



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 camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción de Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

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

Autora: Sharon Lorena López Narváez

Tutor: Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph.D

Ambato – Ecuador

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Diego Manolo Salazar Garcés Ph.D

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 la Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 08 de Enero del 2024

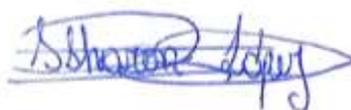
Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph.D

C.I. 1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Sharon Lorena López Narváez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Sharon Lorena López Narváez

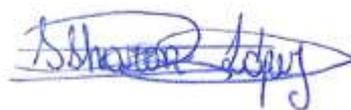
C.I. 1850366608

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él un 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.



Sharon Lorena López Narváz

C.I. 1850366608

AUTOR

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 constancia firman:

Presidente de Tribunal

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

1802171353

Dr. Rodny David Peñafiel Ayala

1712283520

Ambato, 24 de enero del 2024

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico de manera muy especial a mis padres, a mi mami Isa por haberme dado su apoyo, cariño y su ejemplo de perseverancia para lograr alcanzar todos mis sueños y metas. Por ser la mejor mamá.

A Dios y a la Virgen Morenita por brindarme salud, sabiduría y vida en toda la etapa de mis estudios.

A mi hermano Leo, por brindarme su apoyo, comprensión y motivarme a salir adelante sin importar las adversidades. Por ser mi inspiración a ser como tú.

A mi novio Víctor, por siempre motivarme a no dejar que me dé por vencida, por el apoyo y el amor. Por ser mi apoyo emocional. Te admiro.

A mi amiga y compañera de toda la carrera Judith, por brindarme su apoyo y fuerzas desde el inicio hasta el final. Por ser una maravillosa persona.

Y finalmente a mí, por tanta dedicación, esfuerzo y paciencia.

Sharon Lorena López Narvárez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por brindarme salud y sabiduría para alcanzar todas las metas en mi vida.

A mi tutor, Ing. Diego Salazar por su apoyo, conocimiento, consejos y sobre todo paciencia, que me brindó en este trabajo de investigación.

A Don Pan y sus colaboradores que siempre estuvieron prestos a apoyarme en este trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por darme la oportunidad de ingresar a la Carrera de Alimentos y culminarla con éxito, de la cual me siento orgullosa.

A todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron presentes conmigo, con su amistad y mano amiga.

A todos ustedes con cariño

Sharon Lorena López Narváz

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.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO 1.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1. Cultivos andinos.....	2
1.1.2. Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.).....	3
1.1.3. Papa china (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott).....	5
1.1.4. Productos de repostería.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo General.....	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
METODOLOGÍA.....	9
2.1. Determinación de la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de un producto de pastelería tipo muffins.....	9
Materia prima.....	9

2.1.1. Proceso de obtención de harina	9
2.1.2. Elaboración de muffins	9
2.1.3. Determinación del mejor tratamiento	10
2.2. Determinación de las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado.....	10
2.2.1. Propiedades físico químicas.....	10
Actividad de agua	10
pH y acidez titulable	10
2.2.2. Composición proximal.....	10
Humedad.....	10
Proteína	11
Fibra	11
Grasa	12
Carbohidratos.....	13
Cenizas.....	13
2.2.3. Contenido Calórico	14
2.2.4. Textura	14
2.2.5. Color	14
2.2.6. Tamaño de alveolo	14
2.3. Evaluación de la calidad sensorial del muffin elaborado utilizando cultivos andinos infrautilizados.	14
2.3.1. Características Sensoriales.....	14
2.4. Diseño experimental y análisis estadístico	15
CAPITULO III.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1. Análisis preliminares	16
Concentración óptima de harinas.....	16

3.2. Propiedades fisicoquímicas, nutricionales y de textura del muffin elaborado	18
3.2.3. Composición proximal.....	20
3.2.4. Análisis de textura.....	24
3.2.6. Evolución de pH, acidez y color durante el almacenamiento.....	26
pH.....	26
Acidez.....	28
Color.....	29
3.3. Análisis sensorial	32
CAPÍTULO IV	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1. Conclusiones	34
4.2. Recomendaciones	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la papa china (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	6
Tabla 3. Capacidad de las mezclas de harinas para formar un producto esponjoso.	17
Tabla 4. pH, acidez y actividad de agua de los muffins desarrollados con harina de trigo, camote morado y papa china	19
Tabla 5. Análisis proximal de los muffins desarrollados con harina de trigo, camote morado y papa china	23
Tabla 6. Parámetros del perfil de textura de muffins elaborados con harina de trigo, camote morado y papa china	25
Tabla 7. Número de alveolos registrados en los muffins elaborados con harina de trigo, camote morado y papa china.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)	3
Figura 2. Papa china (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	5
Figura 3. Índice de aceptabilidad de las mezclas de harinas de cultivos andinos	18
Figura 4. Tamaño y percepción de los alveolos de “muffins” formulados con harina de cultivos andinos.	26
Figura 5. Evolución del pH en los diferentes muffins durante 21 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones y de la desviación estándar. Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0.05$).	28
Figura 6. Evolución de la acidez en los diferentes muffins durante 21 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones y de la desviación	

estándar. Las letras (a, b) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).	29
Figura 7. Variación de la luminosidad en función del tiempo (días). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).	30
Figura 8. Variación de la tendencia de rojos en función del tiempo (días). Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).	31
Figura 9. Variación de la tendencia de amarillos en función del tiempo (días). Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).	32
Figura 10. Perfil sensorial de los muffins elaborados con harinas de Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.) y Papa China (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las harinas del camote morado y de la papa china	45
Anexo 2. Elaboración de los muffins con harinas de Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.) y Papa China (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	46
Anexo 3. Análisis fisicoquímicos	47
Anexo 4. Análisis de la composición proximal	47
Anexo 5. Evaluación sensorial	48
Anexo 6. Determinación de colorimetría y alveolos de los muffins	49
Anexo 7. Análisis de textura	49
Anexo 8. Análisis de LACONAL del muffin de harina de camote morado	50

Anexo 9. Análisis de LACONAL del muffin de harina de papa china.....	51
Anexo 10. Análisis de LACONAL del muffin de harina de trigo (control)	52
Anexo 11. Hoja de la cata de la evaluación sensoria	53

RESUMEN EJECUTIVO

Las modificaciones de estilo de consumo en la población han generado que la industria alimentaria este constantemente en búsqueda del desarrollo de nuevos e innovadores alimentos en base a productos no convencionales como los cultivos andinos. Los cultivos andinos pese a su valor nutricional han sido infrautilizados y no se aprovecha su valor nutricional en el desarrollo de alimentos. En el presente trabajo se evaluó la utilización de las harinas de cultivos andinos como el camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y la papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para elaborar muffins libres de gluten.

Se plantearon tres formulaciones, con harina de trigo como muestra control, con harina de papa china y con harina de camote morado; los ingredientes líquidos utilizados en el desarrollo de la fórmula fueron aceite, huevos, yogurt, polvo de hornear y azúcar. Los resultados mostraron que los muffins en los que se incluye 35 por ciento de harina y 65 por ciento de fase líquida tienen los mejores atributos.

En las propiedades fisicoquímicas, de textura, sensoriales y en la composición proximal, los resultados evidenciaron que las harinas si influyeron significativamente en los productos obtenidos. La muestra de papa china presentó valores altos de humedad, proteína y fibra dietética. En cambio, la muestra de camote morado tuvo mayor contenido en carbohidratos, grasa, con mayor dureza y masticabilidad. La evaluación sensorial permitió establecer que la formulación desarrollada con harina de papa china fue la que mejor aceptabilidad presentó entre los catadores.

Palabras clave: Cultivos andinos; Muffins, Camote morado; Papa china

ABSTRACT

Changes in the consumption style of the population have resulted in the food industry constantly searching for the development of new and innovative foods based on non-conventional products such as Andean crops. Despite their nutritional value, Andean crops are underutilized, and their nutritional value is not used in food development. In the present work, the use of flours from Andean crops such as purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and Chinese potato (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) to produce gluten-free muffins was evaluated.

Three formulations were proposed, with wheat flour as the control sample, Chinese potato flour, and purple sweet potato flour; the liquid ingredients used in the development of the formula were oil, eggs, yogurt, baking powder, and sugar. The results showed that muffins with 35 percent flour and 65 percent liquid phase exhibited the best attributes.

The results showed that flour had a significant influence on the physicochemical, textural, sensory, and proximal composition properties. The Chinese potato samples had high values of moisture, protein, and dietary fiber. In contrast, the purple sweet potato sample had a higher carbohydrate and fat content, with greater hardness and chewiness. Sensory evaluation established that the formulation developed with Chinese potato flour presented the best acceptability among the tasters.

Key words: Andean crops; Muffins; Purple sweet potato; Chinese potato.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Durante los últimos años, la industria de panificación junto con la de pastelería han desarrollado y generado un importante rubro de productos que se desarrollan a partir de harina, principalmente de trigo (Andrade y Chonillo, 2018). No obstante, el uso de trigo y de productos que contienen gluten, han generado un problema de salud para las personas intolerantes o alérgicas a este componente de los alimentos. Varios estudios han confirmado que alrededor del 1 % de la población mundial padece esta enfermedad (Pellegrini y Agostoni, 2015). Por otra parte, las modificaciones de estilo de vida se han relacionado con los cambios ocasionados por la calidad y cantidad de los alimentos consumidos, lo que ha generado la prevalencia de enfermedades no transmisibles como la obesidad y la diabetes (Aggarwal, Sabikhi y Sathish, 2016). Según Ahmad y Ahsan (2016) los alimentos no solo sirven para calmar el hambre, sino que aportan nutrientes y previenen enfermedades tanto mentales como físicas.

La industria panadera se ha visto en la obligación de desarrollar productos que se adapten a todas las necesidades específicas de los consumidores, como las personas con enfermedad diabética, celiaca y otros (Nieto et al., 2022). De acuerdo con Cobos, Hernández y Remes (2017) los trastornos generados por el consumo de gluten representan un reto en la actualidad, esto debido a que produce efectos nocivos en la salud y la mayor parte de productos de panadería y panificación se producen con harina de trigo (alto contenido de gluten). El gluten se encuentra principalmente en los cereales más consumidos a nivel mundial como lo son el trigo, el centeno y la cebada. Según Parada y Araya (2010) un tratamiento adecuado para combatir esta enfermedad celiaca es el retirar el gluten de la dieta del consumidor, o que este por debajo de las 3 partes por millón (ppm) (Estévez y Araya, 2016).

Por otra parte, el desarrollo tecnológico para proporcionar una solución viable es el empleo de cultivos andinos en los productos de panificación que tienen como característica la ausencia de gluten junto con un alto contenido nutricional. Suquilanda

(2012) menciona que los cultivos andinos son fuentes de energía, proteínas, vitaminas y minerales, lo que podría mejorar la dieta y el estado nutricional.

1.1.1. Cultivos andinos

La región andina es una zona de grandes cultivos alimentarios que han sido domesticados por los pueblos propios hace miles de años (INIAP, 2004) . Con el avance del tiempo, estos cultivos han tomado gran importancia debido a sus ventajas competitivas en comparación a otros países y regiones (Jacobsen, Mujica y Ortiz, 2003). Entre los principales cultivos se destacan las siguientes especies: jícama (*Smallanthus sonchifolius*), melloco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*), miso (*Mirabilis expansa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), achira (*Canna edulis*), la ahípa (*Pachyrhizus ahípa*) y el camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). En este sentido, Villacrés, Quelal y Alvarez (2013) mencionan que los cultivos andinos han cumplido un rol sustancial en la seguridad alimentaria de la población andina. Tiene aportes en la nutrición y en la dieta humana, no obstante, los cultivos andinos poseen características en común como fuentes de energía y proteína. A pesar de sus cualidades, los cultivos andinos se encuentran alejados de los sistemas de producción orientados a la producción masiva debido a la presencia de cultivos más económicos y rentables.

Los cultivos andinos desde hace siglos han conformado la dieta de sus distintas civilizaciones originarias de América del norte y del sur (Tapia y Fries, 2007). En la actualidad, los cultivos andinos a pesar de su calidad nutricional y propiedades tecnológicas han sido relegados por cultivos más económicos como el arroz y la papa. Así mismo, estos tipos de cultivos se están perdiendo debido al desconocimiento y escaso consumo en las nuevas generaciones (Basantés, Aragón y Albuja, 2022). Las características principales que poseen los cultivos andinos se enfocan en su resistencia a la sequía, salinidad, ataques por insectos y heladas (Jacobsen et al., 2003). Los cultivos andinos en la actualidad cubren áreas aproximadamente de 150 000 hectáreas en los Andes, estimando que alrededor de 500 000 familias campesinas podrían tener parcelas con varios de estos cultivos que únicamente se destinan para autoconsumo (Basantés et al., 2022). La importancia de estos cultivos se enfoca en la nutrición y en la seguridad familiar, que a su vez radica en los recursos disponibles para mejorar la variedad de los alimentos; benefician el estado nutricional debido a la combinación de

la fibra dietética, minerales, vitaminas y proteínas; conservan el suelo; son resistentes a las plagas; actúan como barrera ecológica cuando se intercalan con otros cultivos, además de beneficiar a los productores (Suquilanda, 2012).

