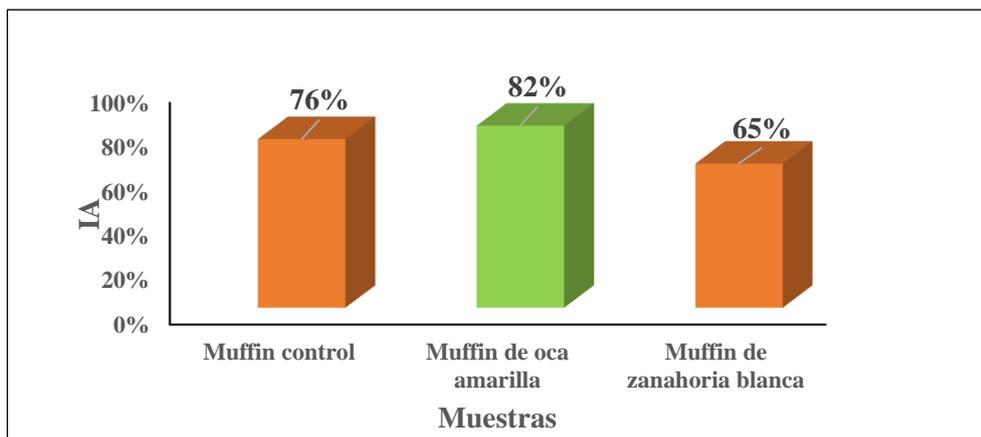


Figura 12. Índice de aceptabilidad de los muffins elaborados.

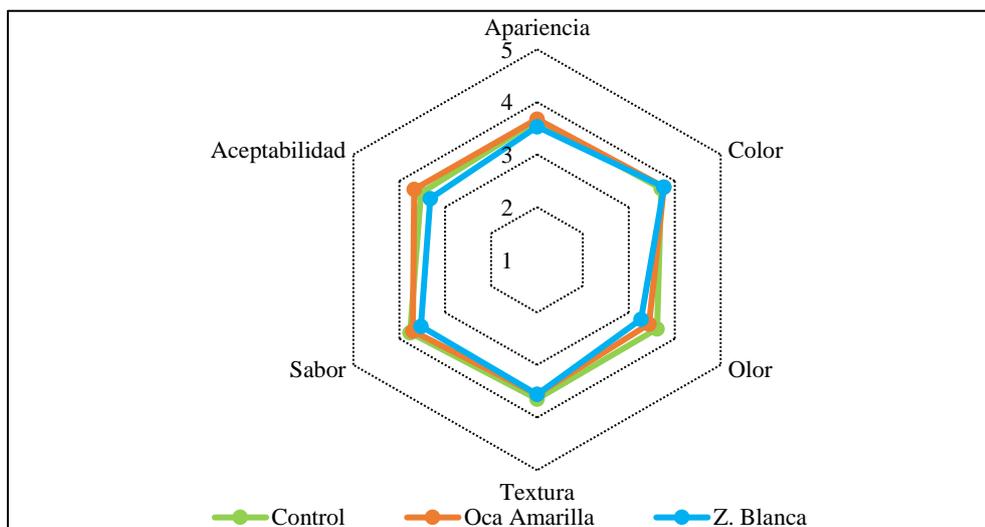


Figura 13. Análisis sensorial de los muffins elaborados.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La evaluación preliminar de las mezclas de harina con la fase líquida permitió establecer la mejor formulación desde el punto de vista cualitativo sensorial (35% de harina y 65% de fase líquida). Las propiedades tecnológicas de las harinas de tubérculos (oca amarilla y zanahoria blanca) permitieron obtener un producto con equilibrio en tamaño, forma y sabor.
- El análisis de las muestras de muffin de oca amarilla y zanahoria blanca mostraron un pH alcalino y una baja acidez a lo largo del almacenamiento, por otro lado, en el análisis nutricional los muffins de tubérculos fueron superiores en la mayoría de los parámetros por el contenido de azúcares, flavonoides, carotenoides y antocianinas a excepción del contenido de proteína y grasa que fue mayor en el control por la presencia de gluten. Asimismo, al contener azúcares que migran a la corteza impidieron la pérdida de humedad y presentaron mayor adhesividad y masticabilidad, por otro lado, la evolución de color mostró que en la muestra de oca amarilla existe mayor variabilidad debido al mayor contenido de fibra, la reacción de Maillard y caramelización en la miga. Finalmente, el tamaño y número de alveolos fue mayor en el control por su mayor elasticidad y cohesividad, sin embargo, los muffins de tubérculos presentaron una distribución uniforme logrando así una textura esponjosa y ligera.
- El análisis sensorial reveló que la muestra de oca amarilla fue evaluada como “la mejor” obteniendo una puntuación media superior en el índice de aceptabilidad. En contraste, la muestra de zanahoria blanca fue clasificada con la menor aceptabilidad descrita como “sabores nuevos, que no habían sido experimentados”. Esta percepción podría explicar la disminución en la aceptabilidad general de dicha muestra. Sin embargo, una vez que los consumidores se familiaricen con el producto, es posible que los productos sean mejor aceptados gracias a sus propiedades funcionales.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un análisis microbiológico para establecer la calidad microbiológica de los productos desarrollados.
- Desarrollar muffins con harinas de cultivos andinos completos (pulpa + piel) debido al gran contenido de nutrientes que se encuentra en la piel de los cultivos.
- Añadir un sustituto de la azúcar refinada por un edulcorante natural, para que sea un producto más saludable.

MATERIAL DE REFERENCIA

- Acebey, G. (2018). *Elaboración experimental de harina, de consumo humano, a partir de oca amarilla (Oxalis Tuberosa) cultivado en la localidad de Iscayachi, departamento de Tarija*. (Tesis de pregrado), Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija, Bolivia. Retrieved from <https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/279/249>
- Adegbanke, O., y Ilesanmi, P. (2018). Nutritional and Sensory Properties of Cake-Like Snacks Produced from Plantain, Sweet-Potato, Cocoyam and Wheat Flours. *Research Journal of Food Nutrition* 2(1), 20-27.
- Alemán, M., Castillo, B., Márquez, J., Báez, J., Quintero, I., Gandarilla, F., . . . Treviño, M. (2023). Muffin-Type Bakery Product Based on Mexican Mesquite (*Prosopis* spp.) Flour: Texture Profile, Acceptability, and Physicochemical Properties. *Foods*, 12(19), 3587.
- Ali, T. M., Shaikh, M., Mehfooz, T., y Hasnain, A. (2023). Cakes and Muffins. In *Cereal-Based Food Products* (pp. 93-125): Springer.
- Alvariño, G., Cannella, M., Laxalde, F., Nuñez, L., y Solsona, J. (2020). NoGluten: Plataforma de apoyo a la celiacía. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*(18). doi:<https://doi.org/10.36561/ing.18.3>
- Official Methods of Analysis 16th Edition. Total Dietary in Foods-Enzymatic Gravimetric Method, 16th C.F.R. (1997).
- Official methods of analysis of AOAC International. , (2005).
- April, G., Deaconu, A., Cole, D. C., y Batal, M. (2023). Traditional Food Consumption in Andean Ecuador and Associated Consumer Characteristics, Shopping and Eating Habits. *Ecology of Food Nutrition*, 62(5-6), 308-333.
- Armijos, G., Villacrés, E., Quelal, M., Cobeña, G., y Álvarez, J. (2020). Evaluación físico-química y funcional de siete variedades de comote provenientes de Manabí-Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(2).
- Azmoon, E., Saberi, F., Kouhsari, F., Akbari, M., Kieliszek, M., y Vakilinezam, A. (2021). The effects of hydrocolloids-protein mixture as a fat replacer on