1.1.2. Camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

El camote o batata (Figura 1) corresponde a la familia de las *Convolvulaceae* y es propia de América (Huamán, 1992). Vidal, Zaucedo y Ramos (2018) mencionan que el camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), es un tubérculo considerado como alimento funcional debido a su composición nutrimental rica en fibra, reducida en grasa, con componentes antioxidantes como el retinol, vitamina C, fenoles, entre otros. El camote es un tubérculo que contiene agua, proteínas, lípidos, grasas, fibra, aminoácidos, vitaminas, almidón y minerales (Benavides, 2011). La composición nutricional del camote morado presenta un alto contenido de almidón, especialmente de la amilopectina, con un 60-70%, esta se caracteriza por ser de fácil digestión (Solís, 2011). Además, este es cultivado en más de 82 países, sobre todo de América Latina y de Centro América. Los estudios con este tubérculo muestran que tiene propiedades funcionales como la prevención de enfermedades como el cáncer (Vidal et al., 2018), diabetes (Félix y Vivanco, 2015), obesidad (Benavides, 2011) y reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Johnson y Pace, 2010).

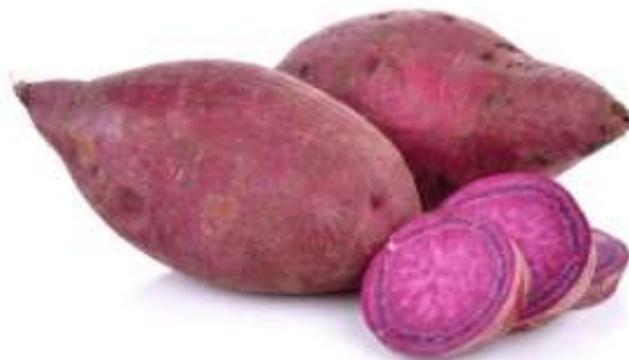


Figura 1. Camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

El camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) se produce en el Ecuador con relativa facilidad, debido a que se adapta fácilmente a los distintos tipos de suelos que existen, sobre todo en las zonas de las provincias Pichincha, Imbabura, Morona Santiago, Guayas, Loja, Pastaza y Manabí (Pinto, 2012). Según Tique, Chaves y Zurita (2009)

el camote morado tiene su origen en el continente americano, en donde se han encontrado estudios que mencionan que su principal diversidad genética se encuentra entre los países de Ecuador, Perú y Colombia. El camote ha recibido cada vez más atención debido a que sus condiciones de cultivo se adaptan fácilmente a diferentes condiciones ambientales, a zonas con suelos pobres de fertilidad y a una inadecuada humedad (Oggema, Kinyua, Ouma y Owuoche, 2007). Según Cobeña, Cañarte, Mendoza, Cárdenas y Guzmán (2017) el camote es catalogado como una planta “humilde”, no obstante, es un alimento con un alto valor energético y proteico. Por otra parte, su cultivo presenta ventajas como la rusticidad, alta productividad y una propagación vegetativa (Basurto et al., 2018). Es importante destacar que el camote tiene un gran potencial desde el punto gastronómico por su versatilidad en preparaciones como el dulce de camote (Meléndez y Hirose, 2018) y en guarniciones (Benavides, 2011). Solís (2011) menciona que el camote morado al ser un cultivo versátil, se lo puede usar para ensilaje (tubérculo, follaje), fresco para preparaciones culinarias como sopas y seco para hojuelas como snack.

La clasificación taxonómica del camote morado se muestra en la Tabla 1. Los valores reportados corresponden al estudio de Tropicicos (2023).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Parámetro	Descripción
Grupo	Dicotiledónea
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Asteranae Takht.
Orden	Solanales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Convolvulaceae Juss.
Género	<i>Ipomoea</i> L.
Especie	<i>Ipomoea batatas</i> (L) Lam.

El cultivo de camote morado según Basurto et al. (2018) en el Ecuador alcanza hasta los 3000 m de altitud. Además, es contemplado como una especie que posiblemente pueda ayudar a resolver problemas de seguridad alimentaria debido a sus altas concentraciones de magnesio que favorece a la salud sanguínea, arterial y muscular (Vidal et al., 2018). En varios países latinoamericanos el camote morado es parte de la dieta, dando un aporte aproximando del 20 % de la ingesta calórica, en otros lugares como Australia, Oceanía y Asia ha tomado el segundo lugar como un cultivo importante, después del arroz (Cobeña et al., 2017).

1.1.3. Papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

La papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) (Figura 2), es una planta herbácea que produce un tubérculo llamado cormo. Este cultivo se caracteriza por ser resistente a plagas y enfermedades (Espinoza, 2019). Algunas investigaciones han revelado que la papa china fue de los principales cultivos realizados por el ser humano en el período del neolítico (Lasso, 2020). Se conoce que su origen se dio en la región Indo-malaya y se propagó rápidamente a Asia, África y América. Uno de los principales usos de la papa china es en la dieta humana para la producción de harinas y/o en la animal para el desarrollo de ensilajes (Caicedo, Rodríguez y Valle, 2014).



Figura 2. Papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

La papa china es rica en fibra, vitamina C, vitamina B1, vitamina A, hierro, potasio y calcio. Por otra parte, se la considera con mejor valor nutricional que la papa normal debido a su alto contenido en fósforo, proteínas y calcio. La papa china se caracteriza por tener un alto contenido de almidón, proteínas y un buen aporte de fibra (Pino,

Aguilar, Apolo y Sisalema, 2018). Así también, Zhunio (2019) menciona que también posee una gran cantidad de energía y es una excelente fuente de fibra dietética. Según Lozada (2005) la papa china contiene alto contenido de vitamina del complejo B. Con relación a las hojas del cultivo, también se utilizan como fuente de nutrientes por su alto contenido de hierro y proteínas, que son usadas como mezclas alimentarias para los animales (Tardío, 2022).

Es importante destacar que el cultivo de la papa china es asequible y resistente a enfermedades y a plagas (Caicedo et al., 2014). La papa china se ubica en el quinto lugar en el cultivo de tubérculos y raíces a nivel del mundo; mientras que, en el Ecuador es uno de los alimentos más ingeridos por la población por su valor nutricional (Pacheco, 2021). Por otra parte, se han desarrollado alimentos como chips, harinas y postres en base a este cultivo, de igual manera, también se emplea de manera medicinal, ya que se caracteriza por ser hipotensora y antibacteriana (Lasso, 2020). En el Ecuador, la papa china está ubicada principalmente en los territorios del oriente, sobre todo en la provincia de Pastaza (Espinoza, 2019). En la actualidad, a la papa china se la puede encontrar en distintos lugares del mundo, en Ecuador, esta se ubica en las estribaciones exteriores de la cordillera y en aquellas llanuras pertenecientes a los trópicos (Montalván, 2013). En la tabla 2 se muestra la clasificación taxonómica de la papa china reportado por Matthews (2004).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

Parámetro	Descripción
Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Alismatales
Familia:	Araceae
Género:	Colocasia
Especie:	Esculenta
Nombre común:	Papa china, pituca, taro

La papa china se adapta fácilmente a un suelo entre 4,5 -7,5 de pH, requiere condiciones ambientales con temperaturas que van desde los 25 °C hasta los 30 °C. Para que exista un buen desarrollo del cultivo se necesita períodos de 11-12 horas de luz por día. Esto debido a que influye en los aspectos morfológicos como la altura de planta y la cantidad de hojas (Cando y Saant, 2020).

1.1.4. Productos de repostería

La pastelería es un arte que inició con la fabricación de pastas, bollerías y pasteles de manera artesanal, sin la ayuda de maquinarias. Con los avances tecnológicos se ha simplificado el desarrollo y su proceso (Rojas y Valdez, 2021). Los ingredientes principales en la pastelería son las harinas, grasas, aceites, sales, azúcares, agua y levaduras. No obstante, se puede utilizar otros ingredientes complementarios como los aditivos autorizados (colorantes, acidulantes, reguladores de pH, entre otros) (Alulema, 2014). Actualmente, la harina convencional para la pastelería es la de trigo, sin embargo, se buscan sustitos para una mejor calidad nutricional, donde según Giménez, Basset, Lobo y Sammán (2013) los cultivos andinos son una buena opción debido a las propiedades que estos presentan.

Una buena opción de repostería es el muffin, este producto es elaborado con pan dulce y otros ingredientes. Su preparación consiste en un cocinado al horno usando moldes que poseen las siguientes características: superficie ancha, base cilíndrica con una forma de hongo. Es importante destacar que “muffin” hace alusión a la palabra en inglés de pastelillo, asimismo se lo puede relacionar a una magdalena que es la denominación que se usa para referirse a este producto en España (Benavides, Bravo y Rodríguez, 2011).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Desarrollar un producto de pastelería tipo muffin utilizando cultivos andinos infrautilizados como el Camote Morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y la Papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor concentración de harinas de cultivos andinos para la elaboración de un producto de pastelería tipo muffins.
- Determinar las propiedades físicoquímicas, 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 muffins

Materia prima

Las harinas que se utilizaron en la producción de los diferentes muffins corresponden a las procesadas en el proyecto de investigación Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.

2.1.1. Proceso de obtención de harina

Para obtener las harinas, se empleó la metodología descrita por Salazar, Arancibia, Silva, López-Caballero y Montero (2021), para lo cual los tubérculos fueron sometidos a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentren en la superficie. Posteriormente, se realizaron cortes de ~3 mm, se colocaron en bandejas y se secaron a 60 °C durante 8 horas en un horno secador convectivo (Gander MTN, Saint Paul, MN, EE. UU.) Finalmente, las rodajas secas de los cultivos andinos fueron molidas en un molino para granos (Inox IE1, Riobamba, Ecuador). La molienda se realizó mediante el proceso de trituración hasta obtener un polvo fino. Todas las muestras fueron empacadas herméticamente y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su posterior análisis (INEN, 2015).

2.1.2. Elaboración de muffins

Para la elaboración de los muffins se tomó como referencia el método descrito por Silva (2019), en donde todos los componentes sólidos y líquidos se mezclaron en un procesador de alimentos (Thermomix TM, Wuppertal, Alemania) durante 3 minutos a velocidad alta. La masa obtenida del proceso de mezcla se dividió en porciones de 20 g y se colocó en moldes para muffins. El horneado se realizó en un horno (Zucchelli Mini Fanton, Medley, FL, USA) a 140 °C durante 15 min. Finalmente, los muffins fueron enfriados a temperatura ambiente durante una hora, se envasaron en bolsas termoselladas y se almacenaron hasta su posterior análisis.

2.1.3. Determinación del mejor tratamiento

Con la finalidad de establecer el mejor porcentaje de uso de harinas de cultivos andinos en el desarrollo de los muffins, se ensayaron dos porcentajes por cada harina, estos valores se toman de referencia en base al estudio de Silva (2019). Para establecer la mejor formulación se desarrolló una evaluación sensorial de aceptabilidad para evaluar el índice de aceptabilidad (IA), la escala de valoración fue 5 me gusta y 1 no me gusta, valores superiores al 70 % de IA indican que los jueces aceptan el producto (Dutcosky, 2011). En base a los resultados del IA se utilizaron los que cumplan con el requerimiento de un IA superior al 70 % para su posterior análisis.

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

2.2.1. Propiedades físico químicas

Actividad de agua

La Aw (Actividad de agua) fue determinada según la normativa ISO 18787 (ISO, 2017), por medio de un medidor de actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU), mediante el método de punto de rocío. Las mediciones se realizaron por triplicado.

pH y acidez titulable

El pH de los muffins se midió usando un medidor de pH digital (HANNA HI 9126, RI, EE. UU.) en base a la metodología descrita en la AOAC 981.12 (AOAC, 2005). La acidez se determinó por titulación con NaOH 0.1N, utilizando fenolftaleína como indicador según la normativa AOAC 942.15 (AOAC, 2005). Además, se debe considerar que la determinación se la realizó por triplicado.

2.2.2. Composición proximal

Humedad

La humedad fue determinada en base a la metodología AOAC 925.10 (AOAC, 2005). Las muestras de muffins se desintegraron, se pesaron en crisoles previamente desecados y se llevaron a una estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas. Finalmente, se enfrió la cápsula en un desecador por un tiempo de 40 minutos

y se valoró su respectivo peso. Las pruebas se realizaron por triplicado y la humedad se calculó en base a la siguiente ecuación:

Porcentaje de humedad total

$$\text{Humedad} = Ha - Hbx \left(\frac{100 - Ha}{100} \right) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Proteína

El contenido de proteína se determinó según el método 955.39 propuesto en la norma AOAC (2005). Se pesó 2,2 g de la muestra y se transfirió al matraz Kjeldahl, se añadió 15 g de mezcla catalizadora de sulfato de cobre con sulfato de potasio y 25ml de ácido sulfúrico concentrado, además se agitó el matraz hasta homogenizar la muestra, posteriormente se calentó evitando la formación de espuma hasta que la muestra presento un color azul pálido y se dejó enfriar. Para el proceso de destilación o titulación se añadió 10ml de hidróxido de sodio al 2 % con 3 gotas de indicador rojo de metileno hasta que se obtuvo un color azul ligero. Se calculó el porcentaje de proteína de las muestras de muffin en base al contenido de nitrógeno con un factor de 6,25 (AOAC, 2005). El análisis correspondiente a proteína se desarrolló en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), la evaluación se realizó por triplicado.

Fibra

Para evaluar el contenido de fibra dietética total se desarrolló en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), se utilizó el método de la norma AOAC 985.29 (AOAC, 1997). Para esto, se pesó por triplicado 1g de la muestra en vasos de precipitación de una capacidad de 500 ml y se añadió 50 ml de buffer tampón fosfato de un pH 6. Luego, se adicionó 0,5 ml de la solución α -amilasa y se cubrió con papel aluminio, se colocó en un baño de agua a una temperatura de 85 °C por un tiempo de 30 minutos agitando en intervalos de 5 minutos aproximadamente. Después, se enfrió a temperatura ambiente para ajustar el pH a 7,5 con 10 ml de NaOH 0,275N, se añadió 0,1 ml de proteína y se lo atemperó a 60 °C por un tiempo de 30 minutos con agitación constante. A continuación, se adaptó el pH a 4,5 con HCl 0,325N, se añadió 0,2 ml de proteasa y se incubó a 60 °C por 30 minutos con agitación continua.

Cuando finalizó el tiempo de incubación se adicionó 280 ml de etanol al 95 % que fue calentada previamente a 60 °C y precipitada por 60 minutos. El crisol que contiene célite fue pesada y humedecida con etanol al 78 % para la redistribución del célite para la filtración. Luego, se transfirió el precipitado al respectivo crisol manteniendo y aplicando succión. Se lavó el residuo de manera sucesiva con 20 ml de etanol al 78 %, 10 ml de etanol al 95 % y 10 ml de acetona colocada de forma consecutiva.

El residuo obtenido del filtrado fue secado durante una noche entera a 70 °C, se enfrió en un desecador y se registró su peso. Después, se evaluó el contenido de proteínas de uno de los residuos, usando 6,25 como factor de conversión. El otro residuo se calcinó a 550 °C por 5 horas, de esta manera se obtuvo el peso. El mismo proceso se lo realizó en un blanco. Para la determinación del blanco se empleó la ecuación 2.

$$B = \text{blanco, mg} = \text{masa del residuo} - P_b - C_b \quad (\text{Ecuación 2})$$

En donde:

Masa del residuo = 1 promedio de masa del residuo (mg) para la determinación blanco.

PB y CB = masa (mg) de proteína y cenizas, en los residuos de los blancos.

El contenido de fibra dietética total se obtuvo mediante la ecuación 3.

$$\%FDT = \frac{m1 - P - C - B}{m} * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

En donde:

M: masa de la muestra, promedio de la masa de 2 muestras en mg.

m1: masa del residuo, promedio de las masas de las muestras determinadas por duplicado.

P y C: masa en mg de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de las muestras.

B: Blanco.

Grasa

El contenido de grasa se determinó por el método de Soxhlet descrito en la normativa AOAC 920.85 (AOAC, 2005). Primero, se pesó 1g de muestra en papel filtro y se lo puso dentro de un cartucho de celulosa en forma de dedal que fue depositado en la cámara del extractor. Luego, en un balón de ebullición se calentó 50 ml de éter de

petróleo, el vapor se condensó y cayó gota a gota sobre un cartucho que contiene la muestra. De esta manera, se logró extraer la materia grasa. El proceso fue realizado de manera cíclica durante un período de 4 horas. Se usó la destilación para recuperar el solvente y la cantidad de grasa del vaso que este sostuvo fue pesado. El análisis correspondiente a grasa se desarrolló en el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL), la evaluación se la realizó por triplicado.

Se utilizó la siguiente ecuación para los cálculos:

$$grasa\ bruta(\%) = \frac{p_2 - p_i}{p_1} \times 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

En donde:

Pi: peso del balón de ebullición

P1: peso de la muestra

P2: peso del balón con grasa

Carbohidratos

El contenido total de hidratos de carbono se determinó en base a la metodología AOAC 101.92 (AOAC, 2005) por medio de la diferencia entre los componentes principales de las muestras. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado utilizando tres muestras para cada tratamiento empleando la Ecuación 5.

$$\%CT = 100 - (\%proteína + \%fibra + \%cenizas + \%grasa + \%humedad) \quad (\text{Ecuación 5})$$

Cenizas

Se determinó a través del método de incineración por mufla, se pesó 2g de la muestra y se puso en un crisol previamente secado en la estufa para tararlo. Luego, se colocó en una mufla a 550°C en un tiempo aproximado de 4 horas. Finalmente, se puso en un desecador hasta obtener un peso constante, según la metodología AOAC 923.03(AOAC, 2005). La medición se lo realizó por triplicado y se calculó el contenido de cenizas por medio de la Ecuación 6.

$$\%C = \frac{P1 - P_0}{P} * 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

2.2.3. Contenido Calórico

El contenido calórico se estimó por 100 g, debido a que la suma total de calorías de cada uno de los componentes individuales es el valor energético de cada uno: 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.

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

(Ecuación 7)

2.2.4. Textura

En el perfil de textura (TPA) de los muffins se evaluaron los parámetros de dureza, masticabilidad, elasticidad, cohesividad y adhesividad. La evaluación fue realizada mediante un Texturómetro (PRO CT3 BROOKFIELD, EE. UU), con la sonda TA4/1000 a una velocidad de 1mm/s.

2.2.5. Color

Los parámetros de color L* (luminosidad), a* (rojo/verde), y b* (amarillo/azul) fueron evaluadas en un colorímetro (LOVIBOND, LC100, EE. UU), con un iluminador D65 (luz natural) y con un observador estándar D10. Los resultados fueron directamente procesados por el equipo con el programa SpectrMagic NX (KONICA MINOLTA, Japón, 2011). Se utilizó como referencia el método descrito por Salazar et al. (2021).

2.2.6. Tamaño de alveolo

Para la evaluación del tamaño de alveolo se usó el método de análisis de imágenes Image J en base a lo propuesto por Winn, Larkin, Murry, Moon y Mason (2021), de cada lote se procesaron rebanadas y se evaluaron en un campo cuadrado de 3x3 cm de cada uno de los cortes, buscando capturar la mayor área de miga de una rebanada de muffin. Una vez obtenidas las imágenes, se analizó el número y tamaño de alveolos.

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

2.3.1. Características Sensoriales

El análisis sensorial fue desarrollado por 20 estudiantes (jueces entrenados) de la Universidad Técnica de Ambato. Se evaluó las características como color, olor, sabor,

textura y aceptabilidad. Se empleó una escala hedónica de cinco puntos, y es importante destacar que los resultados de la prueba de las preferencias se expresan en porcentaje de preferencia (Salazar et al., 2021).

2.4. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental corresponde a un diseño completamente aleatorizado. Para dicho análisis, a partir de los datos obtenidos se utilizó el programa informático EXCEL® (Microsoft Office, EE. UU.), y el programa estadístico Infostat 2020 (Infostat, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, España). Se analizaron las diferencias significativas mediante ANNOVA además de comparar medias a través de pruebas Tukey.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis preliminares

Concentración óptima de harinas

Las harinas de los cultivos andinos muestran comportamientos distintos, de esta manera, se desarrollaron estudios preliminares para evaluar de manera cualitativa la capacidad de formación de masas esponjosas y elegir las formulaciones más convenientes (Tabla 3). En todas las muestras se mantuvo la composición de yogurt, leche, aceite, huevos, levadura química y azúcar, cambiando solo el tipo de harina de los cultivos andinos en la formulación. De esta manera, tanto las formulaciones como el control se desarrollaron como fórmulas saludables con un contenido graso bajo, principalmente en grasas saturadas; además de tener un bajo contenido de los azúcares y un alto contenido en fibra en comparación a los muffins que son elaborados de manera industrial. Conveniente a este criterio, se determinaron parámetros de evaluación visual como la capacidad de homogeneizar (es la capacidad de los diferentes ingredientes para incorporarse en la mezcla y la no formación de grumos), horneado (comportamiento de la masa ante la cocción y donde obtiene el aroma, sabor, textura típica y la apariencia), capacidad de elevación (retención del gas generado por el polvo de hornear o por la levadura) y la capacidad de formación de alveolos (cavidades en la masa), así como su idoneidad para formar una esponjosa masa. De acuerdo con estos parámetros, se catalogaron de modo arbitrario a las diferentes masas: (+) capacidad moderadora, (-) sin capacidad y (++) 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 CAMOTE - 55 % Fase Liquida	++	+	+	+
35 % Harina CAMOTE - 65 % Fase Liquida	++	++	++	++
45 % Harina PAPA CHINA - 55 % Fase Liquida	++	+	+	+
35 % Harina PAPA CHINA - 65 % Fase Liquida	++	++	++	++

Los resultados permiten establecer que la mezcla que contiene 35 % de harina con 65 % de fase líquida es la que tiene los mejores resultados en base a los parámetros evaluados.

Con el propósito de corroborar la mejor formulación se desarrolló una evaluación sensorial de aceptabilidad para evaluar el índice de aceptabilidad (IA), la escala de la valoración utilizada estimó a “5” me gusta y a “1” no me gusta, los valores superiores al 70 % de IA muestran que los jueces aceptan el producto (Dutcosky, 2011). En la Figura 3 se manifiesta los resultados pertinentes al IA de los muffins desarrollados con harinas de cultivos andinos, los resultados indican que la mezcla 65 % de la fase líquida con 35 % de harina posee un índice de aceptabilidad mayor al 70 %. De esta manera, es posible establecer en base a la información cualitativa que la incorporación de harina de cultivos andinos puede contribuir de manera positiva en los criterios sensoriales de este tipo de alimentos.

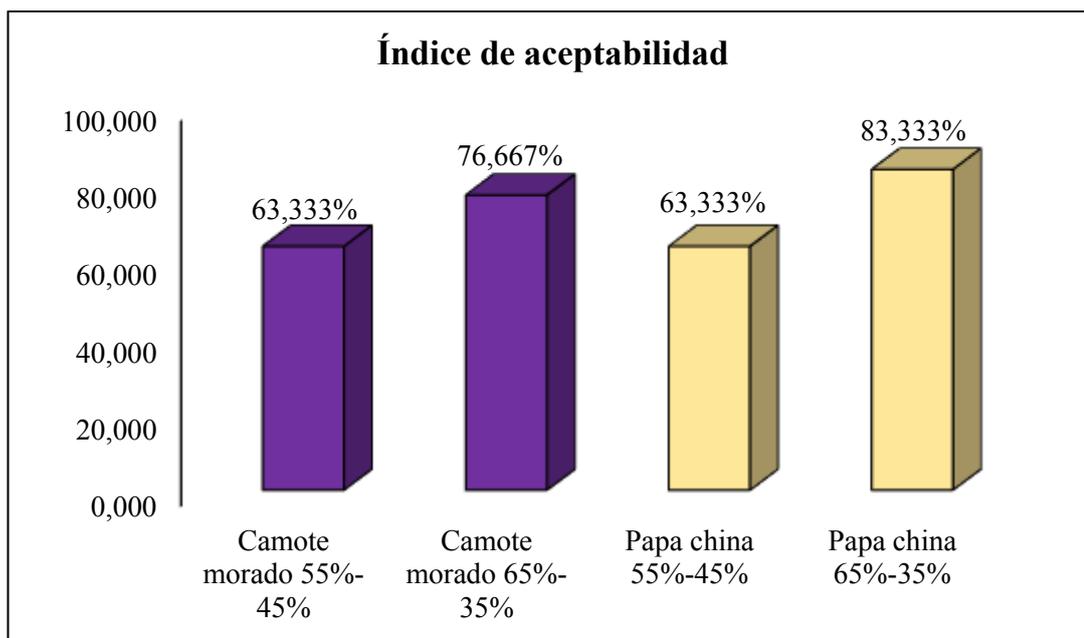


Figura 3. Índice de aceptabilidad de las mezclas de harinas de cultivos andinos

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

3.2.1. pH y Acidez

Es importante destacar que el pH y la acidez son parámetros esenciales para determinar la calidad de un producto alimenticio. Si la acidez de las muestras presentan valores altos, estos pueden influir significativamente en la estabilidad y el sabor de los muffins (Salazar et al., 2021). En la Tabla 4 se muestran los resultados del pH y acidez de los muffins desarrollados con harina de trigo (control), camote morado y papa china elaborados y evaluados al primer día del almacenamiento, se observa diferencia significativa ($p < 0,05$). La muestra de harina de camote morado presentó un valor de 7,21 siendo el más elevado, seguido de la muestra de harina de trigo (control) con un valor de 7,07 y la muestra de papa china con 6,89. Los muffins de trigo y camote morado tuvieron un pH neutro, mientras que el muffin de papa china tuvo un pH ligeramente ácido. Neri (2016) reporta en su estudio de muffins reducidos en gluten valores de pH menores con respecto al estudio actual en las muestras de trigo y de camote morado, esto podría atribuirse a los ingredientes y a la procedencia de la materia prima. Khalifa, Barakat, El-Mansy y Soliman (2015) menciona que los muffins son considerados como alimentos alcalinos, una propia característica de los

productos pasteleros, sin embargo, en el presente estudio el pH de las muestras tiende a ser más ácidas por la incorporación de ingredientes como el yogurt.