- physicochemical characteristics of sugar-free muffin cake: Modeling and optimization. *Foods*, 10(7), 1549.
- Báez, L. (2014). *Teoría de la repostería I* (UPAEP ed. Vol. 1).
- Baquerizo, A. (2023). *Modelado de la cinética de secado e isoterma de adsorción de agua de oca amarilla (Oxalis tuberosa variedad amarilla) y oca roja (Oxalis tuberosa variedad roja)* (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37930>
- Basantes, T., Aragón, J., y Albuja, L. (2022). *Cultivos Andinos de importancia agro productiva y comercial en la Zona 1 del Ecuador* (Vol. 1). Ibarra – Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Battle, M. (2023). Pura naturaleza: Estos son los países con mayor biodiversidad del mundo. Retrieved from https://viajes.nationalgeographic.com/es/a/pura-naturaleza-los-paises-mas-biodiversos-del-mundo_15317
- Bhandari, S. R., Choi, C. S., Rhee, J., Shin, Y. K., Song, J. W., Kim, S.-H., . . . Lee, J. G. (2023). Influence of root color and tissue on phytochemical contents and antioxidant activities in carrot genotypes. *Foods*, 12(1), 120.
- Brandner, S., Becker, T., y Jekle, M. (2022). Gluten–starch interface characteristics and wheat dough rheology—Insights from hybrid artificial systems. *Journal of Food Science*, 87(4), 1375-1385.
- Caicedo, D. (2021). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la extracción de harina de oca por el método tacho abierto. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 28(1), 56-63.
- Campos-Montiel, R., Vicente-Flores, M., Chanona-Pérez, J., Espino-Manzano, S., y Gonzáles de los Montero-Sierra, M. (2018). Physicochemical, rheological and sensory characterization of a gluten-free English bread added with *Oxalis tuberosa* flour Caracterización fisicoquímica, reológica y sensorial de un pan inglés sin gluten adicionado con harina de *Oxalis tuberosa*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(3). doi:10.24275/rmiq/Alim2572
- Cappelli, A., Oliva, N., y Cini, E. (2020). A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Applied Sciences*, 10(18), 6559.

- Castanha, N., Villar, J., Matta, M., Anjos, C., y Augusto, P. (2018). Structure and properties of starches from Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. *Int J Biol Macromol*, 117, 1029-1038. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.06.015
- Cato, L., y Mullan, D. (2020). Chapter 8 - Wheat quality: Wheat breeding and quality testing in Australia. In S. P. Cauvain (Ed.), *Breadmaking (Third Edition)* (pp. 221-259): Woodhead Publishing.
- Chaali, N., Ouazaa, S., Jaramillo-Barrios, C., Carrillo, G., y Pedraza, E. (2020). Edaphoclimatic characterization and crop water requirement of Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) roots in upland production areas. *Scientia Horticulturae*, 272, 109533.
- Cobo, G., Quiroz, M., y Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en la elaboración de pan. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2), C41-C44.
- Coello, J. (2021). *Evaluación nutricional y sensorial de una compota de zanahoria blanca (Acarracacia xantorrhiza) y zapallo (Cucurbita maxima) con harina de lenteja (Lens culinaris)* (Tesis de pregrado), Universidad Agraria del Ecuador, Milagro- Ecuador. Retrieved from <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COELLO%20VELOZ%20JULISSA%20ANNABELL%201.pdf>
- De Souza, E. C., Cordeiro, D. A., Silva, B. S., De Andrade Neves, N., y Schmiele, M. (2022). Development of muffin with the incorporation of olive pomace flour, extra virgin olive oil and hydrolyzed soy protein. *Society Development*, 11(2), e58511226012-e58511226012.
- Dewi, P., Ulandari, D., y Susanto, N. (2021). *Effect of glucomannan addition on physical and sensory characteristic of gluten-free muffin from modified cassava flour and maize flour*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Dingeo, C., Difonzo, G., Paradiso, V., Rizzello, C., y Pontonio, E. (2020). Teff type-I sourdough to produce gluten-free muffin. *Microorganisms*, 8(8), 1149.
- Dutcosky, S. D. (2011a). Análise sensorial de alimentos. In *Análise sensorial de alimentos* (pp. 426-426).
- Dutcosky, S. D. (2011b). *Análisis sensorial de alimentos* (3 ed.). Curitiba.