Los valores de la acidez muestran que el muffin de harina de papa china fue el más ácido con un valor de 0,051 % de ácido láctico, seguido de la muestra de harina de camote morado con 0,039 % y de harina de trigo (control) con 0,033 %, los resultados muestran diferencia significativa ($p < 0,05$). En el estudio realizado por Sánchez, Narvaez, Neira y Plua (2023) se observó que el almidón de papa china muestra una acidez de 0,060 % de ácido láctico, en este sentido los valores obtenidos en el presente estudio muestran que el muffin desarrollado con harina de papa china tiene una acidez relativamente baja. Madrigal, Hernández, Carranco, Calvo y Casas (2018) mencionan en su estudio de la caracterización de harina de malanga (papa china) que la acidez de la papa china depende de los oxalatos en los tubérculos.

Tabla 4. pH, acidez y actividad de agua de los muffins desarrollados con harina de trigo, camote morado y papa china

Parámetro	Control	Camote morado	Papa china
pH	7,07±0,05 ^b	7,21±0,03 ^a	6,89±0,04 ^c
Acidez	0,033±0,005 ^b	0,039±0,005 ^b	0,051±0,005 ^a
Actividad de agua (aw)	0,93±0,006 ^a	0,87±0,009 ^b	0,93±0,004 ^a

Los superíndices a, b y c competen a la diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos para cada parámetro. Los valores pertenecen a la media de tres mediciones \pm de la desviación estándar.

3.2.2. Actividad de agua

La actividad de agua en los alimentos es sumamente importante ya que permite conocer el tiempo de conservación del alimento y la determinación de la cantidad de agua disponible para el crecimiento de microorganismos (Cardona, 2019). La actividad de agua (Tabla 4) en los distintos muffins de harinas de cultivos andinos no mostraron diferencia significativa ($p > 0,05$) entre ellos, ya que se mantuvieron en un

rango de 0,87 a 0,93, siendo cercanos a los valores reportados por Salazar et al. (2021) quienes obtuvieron valores entre 0,92 a 0,96 de actividad de agua. Así también, teniendo valores similares al estudio de López, Cardona y Rodríguez (2017) que reporta valores de actividad de agua entre 0,82 y 0,83. Los resultados del presente estudio indican que los muffins presentan un nivel elevado de actividad de agua lo que podría sugerir un propenso deterioro del producto por actividad microbiana. Arevalo (2017) menciona que los microorganismos que pueden crecer entre 0,85 a 0,93 de actividad de agua son la *Salmonella aureus* y algunos hongos. No obstante, según Cardona (2019) los microorganismos que crecen de 0,87 a 0,91 de actividad de agua son levaduras como *Candida*, *Hansenula*, *Micrococcus* y *Torulopsis*, que son comunes en alimentos como bizcochos, margarinas y quesos curados; también, menciona que en un rango de 0,91 a 0,95 de actividad de agua crecen microorganismos como *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Pediococcus*, *Serratia*, algunas levaduras y hongos.

3.2.3. Composición proximal

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la composición proximal de las muestras de muffins, los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$). Un parámetro fundamental en los muffins es la humedad, que mostró valores entre 21,34 % y 31,06 %, Salazar et al. (2021) menciona en su estudio que la alta humedad en productos como bizcochos, muffins, cupcakes, entre otros, se debe a la porción de grasas y líquidos incorporadas a las formulaciones. Se destaca que el muffin de harina de papa china tiene la mayor humedad de las tres muestras, teniendo valores similares a los reportado por Khalifa et al. (2015) en su estudio de las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas de la magdalena sustituida por residuos del procesamiento de papa con una humedad de 26,26 % a 20,88 %. Por otra parte, el muffin de harina de trigo (control) tiene un valor elevado en el estudio actual, comparado al que reporta Arteaga y Silva (2015) en su estudio de la sustitución de la harina de trigo por harina de tarwi en las características sensoriales de cupcakes; este aumento se podría atribuir a la presencia de componentes líquidos en la formulación, como en este caso el yogurt junto con el aceite. Además, al utilizar aceite en la formulación, la humedad tiende a ser más alta en comparación de cuando se utiliza mantequilla según lo reportado por Garduño (2012). Por otra parte, el muffin

desarrollado con harina de camote morado tuvo la menor humedad de las tres muestras, teniendo valores similares a los reportado por Neri (2016). La baja humedad podría atribuirse a que la variedad de camote morado tiene un alto contenido de almidón (carbohidrato) en comparación a otras variedades, este carbohidrato absorbe el agua durante el proceso de horneado dejando una textura más seca (Aguilar, 2021).

Las cenizas de los productos alimentarios representan el contenido mineral. Los resultados muestran que los muffins de camote morado y papa china poseen valores superiores a comparación del control. Posiblemente, esto se debe a que los cultivos andinos poseen minerales como hierro, calcio, zinc, potasio y fosforo (Cobeña et al., 2017). La cantidad de minerales depende de varios factores como el origen geográfico, las características del cultivo, por lo que es considerable que los productos de otros estudios sean diferentes (Salazar et al., 2021). Por ejemplo, en el estudio de Neri (2016) sobre el desarrollo de harinas funcionales y su aplicación en la elaboración de muffins reducidos en gluten, se obtuvo que el muffin de trigo (control) posee 4,07 % y el de camote oscila entre 3,84 % a 4,64 % de cenizas, mientras que en trabajo de Kaushal, Kumar y Sharma (2013) reportaron un porcentaje de 1,2 % en la harina de la papa china.

El contenido proteico mostró, valores que oscilan entre 7,40 % a 12,80 %. Entre estos valores se destaca la harina del muffin con harina trigo (control) con el mayor contenido proteico. La normativa NTE INEN 2 085 menciona que el contenido mínimo proteico autorizado en productos obtenidos mediante el horneo es del 3 %. De esta manera, se considera que todos los muffins preparados son una fuente confiable de proteína. La harina de trigo tiene por naturaleza un alto valor proteico debido a sus componentes proteicos como el gluten, el cual favorece a una mayor consistencia, elasticidad, mantenimiento de forma y retención de gases (Montoya, Giraldo y Lucas, 2012). Los muffins de papa china desarrollados en el presente estudio presentan un alto valor en proteínas en comparación con el estudio de Saklani, Kaushick, Chawla y Kumar (2021), los cuales obtuvieron un valor de 4,55 %. Por otro lado, los muffins de camote obtenidas por Neri (2016), tuvieron un valor de 6,73 a 9,27 % de proteína, siendo similares a los del presente estudio. El aporte proteico de cada uno de los muffins podría deberse al origen de las harinas y de los cultivos andinos que se utilizan (Salazar et al., 2021).

La fibra dietética es considerada beneficiosa para la salud debido a que aumenta la saciedad, controla el peso corporal y reduce la ingesta de productos alimentarios (Almeida, Aguilar y Hervert, 2014). Los muffins desarrollados con las harinas de cultivos andinos tienen valores de 6,62 % a 7,35 % de fibra dietética. Los muffins de papa china y camote morado muestran valores similares, mientras que el de trigo es menor. Al comparar con el estudio realizado por Neri (2016) sobre el desarrollo de harinas funcionales y su aplicación en la elaboración de muffins reducidos en gluten; donde los valores de fibra son de 4,18 % para el control y de 3,71 % a 3,80 % para el de camote, se considera que los valores obtenidos en el presente estudio son positivos debido a que la fibra aportó mayor firmeza a los muffins.

El contenido de grasa en los muffins muestra diferencia significativa ($p < 0,05$) y se mantienen en el rango de 7,12 % hasta 9,96 %. Era de esperarse un contenido alto en grasa debido a que se empleó en la preparación materia grasa (aceite) en todas las formulaciones. La grasa en los diferentes muffins puede variar por la materia prima utilizada, ya que el de camote morado tuvo 9,96 % y el de papa china 7,12 %. El resultado del muffin de trigo (control) y de camote morado en el estudio actual son menores a los reportados en el estudio de Neri (2016) en muffins reducidos en gluten a base de harinas de distintas variedades de camote, en donde obtuvo un porcentaje de 19,57 % en el control y en los muffins de camote valores entre 17,91 % a 20,01 % de contenido graso. Asimismo, en el estudio de Khalifa et al. (2015) en un cupcake de papa se obtuvieron valores similares entre 7,38 % y 9,79 % en contenido graso.

Los porcentajes de carbohidratos totales muestran valores que van desde 40,10 % a 50,68 % ($p < 0,05$). De esta manera, se resalta con mayor contenido de carbohidratos al muffin de camote morado. El valor reportado por Salazar et al. (2021) es similar al obtenido en el presente estudio, ya que este va de 41,43 % a 47,97 % siendo resultados muy similares a los obtenidos en este estudio. El muffin de harina de camote morado tiene el mayor porcentaje de carbohidratos, con un valor de 50,68 %, esto debido a que este tubérculo posee alto un contenido en carbohidratos complejos que proporcionan energía al cuerpo (Aguilar, 2021). El muffin de harina de papa china tiene un porcentaje de 41,44 % de carbohidratos, siendo este también un tubérculo rico en carbohidratos debido a su alto contenido de almidón (Kaushal et al., 2013).

Las calorías son denominadas como una unidad de medida que se emplea para conocer la cantidad de energía que aportan los alimentos al cuerpo humano (Salgada, 2016). En la Tabla 5 se presenta los resultados de las calorías totales, calorías de la grasa y las calorías de las proteínas de las diferentes muestras de los muffins desarrollados. Es importante tener en cuenta que los productos como bizcochos, muffins, cupcakes, entre otros, poseen un alto valor en calorías y azúcares (Pérez, 2023). De las tres muestras, resalta la de harina de camote morado con un mayor valor de calorías totales y de calorías de grasa, esto se debe posiblemente a que al tener mayor cantidad de carbohidratos o glúcidos estos tienden a tener una primera fuente de energía para el organismo (Martinez y Pedrón, 2016). De igual manera, Arendt y Dal Bello (2008) menciona que los productos de panadería sin gluten, por lo general contienen más calorías porque al no tener gluten hay una elevada incorporación de almidones, como lo es en el caso del muffin de camote morado que posee mayor cantidad de carbohidratos en comparación del de trigo (control) y el de papa china.

Tabla 5. Análisis proximal de los muffins desarrollados con harina de trigo, camote morado y papa china

Parámetros	Muffin Control	Muffin Camote morado	Muffin Papa china
Humedad %	29,38±0,97 ^a	21,34±0,66 ^b	31,06±1,02 ^a
Cenizas (%)	1,45±0,31 ^a	3,30±2,76 ^a	2,72±0,09 ^a
Proteína %	12,80±0,05 ^a	7,40±0,05 ^c	10,30±0,05 ^b
Fibra dietética %	6,62±0,05 ^b	7,33±0,05 ^a	7,35±0,05 ^a
Grasa %	9,65±0,05 ^b	9,96±0,05 ^a	7,12±0,05 ^c
Carbohidratos totales (%)	40,10±0,73 ^b	50,68±3,28 ^a	41,44±0,91 ^b
Calorías totales (Kcal/100g)	298,47±1,20 ^b	321,95±0,82 ^a	271,06±0,35 ^c
Calorías de la grasa (%)	86,85±0,45 ^b	89,64±0,45 ^a	64,08±0,45 ^c
Calorías de proteína (%)	51,20±0,20 ^a	29,60±0,20 ^c	41,20±0,20 ^b

Los superíndices a, b y c competen a la diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos para cada parámetro. Los valores pertenecen a la media de tres mediciones \pm de la desviación estándar.