- EAMI. (2021). *Guía agronómica de ls cultivos representativos del departamento para la realización de las estimaciones agrícolas por métodos indirectos*. Retrieved from <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=1103#:~:text=Consumo%20percapita%3A%201.5%20kilogramos%20%2F%20a%C3%B1o>. Ecuador:
- Gao, J., Brennan, M., Mason, S., y Brennan, C. (2016). Effect of sugar replacement with stevianna and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. *International Journal of Food Science*, 51(9), 1979-1987.
- García-Segovia, P., Moreno, A., Benítez, L. d. R., Logroño, M. A., Fonseca, J. G., y Martínez-Monzó, J. (2017). Effect of Replacement Wheat Flour by a Composite Mix Flour in Sponge Cakes. *Journal of Culinary Science Technology*, 15(2), 89-100.
- Gassi, R. o., Heredia-Zárate, N., Sanjinez-Argandoña, E., Torales, E., Vieira, M., y Da Silva, L. (2016). Substitution of cornmeal for flour of shoots and non-commercial roots of Arracacha (*Arracaria xanthorrhiza* Bancroft) in the processing of semisweet biscuits. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34(1). doi:10.5380/cep.v34i1.48990
- Glorio, P., Bello-Pérez, L. A., Salas, F., y Buleje, E. (2009). Características viscoelásticas y estimaciones de masas moleculares en almidón de oca (*Oxalis tuberosum*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(2), 266-276.
- Goicochea, R., Carolim, M., y Teodoro, J. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3). doi:<https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>
- Gonzalez-Cervantes, M., Palma-Rodríguez, H., Hernandez-Uribe, J., Guzman-Ortiz, F., y Vargas-Torres, A. (2020). Effect of Two Different Drying Methods on Molecular Structure, In Vitro Digestibility and Chemical Properties of Oca Tuber Flour. *Starch - Stärke*, 72(9-10). doi:10.1002/star.202000037
- Graca, C., Raymundo, A., y Sousa, I. (2022). Yogurt and curd cheese as alternative ingredients to improve the gluten-free breadmaking. *Frontiers in nutrition*, 9, 2397.

- Gunasekara, D., Bulathgama, A., y Wickramasinghe, I. (2021). Comparison of Different Hydrocolloids on the Novel Development of Muffins from “Purple Yam”(*Dioscorea alata*) Flour in Sensory, Textural, and Nutritional Aspects. *International Journal of Food Science*, 2021.
- Hassan, N., Zulkifli, N., y Ho, L. H. (2019). Physical and sensory evaluation of muffin incorporated with rubber seed (*Hevea brasiliensis*) flour, pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour and cassava (*Manihot esculenta crantz*) flour. *Journal of Agrobiotechnology*, 10(1S), 1-12.
- Hou, R. (2020). Investigation of nutritional content, texture analysis, and sensory evaluation of steamed cupcakes produced from gluten-free purple sweet potato flour. *Nutrition Health*
- ISO 18747. (2017). Foodstuffs -Determination of water activity.
- Jacobsen, S. E., Mujica, A., y Ortiz, R. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología Y Antropología*, 13(36), 14-24.
- Khan, S., Rustagi, S., y Singh, A. (2022). Optimization of composite flour-based sugar-free muffins. *Emergent Life Sciences Research*, 8, 31-40.
- Krupa, U., Drabińska, N., Rosell, C., Piłat, B., Starowicz, M., Jeliński, T., y Szmatołowicz, B. J. F. (2020). High-quality gluten-free sponge cakes without sucrose: Inulin-type fructans as sugar alternatives. *Foods*, 9(12), 1735.
- Kumar, L., Sanath Kumar, H., Tejpal, C., Anas, K., Nayak, B., Sarika, K., . . . Ravishankar, C. (2021). Exploring the physical and quality attributes of muffins incorporated with microencapsulated squalene as a functional food additive. *Journal of Food Science Technology*, 1-11.
- Lancetti, R., Palavecino, P., Bustos, M., y Leon, A. (2020). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour obtention: Effect of process conditions on quality attributes and its incorporation in gluten-free muffins. *LWT*, 125, 109217.
- Leidi, E. O., Altamirano, A., Mercado, G., Rodríguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., . . . Jacobsen, S. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51, 86-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.007>
- Luziatelli, G., Alandia, G., Rodríguez, J., Manrique, I., Jacobsen, S., y Sørensen, M. (2023). Ethnobotany of Andean minor tuber crops: tradition and innovation—

- Oca (*Oxalis tuberosa* Molina—Oxalidaceae), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pav.—Tropaeoleaceae) and Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas—Basellaceae). *Variedades y variedades locales*, 79-100.
- Luziatelli, G., Sørensen, M., y Jacobsen, S. (2020). Current uses of andean roots and tuber crops in south American gourmet restaurants. *International Journal of Gastronomy Food Science* 22, 100270.
- Mariaca, C., Zapata, M., y Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica* 24(3), 162-173.
- Mazón, N., Castillo, R., Hermann, M., y Espinosa, P. (1996). *La arracacha o zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en Ecuador* (INIAP ed. Vol. 67). Ecuador.
- Memariani, Z., Farzaei, M. H., Ali, A., y Momtaz, S. (2020). Nutritional and bioactive characterization of unexplored food rich in phytonutrients. In *Phytonutrients in Food* (pp. 157-175): Elsevier.
- Mohammadi, M., Salami, M., Yarmand, M., Emam-Djomeh, Z., y McClements, D. (2022). Production and characterization of functional bakery goods enriched with bioactive peptides obtained from enzymatic hydrolysis of lentil protein. *Journal of Food Measurement Characterization* 16(5), 3402-3409.
- Montealegre, Á., Celada, P., Bastida, S., y Sánchez-Muniz, F. (2018). Acerca de la enfermedad celiaca. Breve historia de la celiacuía. *Journal of Negative No Positive Results*, 3(12), 980-997. doi:<https://doi.org/10.19230/jonnpr.2813>
- Morillo, E., Madeira, N., y Jaimez, R. (2020). Arracacha. In *Carrots and related Apiaceae crops* (pp. 245-253): CABI Wallingford UK.
- NTE INEN 3084. (2015). *Mezclas alimenticias. Requisitos*. Quito Retrieved from http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte_inen_3084.pdf
- Núñez, B. (2017). *Efecto de aceites de soya (Glycine max), oliva (Olea europaea) y palma (Arecaceae) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y trigo (Triticum aestivum)*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