3.2.4. Análisis de textura

Los valores del perfil de textura se muestran en la Tabla 6. Los resultados de dureza muestran diferencias significativas ($p < 0,05$). Se observó que el muffin de camote morado tiene un valor elevado de dureza en comparación al control (trigo) y al de papa china. Se considera que este comportamiento se debe a que la harina de camote morado es rica en carbohidratos y en almidón (Aguilar, 2021), además, Flecha (2015) menciona que el almidón tiene cierta influencia sobre el endurecimiento de la masa debido a los cambios generados tras la gelatinización del almidón a partir de la temperatura de 50 °C. Con relación a la deformación según la dureza no se ven diferencias significativas entre las distintas muestras.

Por otra parte, Castello (2021) menciona que la adhesividad evalúa el grado de pegajosidad de los alimentos, en este caso, no se obtuvieron cambios significativos entre los muffins, además de que poseen valores bajos. Estos resultados posiblemente se atribuyen al bajo contenido de humedad en los muffins, en este sentido, los valores bajos de adhesividad se considera un aspecto positivo debido a que es una característica que no es deseable en este tipo de productos según la Norma Técnica Ecuatoriana 3 084 (INEN, 2015).

Con respecto a la cohesividad, Talens (2015) menciona que esta simboliza el trabajo necesario para comprimir una muestra por segunda vez. En el estudio actual, se observó que no hubo cambios significativos en los distintos muffins. Se destaca que los muffins tuvieron resultados elevados en comparación al estudio de Silva (2019) este comportamiento puede ser debido a una elevada resistencia a la masticación y manipulación del producto (Quirós, 2013).

La elasticidad de acuerdo con Pérez (2023) se refiere a aquella capacidad de un alimento de volver a su forma original después de haber sido comprimido o estirado, un muffin con una buena elasticidad se caracteriza por tener una textura firme y suave. En la Tabla 6 los resultados de elasticidad muestran que no hay diferencia significativa y que los valores son menores con relación al estudio de Silva (2019). Este comportamiento puede deberse a que en la formulación se utilizó poca cantidad de azúcar lo que permitió que no hubiera retraso en las temperaturas de gelatinización del almidón y por ende, los muffins mostraran una elasticidad baja (Rodríguez, 2014).

La masticabilidad es definida como la energía que se requiere para masticar un alimento sólido hasta que esté listo para ser ingerido (Talens, 2015). Se destacó el muffin de harina de camote morado con el mayor valor de masticabilidad, esto debido a que la masticabilidad y la humedad se relacionan estrechamente. Como se observó anteriormente en la Tabla 5, el muffin de camote morado tiene el menor valor de humedad lo que hace que la masa sea más difícil de masticar debido a su mayor dureza (Menéndez y Vera, 2021).

Tabla 6. Parámetros del perfil de textura de muffins elaborados con harina de trigo, camote morado y papa china

Parámetros	Control	Muffin de Camote morado	Muffin de papa china
Dureza (N)	0,95±0,12 ^b	6,09±1, 59 ^a	1,60±0,50 ^b
Adhesividad (mJ)	0,17±0, 15 ^a	0,33±0, 58 ^a	0,03±0,06 ^a
Cohesividad	1,25±0, 23 ^a	1,09±0, 18 ^a	1,30±0,07 ^a
Elasticidad	1,62±0, 41 ^a	1,33±0, 47 ^a	1,88±0, 11 ^a
Masticabilidad (mJ)	1,80±0, 44 ^b	8,93±5, 48 ^a	3,37±0, 87 ^b

Los superíndices a, b y c competen a la diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos para cada parámetro. Los valores pertenecen a la media de tres mediciones \pm de la desviación estándar.

3.2.5. Tamaño de alveolo

Los alveolos, su tamaño y número permiten evaluar la estructura de la miga de productos de panadería (Lancetti, 2017). En la Tabla 7 y en la Figura 4 se observa que el muffin de harina de trigo (control) tiene más alveolos que el muffin de camote morado y de papa china. Este comportamiento se atribuye a que la harina de trigo tiene gluten, y este al desarrollarse junto con el almidón logra un óptimo proceso de atrapado de aire en la masa, de esta manera, se generan alveolos uniformes y no uniformes (Tasiguano, Villarreal, Schmiele y Vernaza, 2019).

Tabla 7. Número de alveolos registrados en los muffins elaborados con harina de trigo, camote morado y papa china.

N°	Tamaño de alveolos (cm)	Número de Alveolos		
		Control	Camote morado	Papa china
1	0,0084-0,0984	52	24	21
2	0,0984-0,1884	9	7	9
3	0,1884-0,2784	7	7	1
4	0,2784-0,3684	4	2	0
5	0,3684-0,4584	2	1	1
6	0,4584-0,5484	0	0	0
7	0,5484-0,6384	1	0	0
8	0,6384-0,7284	5	9	0
	TOTAL	80	50	32

Los resultados corresponden al muffin control con 100 % harina de trigo, al muffin de camote morado con 100 % harina y al muffin de papa china con 100% harina.

Por otra parte, en los muffins de harina de camote morado y papa china se destaca que no existe gran cantidad de alveolos grandes, sino solo pequeños; este efecto se debe a que no contienen en su composición gluten y, por ende, no existió la red de proteínas necesarias para formar la textura y estructura de los alveolos (Sciarini, Steffolani y León, 2016).



Figura 4. Estructura alveolar de muffins formulados con harina de cultivos andinos.

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

pH

En la Figura 5 se muestra los resultados de la evolución del pH durante el almacenamiento de 21 días, es de esperar que este tipo de producto tenga una característica alcalina, ya que es una característica representativa de los productos de panadería mencionado por Khalifa et al. (2015). Sin embargo, Cobeña et al. (2017) manifiesta que el pH del camote morado ecuatoriano es neutro, coincidiendo con los

datos obtenidos del muffin de harina de camote morado del presente estudio que tiene un rango de 7,11 a 7,21. Por otra parte, se observó que el muffin desarrollado con harina de papa china fue la muestra más ácida, se observó un aumento de pH durante el almacenamiento con valores entre 6,89 a 7,04. Este comportamiento posiblemente se atribuye a la presencia de compuestos como oxalatos y polifenoles que pudieron influir de manera significativa. Además, otros factores como la variedad, el procesamiento, condiciones de crecimiento y almacenamiento pudieron influir en las características del producto (Kaushal et al., 2013).

Los valores obtenidos en este estudio son similares a lo reportado por Salazar et al. (2021), los cuales obtuvieron valores de 7,96 y 7,44 en el muffin de trigo y en el muffin elaborado de una mezcla de harinas de camote morado, achira junto con la de mashua, respectivamente. Por otra parte, López et al. (2017) menciona que en el muffin de harina de trigo (control) el pH tiene valores con tendencia a ser ácidos, siendo diferente a los resultados obtenidos en este estudio, este comportamiento podría atribuirse a las distintas formulaciones utilizadas, junto con la variedad de ingredientes utilizados en cada uno de los respectivos estudios.

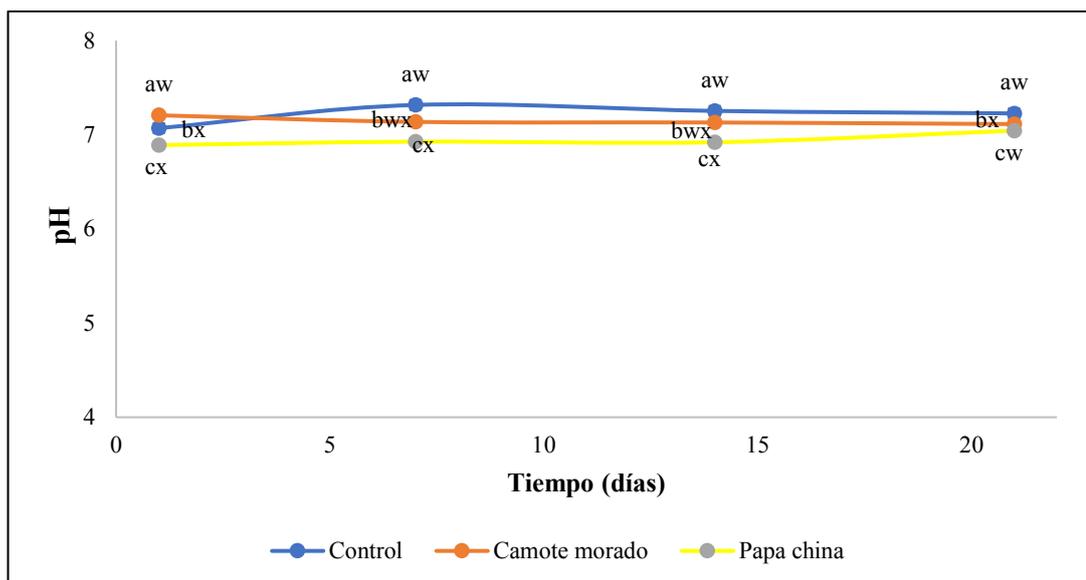


Figura 5. Evolución del pH en los diferentes muffins durante 21 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones y de la desviación estándar. Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).

Acidez

Los resultados de la variación de la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico se muestran en la Figura 6. Se observó diferencias significativas ($p < 0,05$) con valores que oscilan entre 0,03 % a 0,06 % de ácido láctico. Los muffins desarrollados con la harina de papa china muestran mayor acidez en comparación a los muffins control y de camote morado. Durante los 21 de observación, la acidez de los muffins de trigo (control) se mantuvo en un rango de 0,030 % a 0,033 %, siendo valores mayores a los reportado por Neri (2016) en su estudio del desarrollo de harinas funcionales y su aplicación en la elaboración de muffins reducidos en gluten. Los muffins de camote morado tuvieron valores entre 0,039 % a 0,048 %; la acidez se mantuvo constante los días 0 y 7, para el día 14 y 21 se observó un ligero incremento, pero no mostro cambios significativos. Al realizar una comparación con el estudio de Silva (2019), donde la acidez de los muffins de varios cultivos andinos está en un rango de 0,079 % a 0,081 %; se muestra una notable diferencia que podría relacionarse con la interacción de los ingredientes, sobre todo en la cantidad de ingredientes lácticos utilizados en las formulaciones de cada estudio. Para los muffins de papa china, la variación en cuanto

a la acidez se observó desde el día 7, debido a que aumenta de 0,051 % a 0,057 % y se mantiene con este valor constante hasta el día 21. Cabe señalar que esto podría ser debido a las trazas de oxalatos que podrían estar presentes en el tubérculo, el cual es el responsable de la acidez (Madrigal et al., 2018).

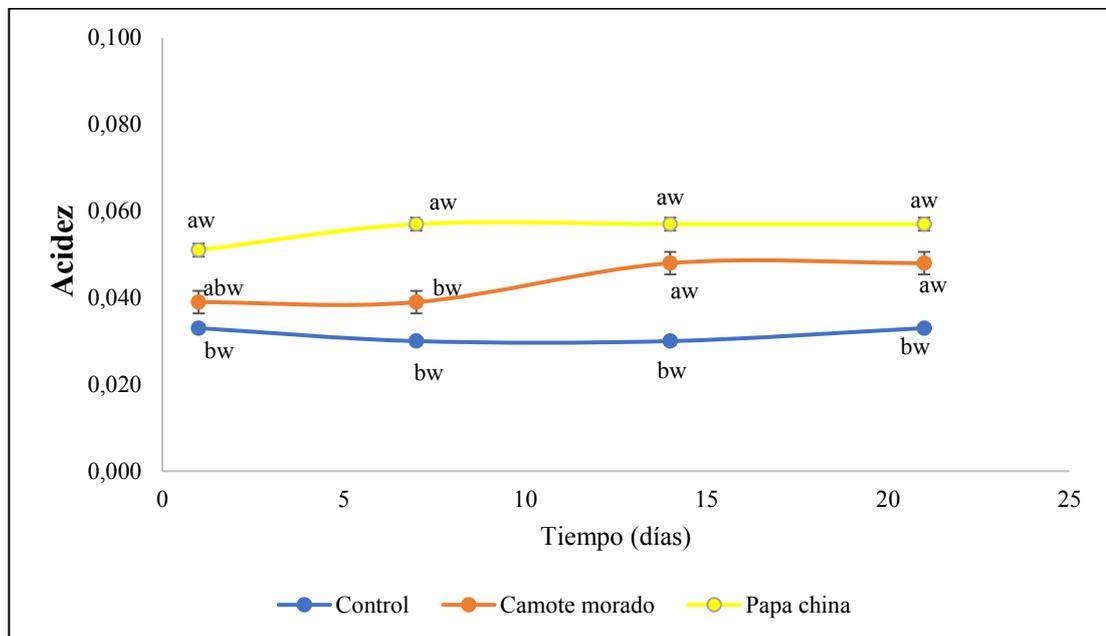


Figura 6. Evolución de la acidez en los diferentes muffins durante 21 días de almacenamiento. Los resultados son la media de tres mediciones y de la desviación estándar. Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).

Color

En los productos horneados unas de las principales características para la aceptabilidad es el color; de esta manera; la harina, los ingredientes, el tiempo de horneado son factores importantes debido a que influyen en este parámetro de manera sustancial (Salazar et al., 2021). En la Figura 7 se muestra el desarrollo de la luminosidad de los muffins durante el almacenamiento, los valores se encuentran en un rango de 32,32 a 71,82. El muffin de harina de camote morado fue el más oscuro, esto probablemente a que este tubérculo es rico en antocianinas y carotenos de donde se deriva su intenso color (Arguedas, Mora y Sanabria, 2015). Por otra parte, el muffin de papa china y control (trigo) presentaron tendencia a luminosidad blanca con un rango de 65,25 a 71,82 esto se atribuye al contacto del calor entre los aminoácidos (proteínas) y los azúcares, además, se intensifica el color cuando existe mayor concentración de

proteína en la formulación. Anteriormente, se mencionó que muffin de harina papa china y de trigo (control) poseen más proteína que el de camote morado, justificando los valores elevados de luminosidad (Paucar, Salvador, Guillén y Mori, 2016).

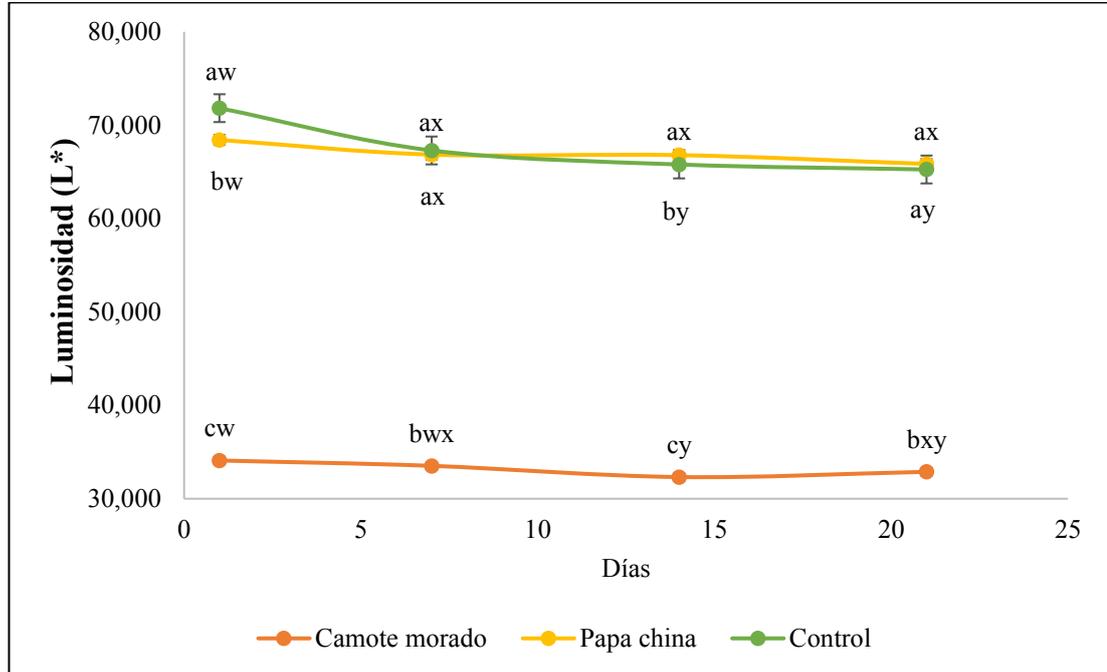


Figura 7. Variación de la luminosidad en función del tiempo (días). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).

Con respecto a los muffins de harina de trigo (control), camote morado y papa china, en la Figura 8 se visualizan los parámetros de tendencia a los rojos (a^*) durante el transcurso de 21 días de almacenamiento. Es importante destacar que los resultados denotan diferencias significativas ($p < 0,05$). Los valores se encuentran en un rango de 2,14 a 8,14, en donde la muestra de camote morado presenta los valores más altos en la tendencia a rojo debido a que en su composición hay existencia carotenoides y flavonoides (Salazar et al., 2021). Los muffins de harina de trigo (control) y de papa china no mostraron altas tendencias al rojo ya que en su composición química tienen baja concentración de pigmentos como los carotenoides que proporcionan tonalidades intensas.

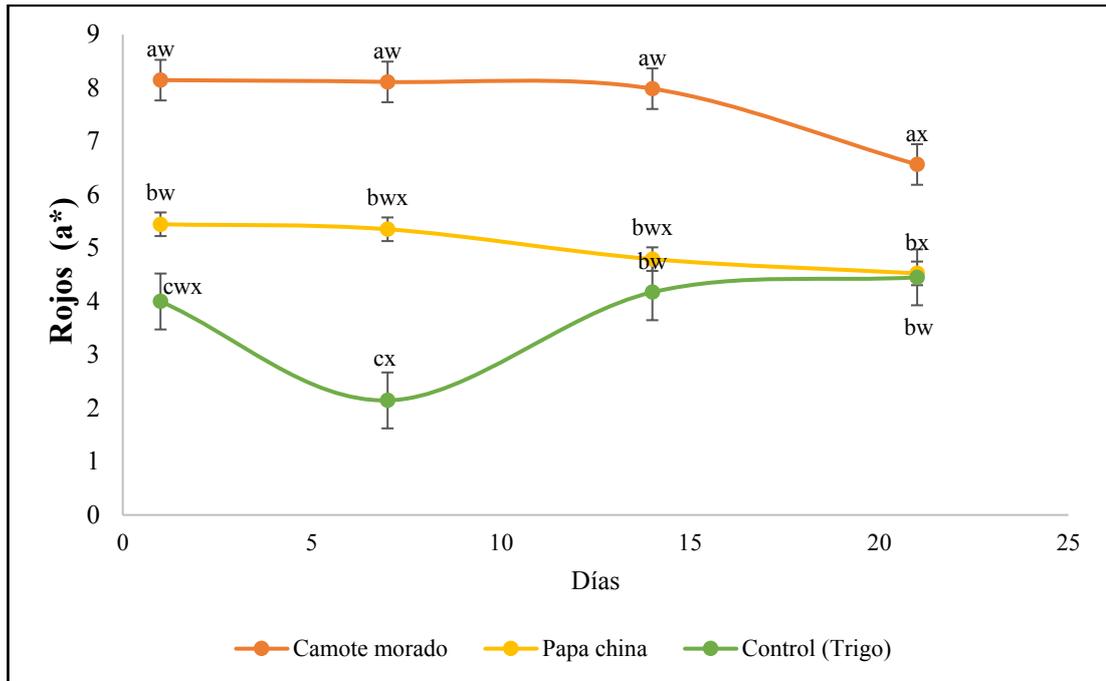


Figura 8. Variación de la tendencia de rojos en función del tiempo (días). Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).

Por otra parte, con relación a la tendencia a los tonos amarillos en los muffins, en la Figura 9 se observa que la muestra de harina de trigo (control) y la de papa china tienen los valores más altos y se encuentran entre el rango de 12,06 a 24,93. Los resultados reportados por López et al. (2017) corresponden a un valor de 27,60 este valor podría ser comparado con los valores obtenidos en los muffins de harina trigo (control) debido a que el rango oscila entre 22,62 y 24,93. Por otra parte, el estudio reportado por Saklani et al. (2021) del enriquecimiento de un cupcake con harina de papa china muestra el valor de 17,22 siendo relativamente similar al muffin de harina de papa china reportado en el presente estudio que tiene un valor entre 21,40 a 22,82.

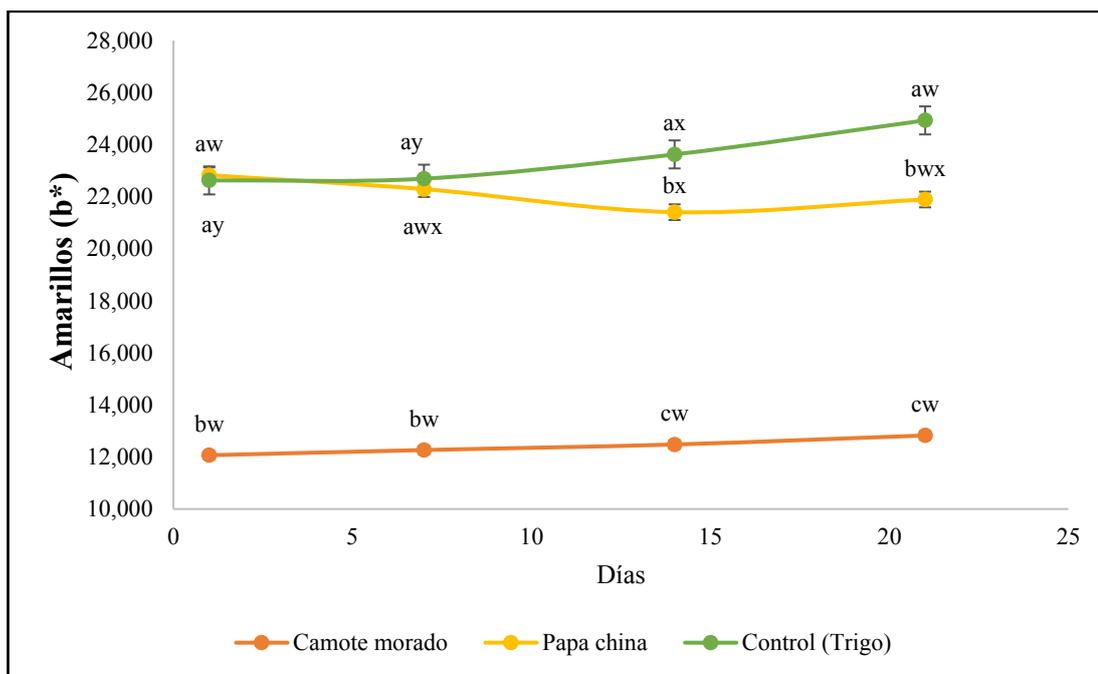


Figura 9. Variación de la tendencia de amarillos en función del tiempo (días). Las letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre cada tratamiento en un mismo tiempo ($p < 0,05$). Las letras diferentes (w, x, y) indican diferencias significativas de un mismo tratamiento en el tiempo ($p < 0,05$).

3.3. Análisis sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial de los muffins elaborados con harina de camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y harina de trigo (control) se muestran en la Figura 10. Los resultados corresponden a la valoración de una escala hedónica en la que se evaluaron parámetros tales como apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad. Los resultados permitieron establecer que el muffin con mayor aceptación fue la muestra con harina de papa china, seguida de la muestra con harina de trigo (control), mientras que el muffin con menor valor de aceptación fue el de harina de camote morado. Estos resultados son similares al estudio reportado por Veloz (2014) de productos de repostería con la utilización de la harina de papa china, en el cual se destaca la preferencia de los panelistas por los cupcakes de la papa china por las características sensoriales y la buena calidad. Anaguano (2016) menciona que la papa china es un alimento ecuatoriano que tiene gran aceptación por su agradable y peculiar sabor.

Ulloa (2014) reporta que el sabor puede variar dependiendo la técnica de cocción y las distintas combinaciones de especias para favorecer el sabor junto con la textura. De

igual manera, Salazar et al. (2021) menciona en su estudio que la aceptación de productos con ausencia de gluten depende de la incorporación de los ingredientes y sus concentraciones. Los resultados de este estudio no son similares a los que reporta Lara (2013) donde menciona que los muffins de harina de camote tienen mayor aceptación en los parámetros sensoriales por parte de los panelistas, este comportamiento podría atribuirse a que en el estudio actual no se utilizó ningún tipo de aditivos y/o conservantes para potenciar el sabor y la textura. Según Gusque (2022), cuando se implementa aditivos autorizados por la industria alimentaria hay una mejoría en parámetros sensoriales como el aspecto y el sabor.