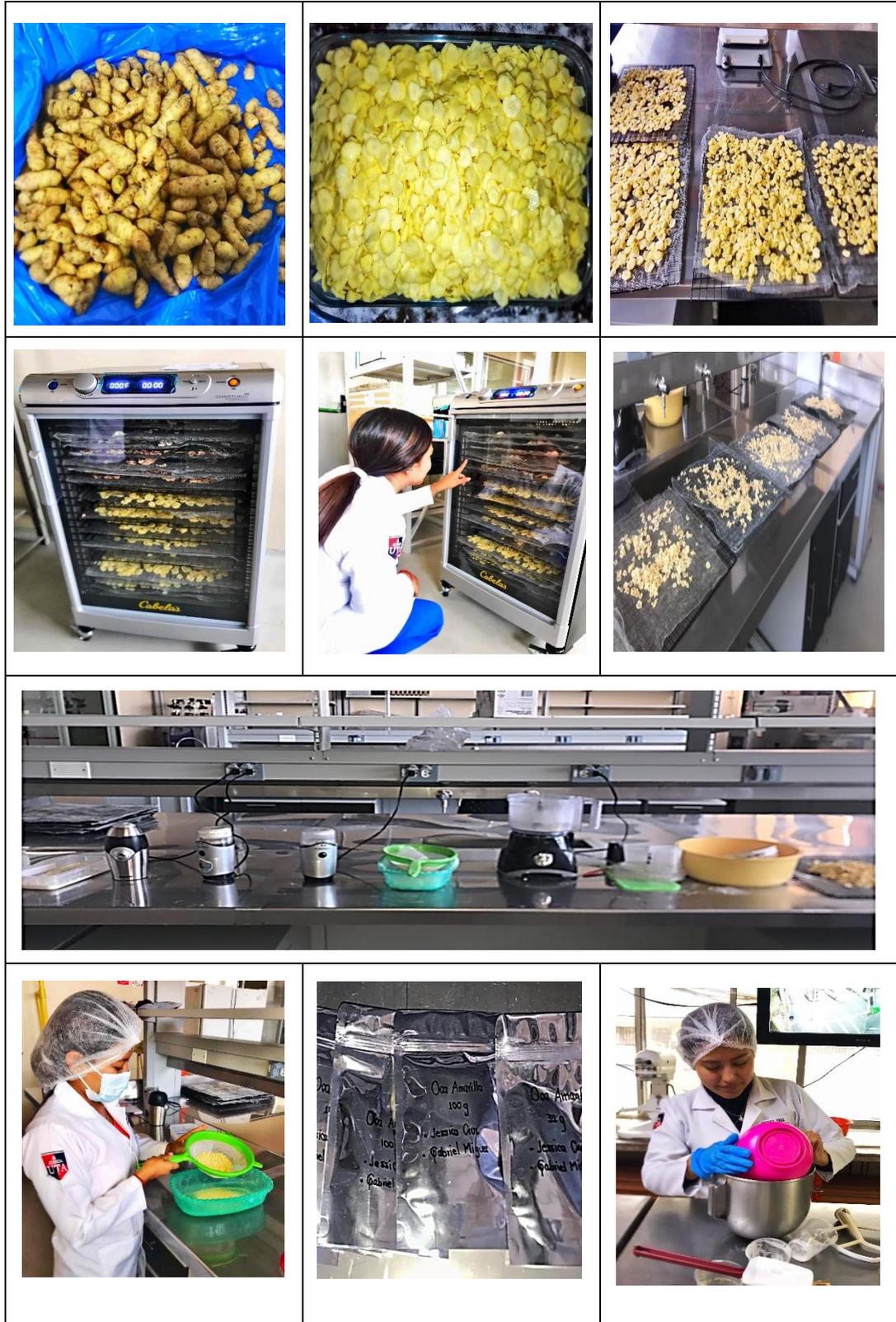
- Ocaña, I. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados* Universidad Técnica de Ambato, Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>
- Oktriandi, E., Nurminah, M., y Lubis, Z. (2021). *Cupcake from composite flour based on natural local resources (modified breadfruit, purple sweet potato, mocaf, saga seed)*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Ore Areche, F., Aguirre Huayhua, L., y Ticsihua Huaman, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 4(12), 200-210.
- Ore , F., Muñoz, R., Ruiz, A., y Corilla, D. (2022). Antioxidant activity of the functional drink from the stem extract of *Oxalis tuberosa* Mol. and heat-treated *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer juice. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 545-556.
- Ortiz, C., Valenzuela, R., y Lucero Alvarez, Y. (2017). Celiac disease, non celiac gluten sensitivity and wheat allergy: comparison of 3 different diseases triggered by the same food. *Revista Chilena de Pediatría*, 8(3). doi:<https://doi.org/10.4067/S0370-41062017000300017>
- Pacheco, M., Hernández-Hernández, O., Moreno, F., y Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35. doi:10.1016/j.fbio.2020.100601
- Pérez, E. (2019). *Biblioteca de agropecuarias*. (Doctoral), Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Pinzon, M., Sanchez, L., y Villa, C. (2020). Chemical, structural, and thermal characterization of starches from four yellow Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots produced in Colombia. *Heliyon*, 6(8).
- Ponce, N. C. (2014). *Tubérculos andinos: conservación y uso desde una perspectiva agroecológica*: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., y Frutos, V. (2018). Morphotypes of *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (White carrot) from Ecuador, as a source of germplasm variability. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 281-286. doi:10.17268/sci.agropecu.2018.02.13

- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., y Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, *11*(9), 1693.
- Salazar, D., Arancibia, M., Silva, D. R., López-Caballero, M. E., y Montero, M. P. (2021). Exploring the Potential of Andean Crops for the Production of Gluten-Free Muffins. *Agronomy*, *11*(8). doi:10.3390/agronomy11081642
- Santillán, L. B., Moreno, M. P., Martínez-Monzó, J., y García-Segovia, P. (2016). Propiedades funcionales de tubérculos nativos de la región andina de Chimborazo (Ecuador): una revisión. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, *22*(4), 28-33. doi:10.14642
- Sciammaro, L. P., Ferrero, C., y Puppo, M. C. (2018). Gluten-free baked muffins developed with *Prosopis alba* flour. *LWT*, *98*, 568-576.
- Silva, D. (2019). *Aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrautilizados para el desarrollo de un producto de pastelería tipo muffin* (Tesis de pregrado), Aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrautilizados para el desarrollo de un producto de pastelería tipo muffin Ambato, Ecuador. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29413/1/AL%20701.pdf>
- Šmídová, Z., y Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, *11*(3), 480.
- Tamaroh, S., y Sudrajat, A. (2021). Antioxidative characteristics and sensory acceptability of bread substituted with purple yam (*Dioscorea alata* L.). *International Journal of Food Science*, 2021.
- Velásquez-Barreto, F., y Velezmoro, C. (2018). Propiedades reológicas y viscoelásticas de almidones de tubérculos andinos. *Scientia Agropecuaria*, *9*(2), 189-197.
- Velasquez, F., y Bello-Pérez, L. (2023). Chemical, structural, technological properties and applications of Andean tuber starches: A review. *Food Reviews International*, *39*(3), 1293-1308.
- Vera, N., Manzano, S., y Hernandez, H. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Alternative and Replacement Foods* (pp. 167-175): Elsevier.

- Villacres, E., Pomboza, P., Valle, M., Lalaleo, L., y Vargas, H. (2018). The effect of sunlight on the content of thiocyanates, sugars and starches in accessions of *tropaeolum tuberosum* ruíz & pavón. *Italian Journal of Food Science*, 126-135.
- Villacrés, E., Quelal, M., y Álvarez, J. (2020). *Nutrición, procesamiento y gastronomía de raíces y tubérculos Andinos del Ecuador: Una revisión bibliográfica de la papa, melloco, oca, mashua, zanahoria blanca y jícama* (Centro Internacional de la Papa ed.). Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarios.
- Winn, Z. J., Larkin, D. L., Murry, J. T., Moon, D. E., y Mason, R. E. (2021). Phenotyping Anther Extrusion of Wheat Using Image Analysis. *Agronomy*, 11(6). doi:10.3390/agronomy11061244
- Zhu, F., y Cui, R. (2020). Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Int J Biol Macromol*, 148, 601-607. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028
- Zielińska, E., Pankiewicz, U., y Sujka, M. (2021). Nutritional, physiochemical, and biological value of muffins enriched with edible insects flour. *Antioxidants*, 10(7), 1122.
- Zierer, W., Rüscher, D., Sonnewald, U., y Sonnewald, S. (2021). Tuber and tuberous root development. *Annual review of plant biology*, 72, 551-580.

ANEXOS

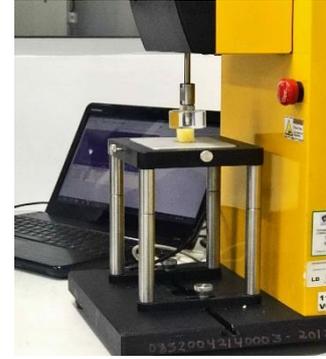
Anexo 1. Obtención y elaboración de muffins de oca amarilla y zanahoria blanca y control.





Anexo 2. Análisis realizados de los muffins de oca amarilla, zanahoria blanca y control.

Análisis de textura



Análisis de colorimetría



Análisis de actividad de agua



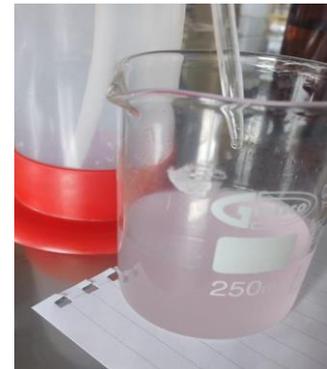
Análisis de humedad



Análisis de pH



Análisis de acidez



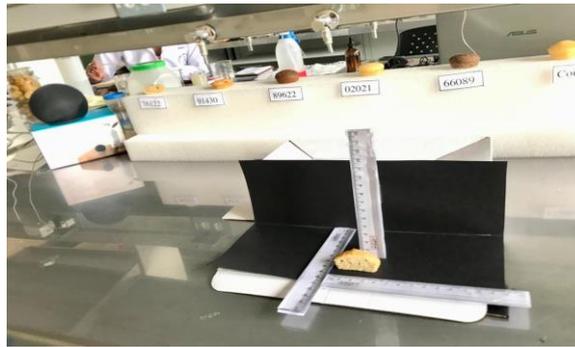
Análisis de proteína, grasa y fibra dietética total