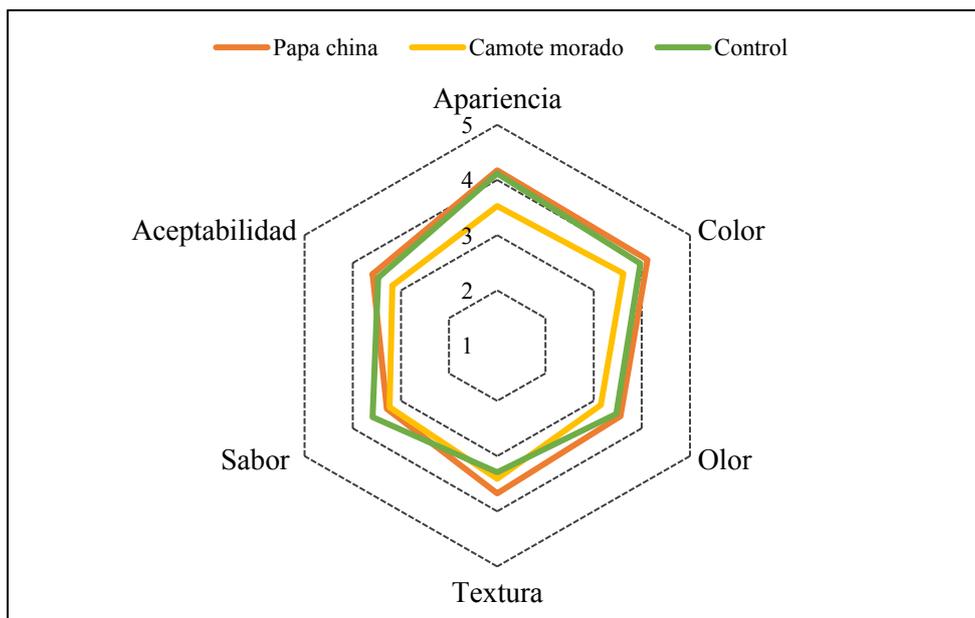


Figura 10. Perfil sensorial de los muffins elaborados con harinas de Camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y Papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó la proporción óptima para la elaboración de los muffins con la inclusión de camote morado y papa china. Las propiedades funcionales de las harinas de los tubérculos andinos permitieron obtener un producto esponjoso, estable y con un buen equilibrio en el dulzor.
- Por medio del análisis de composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de los muffins, se obtuvo que la muestra de harina de papa china era más elástica, además de su aporte nutricional en el contenido de proteína y fibra dietética. Por otra parte, el contenido de carbohidratos totales y de energía eran más elevados en el muffin de harina de camote morado.
- La evaluación sensorial de las muestras de muffins proporcionó información sobre las preferencias de los consumidores, se recopiló datos sobre la aceptabilidad, apariencia, sabor, olor, color y textura; lo que permitió conocer que el muffin de harina de papa china fue la mejor puntuada y valorada por los distintos catadores, mientras que la de camote morado fue la menos aceptada.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de edulcorantes naturales para impulsar el sabor en la elaboración de los muffins.
- Se recomienda realizar pruebas microbiológicas para evaluar la vida útil de los muffins.
- Realizar más investigaciones sobre harinas provenientes de cultivos andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aggarwal, D., Sabikhi, L., y Sathish, M. (2016). Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy–multigrain approach. *NFS Journal*, 2, 1-7. doi:10.1016/j.nfs.2015.10.001
- Aguilar, E. (2021). Manual del cultivo del camote (Ipomoea batatas). *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)*. Recuperado de http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Manual_Camote_min_ed.pdf
- Ahmad, M., y Ahsan, H. (2016). Physico-Chemical Characteristics of Cookies Prepared with Tomato Pomace Powder. *Journal of Food Processing y Technology*, 07(01). doi:10.4172/2157-7110.1000543
- Almeida, S., Aguilar, T., y Hervert, D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1). Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011
- Alulema, M. (2014). *Utilización de Chamburo (Carica Pubescens) como materia prima para la elaboración de productos de pastelería y respotería. Riobamba 2013*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9921/1/84T00356.pdf>
- Anaguano, D. (2016). *Aplicación y utilización gastronómica de la malanga*. (Tesis de pregrado), Universidad de las Américas. Recuperado de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5960/1/UDLA-EC-TTAB-2016-03.pdf>
- Andrade, R., y Chonillo, J. (2018). *Propuesta de mejora de procesos en la panadería “San Agustín” de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de pregrado), Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26871/1/Tutor-HENRIQUEZ%20BASURTO-EGRESADO1.ANDRADE%20SOLORZANO%26%20E2.-CHONILLO%20TUBAY.pdf>

- Official Methods of Analysis 16th Edition. Total Dietary in Foods-Enzymatic Gravimetric Method, 16th C.F.R. (1997).
- Official Methods of Analysis 18th Edition, (2005).
- Arendt, E., y Dal Bello, F. (2008). *Gluten-Free Cereal. Products and beverages*: Academic Press.
- Arevalo, S. (2017). *Agua en los alimentos*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de la Amazonia peruana. Recuperado de https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5052/Sy_ume_y_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arguedas, P., Mora, J., y Sanabria, J. (2015). Comparación del contenido de carotenoides en productos nutraceuticos elaborados a partir de dos variedades de camote y yuca. *Tecnología en Marcha*, 28(4), 42-53. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n4/0379-3982-tem-28-04-00042.pdf>
- Arteaga, P., y Silva, A. (2015). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de tarwi (Lupinus Mutabilis sweet) y harina de cascara de maracuya (Passiflora Edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Santa. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/225484928.pdf>
- Basantes, F., Aragón, J., y Albuja, M. (2022). *Cultivos Andinos de importancia agro productiva y comercial en la Zona 1 del Ecuador* Ibarra: Universidad Técnica del Norte
- Basurto, F., Martínez, D., Rodríguez, T., Evangelista, V., Mendoza, M., y Castro, D., . . . Vaylón, V (2018). Conocimiento actual del cultivo de camote (Ipomoea batatas (L.) Lam.) en México. *Agro Productividad*, 8(1). Recuperado de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/635>
- Benavides. (2011). *El camote valor nutricional y sus usos en la repostería*. . (Tesis de pregrado), Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1219/1/06%20GAS%20008%20TITULO%20DE%20LA%20TESINA.pdf>
- Benavides, Bravo, V., y Rodríguez, D. (2011). *Plan de marketing de Mimi Cupcakes y Muffins*. (Tesis de pregrado), Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado de

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1546/T421.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Caicedo, Q., Rodríguez, B., y Valle, R. (2014). Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china *Colocasia esculenta* conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(1), 1 - 10.
- Cando, G., y Saant, K. (2020). “*Comportamiento del cultivo de papa china (Colocasia esculenta L. Schott), a diferentes distancias de plantación en el Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo (CIPCA)*”. (Tesis de pregrado), Universidad Estatal Amazónica. Recuperado de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/610/1/T.AGROP.B.UEA.1130>
- Cardona, F. (2019). Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones. *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121948/Cardona%20-%20ACTIVIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20ALIMENTOS%3A%20CONCEPTO%2C%20MEDIDA%20Y%20APLICACIONES.pdf>
- Castello, A. (2021). *Evaluación instrumental y sensorial de la adhesividad en chicles*. (Tesis de pregrado), Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/169511>
- Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F., y Guzmán, Á. (2017). Manual Técnico del Cultivo del Camote. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)*.
- Cobos, O., Hernández, G., y Remes, T. (2017). Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Med In Méx*, 33, 447-502.
- Dutcosky, S. D. (2011). *Análisis sensorial de alimentos* (3 ed.). Curitiba.
- Espinoza, G. (2019). *Comportamiento térmico de la Colocasia Esculenta (Papa China)*. (Tesis de pregrado), Universidad del Azuay. Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8698/1/14357.pdf>
- Estévez, V., y Araya, M. (2016). La Dieta Sin Gluten Y Los Alimentos Libres De Gluten. *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 14-14. doi:10.4067/s0717-75182016000400014
- Félix, M., y Vivanco, M. (2015). *Efectos de la inclusión de la colación nutritiva a base de camote en la alimentación de pacientes con Diabetes Mellitus II que asisten*

- a ASVOLH en la ciudad de Guayaquil, periodo de Mayo- Septiembre del. (Tesis de pregrado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4488>
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*.
- Garduño, A. (2012). Función de las mantecas y aceites de soya en la panificación. *Mundo Alimentario*.
- Giménez, M., Basset, N., Lobo, M., y Sammán, N. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales. *Diaeta*, 31(144).
- Gusque, N. (2022). *Utilización de harina de camote toquecita (Ipomoea batatas L.) para la elaboración de pasta larga*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17807/1/27T00552.pdf>
- Huamán, Z. (1992). *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. Boletín de información técnica N2 25. CIP. Lima, Perú: CIP.
- INEN. (2015). *Mezclas Alimenticias. Requisitos. NTE INEN 3084:2015*. Servicio Ecuatoriano de Normalización
- INIAP. (2004). Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3264/1/iniapscCD55p91.pdf>
- ISO. (2017). Determinación de actividad de agua (ISO 18787). *Organización Internacional de Normalización*. Recuperado de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/63379/23d8fe4b776149fcb7b4cb0fd89d28c8/ISO-18787-2017.pdf>
- Jacobsen, S., Mujica, A., y Ortiz, R. (2003). La Importancia de los Cultivos Andinos. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13(36).
- Johnson, M., y Pace, R. D. (2010). Sweet potato leaves: properties and synergistic interactions that promote health and prevent disease. *Nutr Rev*, 68(10), 604-615. doi:10.1111/j.1753-4887.2010.00320.x
- Kaushal, P., Kumar, V., y Sharma, H. (2013). Utilization of taro (*Colocasia esculenta*): a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 27-40. doi:10.1007/s13197-013-0933-y

- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., y Soliman, S. A. (2015). Physico-Chemical, Organolytical and Microbiological Characteristics of Substituted Cupcake by Potato Processing Residues. *Food and Nutrition Sciences*, 06(01), 83-100. doi:10.4236/fns.2015.61010
- Lancetti, R. (2017). *Desarrollo de masas madre y evaluación de propiedades reológicas y tecnológicas de panificados*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5467/Lancetti%20Romina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lara, S. (2013). *Uso y difusión del camote como producto principal en preparación de repostería ciudad de Riobamba 2013*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9671/1/84T00256.pdf>
- Lasso, N. (2020). La papa china: un cormo con potencial en el Pacífico colombiano. *Universidad del Pacífico*.
- López, J. D., Cardona, M., y Rodríguez, E. (2017). Efecto del ácido fumárico en las características de calidad de muffins. *Revista Lasallista de investigación*, 14(2), 9-19. doi:10.22507/rli.v14n2a1
- Lozada, A. (2005). *Producción del cultivo de papa china (Colocasia esculenta) utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica* (Tesis de pregrado), Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5423/4/T-ESPE-IASA%20I-002856.pdf>
- Madrigal, L., Hernández, J., Carranco, M., Calvo, M. d. I. C., y Casas, R. d. G. (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” *Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 68(2). doi:10.37527/2018.68.2.008
- Martinez, A., y Pedrón, C. (2016). *Conceptos básicos en alimentación* Advanced Medical Nutrition
- Matthews, P. (2004). Genetic Diversity in Taro, and the Preservation of Culinary Knowledge. *Ethnobotany Research y Applications*, 2.

- Meléndez, L., y Hirose, J. (2018). El camote (*Ipomoea batatas*) y la yuca (*Manihot esculenta*) entre los mayas yucatecos, ch'oles y huastecos. *Estudios de Cultura Maya*, 52. doi:10.19130/iifl.ecm.2018.52.941
- Menéndez, J., y Vera, L. (2021). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de plátano maduro y cacao proveniente de agricultores asociados*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54757/1/T-112209%20%20MENDEZ%20VENTURA%2c%20JOSELYNE%20%26%20VERA%20GOMEZ%2c%20LUIS.pdf>
- Montalván, G. (2013). *Proceso para la obtención de una pasta alimentaria tipo compota de alto nivel nutricional a partir de la Colocasia Esculenta*. (Tesis de Pregrado), Universidad de Guayaquil. Recuperado de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f41a03fd-4d7e-4103-b3c6-001094b6d842/content>
- Montoya, J., Giraldo, G., y Lucas, J. (2012). Determinación del Índice de Blancura en Harina de Trigo Comercial *Vitae*, 19(1).
- Neri, M. (2016). *Aprovechamiento del camote (Ipomoea batatas) para el desarrollo de harinas funcionales y su aplicación en la elaboración de muffins reducidos en gluten*. (Tesis de pregrado), Universidad Autónoma de Puebla. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/ae29371d-0a7a-48c1-b42f-8b36fe6bb7a4/content>
- Nieto, E., Saldaña, A., Franco, E., Mireles, A. I., Mares, E., y Ozuna, C. (2022). Optimization of gluten-free muffin formulation with agavin-type fructans as fat and sucrose replacer using response surface methodology. *Future Foods*, 5. doi:10.1016/j.fufo.2021.100112
- Oggema, J., Kinyua, M., Ouma, J., y Owuochi, J. (2007). Agronomic performance of locally adapted sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) cultivars derived from tissue culture regenerated plants. *African Journal of Biotechnology*, 6(12). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228622820_Agronomic_performance_of_locally_adapted_sweet_potato_Ipomoea_batatas_L_Lam_cultivars_de

rived_from_tissue_culture_regenerated_plants/link/5f2017f3a6fdcc9626b9fe15/download

- Pacheco, G. (2021). *Evaluación nutricional de hojuelas de papa china (Colasia esculenta) enriquecido con quinua (Chenopodium quinoa)*. (Tesis de pregrado), Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PACHECO%20BATALLAS%20GENESIS%20BELEN.pdf>
- Parada, A., y Araya, M. (2010). El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Rev. Med Chile*, 138, 1319-1325.
- Paucar, L. M., Salvador, R., Guillén, J., y Mori, S. (2016). Effect of partial substitution of wheat flour by soybean meal in technological and sensory characteristics of cupcakes for children of school age. *Scientia Agropecuaria*, 07(02), 121-132. doi:10.17268/sci.agropecu.2016.02.05
- Pellegrini, N., y Agostoni, C. (2015). Nutritional aspects of gluten-free products. *J Sci Food Agric*, 95(12), 2380-2385. doi:10.1002/jsfa.7101
- Pérez, J. (2023). *Formulación y análisis de un producto tipo cupcake a base de harina de quinua tostada (Chenopodium quinoa will "Carl Otto") y harina de trigo (Triticum aestivum "Carlos Linneo")*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37911/1/CAL%20038.pdf>
- Pino, S., Aguilar, H., Apolo, A., y Sisalema, L. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización. Años 2000 – 2016. *Revista Espacios*, 39(32), 7.
- Pinto, M. (2012). El cultivo del camote y el clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas*
- Quirós, S. (2013). *Elaboración de quequitos libres de gluten a partir de harinas de tiquisque, ñampí, arroz, yuca y sus mezclas*. (Tesis de pregrado), Universidad de Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2600/1/36170.pdf>
- Rodríguez, J. (2014). *Reformulación de productos horneados para disminuir el contenido en grasa y azúcar mediante sustitución con inulina. Efectos sobre la*

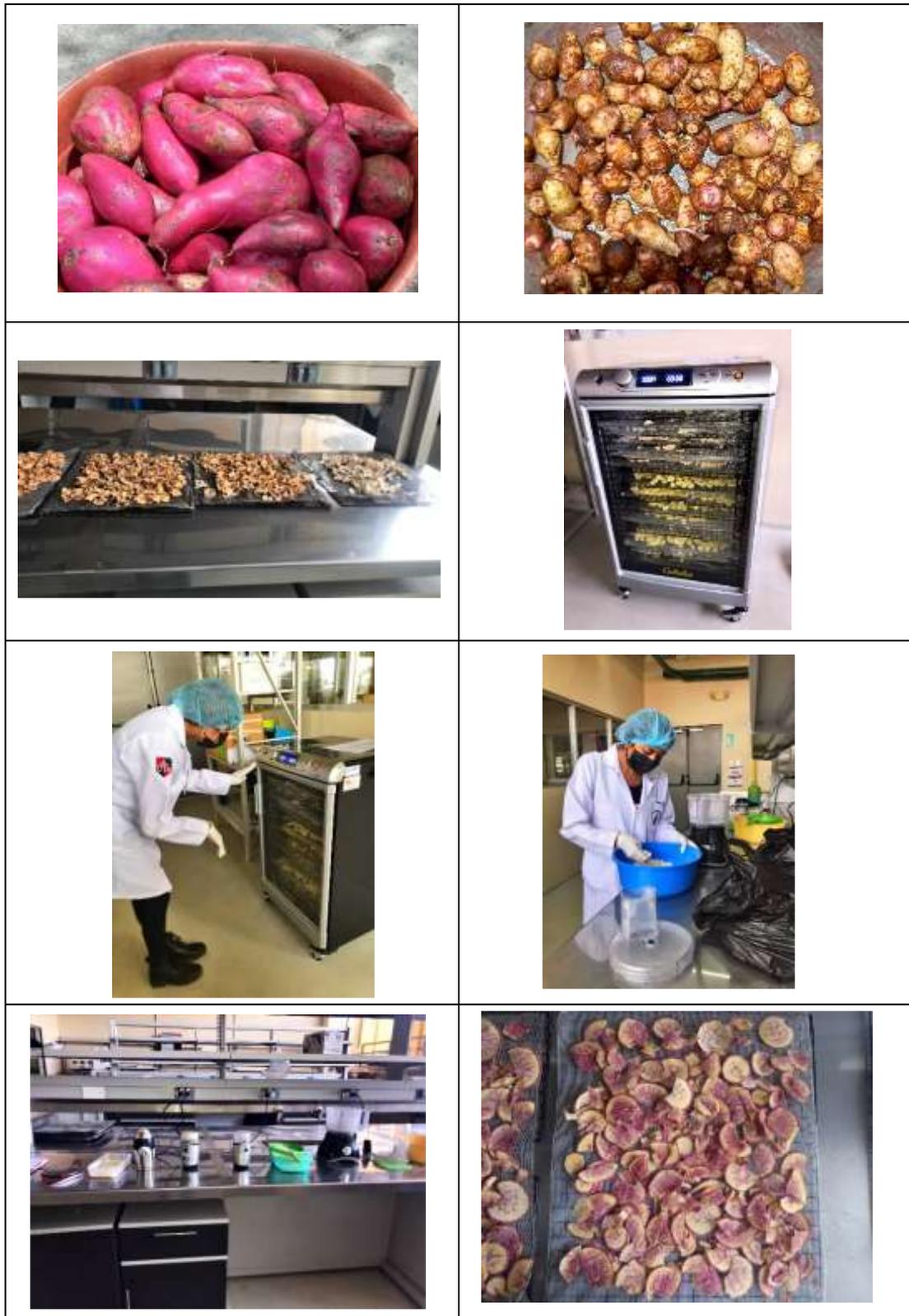
- estructura y propiedades físicas*. (Tesis de pregrado), Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=hYnDS8TGVAU%3D>
- Rojas, J., y Valdez, D. (2021). *Aplicación de las técnicas de repostería y pastelería para la elaboración de postres libres de azúcar refinado y grasas vegetales saturadas*. (Tesis de pregrado), Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36954/1/Trabajo%20de%20titulaci%3%b3n%20..pdf>
- Saklani, A., Kaushick, R., Chawla, P., y Kumar, N. K., Mukul. (2021). Effect of Taro (*Colocasia esculenta*) Enrichment on Physicochemical and Textural Properties of Cake. *International Journal of Food Studies*, 10.
- 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
- Salgada, R. (2016). Caloría unidad de energía en la alimentación.
- Sánchez, S. N., Narvaez, R. I., Neira, J. A., y Plua, J. A. (2023). Obtención de almidón de malanga: *Colocasia esculenta* L. y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos. *Revista InGenio*, 6(2), 40-50. doi:10.18779/ingenio.v6i2.677
- Sciarini, L., Steffolani, M., y León, E. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*, 33(2), 61-74.
- Silva, D. (2019). *Aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrautilizados para el desarrollo de un producto de pastelería tipo muffin*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f8246357-2040-4518-909a-89e95df9567d/content>
- Solís, C. (2011). *Sustitución del maíz por ensilaje integral del camote (*Ipomoea batatas* L.) como fuente energética en la alimentación de bovinos en crecimiento* (Tesis de Posgrado), Universidad de Panamá. Recuperado de http://up-rid.up.ac.pa/4239/1/carlos_solis.pdf

- Suquilanda, M. (2012). Producción orgánica de cultivos andinos: Manual técnico. . *Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Talens, P. (2015). Caracterización de las propiedades mecánicas de alimentos mediante análisis de perfil de textura. *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83513/Talens%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20de%20las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20de%20alimentos%20mediante%20an%C3%A1lisis%20de%20perfil%20de....pdf?sequence=1>
- Tapia, M., y Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Lima: FAO y ANPE.
- Tardío, J. (2022). Colocasia esculenta (L.) Schott. *D.G. de Producciones y Mercados Agrarios*.
- Tasiguano, B. L., Villarreal, C., Schmiele, M., y Vernaza, M. G. (2019). Efecto del tiempo de Cocción del Zapallo (Cucurbita maxima) y la adición de Glucosa Oxidasa en el Aumento de Almidón Resistente del Pan de Molde. *Información tecnológica*, 30(3), 167-178. doi:10.4067/s0718-07642019000300167
- Tique, J., Chaves, B., y Zurita, J. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de Ipomoea batatas L. *Agronomía Colombiana*, 27(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316234003.pdf>
- Tropicos. (2023). Ipomoea batatas (L.) Lam. Retrieved from <https://www.tropicos.org/name/8500721>
- Ulloa, G. (2014). *Propuesta de recuperación de la malanga: origen, historia, valor nutricional; con la creación de diez menús que enriquecerán la gastronomía del cantón Sucúa*. (Tesis de pregrado), Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4711/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Veloz, S. (2014). *Utilización de la malanga (Colocasia Esculenta Schott) como suplemento de la harina de trigo en repostería, en la escuela de gastronomía de la ESPOCH, Periodo 2013 - 2014*. (Tesis de pregrado), Escuela Superior

- Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/9797/1/84T00300.pdf>
- Vidal, A., Zaucedo, A., y Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2).
- Villacrés, E., Quelal, M., y Alvarez, J. (2013). Nutrición, procesamiento y gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador: Una revisión bibliográfica de la papa, melloco, oca, mashua, zanahoria blanca y jícama. . *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2816/1/iniapsc302.pdf>
- 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
- Zhunio, D. (2019). *Aplicación de técnicas de masas batidas en seis especies de tubérculos cultivados en el Ecuador*. (Tesis de pregrado), Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32642/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las harinas del camote morado y de la papa china



Anexo 2. Elaboración de los muffins con harinas de Camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y Papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)



Anexo 3. Análisis fisicoquímicos



Anexo 4. Análisis de la composición proximal



Anexo 5. Evaluación sensorial



Anexo 6. Determinación de colorimetría y alveolos de los muffins



Anexo 7. Análisis de textura



Anexo 8. Análisis de LACONAL del muffin de harina de camote morado



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

01176



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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:23-216		R01-74.01				
Solicitud N°: 23-216		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: 1850366608				
Representante:	Sharon Lopez	Tlf: 0984693915				
Dirección:	Ambato	Email: slopez6608@outa.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
Descripción de las muestras:						
Producto:	Muffin de camote morado	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 camote morado	21623423	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22. 2023 2001.11	%(Nx6,25)	7,4
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22. 2023 2003.06	%	9,96
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 22. 2023	%	7,33
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						
<small>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 emitiendo es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser divulgada. Si usted 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.*</small>						



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los Chiriquis y Río Patate
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador

(593) 32400987 ext. 5017, 5018 <http://lacional@uta.edu.ec> lacional@uta.edu.ec

Anexo 9. Análisis de LACONAL del muffin de harina de papa china



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

01174

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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:23-214		B01-74-01				
Solicitud N°: 23-214		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: 1850366608				
Representante:	Sharon Lopez	TIF: 0984693915				
Dirección:	Ambato	Email: slopez6608@uta.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
Descripción de las muestras:						
Producto:	Muffin de papa china	Peso: 205g				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: envase de aluminio				
Lote:	n/a	No de muestras: una				
F. Eib.:	n/a	F. Exp.: n/a				
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días				
Cierre 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 papa china	21423421	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023- 2001.11	%(Nx6,25)	10,3
			*Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023- 2003.06	%	7,12
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Luzimétrica	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	7,35
Conds. Ambientales: 21,0°C; 53,0%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
			 Dra. Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 01 de noviembre de 2023						
<small>Nota: La muestra fue representada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones enviadas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por un uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. *La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser retransmitida. 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.*</small>						



Dpto. Universidad Técnica de Ambato, Campus Huancabamba, Av. Los Interoceánicos y Río Puyumayo
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología - Ambato - Ecuador
 ☎ (593) 32400987 ext. 5018; 5018 🌐 <http://laconal.uta.edu.ec> 📧 laconal@uta.edu.ec

Anexo 10. Análisis de LACONAL del muffin de harina de trigo (control)



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

01173



SEVICIO DE ACREDITACION ECUATORIANO
Acreditación N° 000-LE-EN-10-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-211		001-78-03				
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:	Jessica Cruz, Estefanía Alvarado, Marjorie Galora, Sharon López y Gabriel Miguez	C.I./RUC: 1850177773				
Representante:	Jessica Cruz, Estefanía Alvarado, Marjorie Galora, Sharon López y Gabriel Miguez	TIF: 0987569078				
Dirección:	Ambato	Email: jczaz7773@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: 600				
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 11. Hoja de la cata de la evaluación sensoria

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 (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!