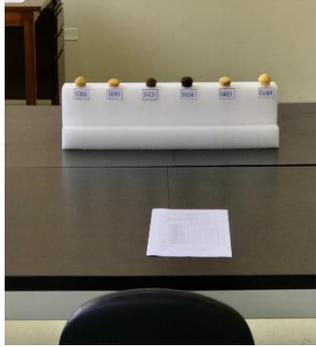
Análisis de cenizas



Análisis de tamaño de alveolo



Análisis sensorial



Anexo 3. Resultados LACONAL de muffin de oca amarilla.



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

01175

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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:23-215		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-215		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 23 de octubre de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 24 al 31 de octubre de 2023					
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC:	1850177773				
Representante: Jéssica Cruz	TIF:	0987569078				
Dirección: Ambato	Email:	jcruz7773@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Muffin de oca amarilla	Peso:	220g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	envase de aluminio				
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: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	22 de octubre de 2023				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Muffin de Oca amarilla	21523422	Ninguno	*Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	5,61
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	7,97
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	9,82
Conds. Ambientales: 21,0°C; 47,1%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: 01 de noviembre de 2023						

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. Sólo 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".



Anexo 4. Resultados LACONAL de muffin de zanahoria blanca.



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

01172

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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:23-210		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-210		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción:	23 de octubre de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 24 al 27 de octubre de 2023				
Información del cliente:						
Empresa:		C.I./RUC: 1850177773				
Representante:	Jéssica Cruz	Tlf: 0987569078				
Dirección:	Ambato	Email: jcruz7773@uta.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
Descripción de las muestras:						
Producto:	Muffin de Zanahoria Blanca	Peso: 200g				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: envase de aluminio				
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: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 22 de octubre de 2023				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Muffin de Zanahoria Blanca	21023417	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	7,86
			*Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	6,19
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 22, 2023	%	8,02
Conds. Ambientales: 21,0°C; 53,0%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: 01 de noviembre de 2023						

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. Sólo 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".

Anexo 5. Resultados LACONAL de muffin de control- trigo.



LACONAL
LABORATORIO DE CONTROL
Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

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

01173



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 10-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:23-211		R01-7.8 03				
Solicitud N°: 23-211		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción:	23 de octubre de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 24 al 27 de octubre de 2023				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 1850177773					
Representante:	Jéssica Cruz; Estefanía Alvarado; Marjorie Galora; Sharon López y Gabriel Míguez	TIF: 0987569078				
Dirección:	Ambato	Email: jcruz7773@uta.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
Descripción de las muestras:						
Producto:	Muffin de Trigo	Peso: 205g				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: envase de aluminio				
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: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 22 de octubre de 2023				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Muffin de Trigo	21123418	Control	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	12,8
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	9,65
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985 29. Ed. 22, 2023	%	6,62

Anexo 6. Hoja de catación para el análisis sensorial de los muffins (día 1).

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”

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

- Se le entregara muestras, cada identificada como muestra **XXXX**
- 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.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de muffin y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	Muestras					Control
		Muestra 1 (07888)	Muestra 2 (18500)	Muestra 3 (04233)	Muestra 4 (180544)	Muestra 5 (84633)	
APARIENCIA	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
COLOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
OLOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
TEXTURA	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
SABOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
ACEPTABILIDAD	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!

Anexo 7. Hoja de catación para el análisis sensorial de los muffins (día 2).

**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”

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

- Se le entregara muestras, cada identificada como muestra 1,2,3,4,5
- 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.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de muffin y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	Muestras					Control
		Muestra 1 (BGA)	Muestra 2 (DSW)	Muestra 3 (XAH)	Muestra 4 (ORT)	Muestra 5 (PTW)	
APARIENCIA	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
COLOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
OLOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
TEXTURA	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
SABOR	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. Ni me gusta ni me disgusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
ACEPTABILIDAD	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!