



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA**



**CARRERA DE ALIMENTOS**

---

Efecto del uso de harina de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) en la producción de salchichas tipo Frankfurt

---

Trabajo de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia: “Valorización de cultivos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional”, coordinado por Liliana Acurio, M. Sc. - Resolución Nro. UTA- CONIN-2022-0269-R

**AUTOR:** Macarena Estefania Bejarano Miranda

**TUTOR:** Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

**Ambato – Ecuador**

**Marzo 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

### **CERTIFICA:**

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autoriza la presentación de este Informe Final de Integración Curricular bajo la Modalidad 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, 14 de febrero del 2023

---

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

**C.I. 1803124294**

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Macarena Estefania Bejarano Miranda, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



---

Macarena Estefania Bejarano Miranda

**C.I. 172153164-6**

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Presidente del Tribunal

---

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro  
C.I. 180273810-2

---

Mg. Juan de Dios Espinoza Moya  
C.I. 180320143-1

Ambato, 03 de marzo de 2023

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Informe Final de Integración Curricular 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 de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



---

Macarena Estefania Bejarano Miranda

**C.I. 172153164-6**

**AUTOR**

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios y a la Virgen Morenita, por dotarme de salud, vida y sabiduría en todo el proceso de mis estudios.*

*A mi hija Fiorella por su compañía y ánimos, a mis padres y a mi esposo, por ser mi apoyo e inspiración en todo momento.*

*Macarena*

## AGRADECIMIENTO

A mi pequeña hija Fiorella Martina por ser esa luz en los momentos difíciles, con su sonrisa y ocurrencias me ha ayudado para que cada día sea un ejemplo para ella.

A mi mamá que a pesar de la distancia siempre me ha apoyado con sus ánimos y fortaleza para no decaer y cumplir con mis propósitos.

A mi papá por apoyarme y guiarme con sus conocimientos siendo un ejemplo de superación.

A mi esposo por su amor, apoyo, compañía que han sido importante en cada momento y juntos hemos cumplido nuestros propósitos.

A mi tutor, Ing. Diego Salazar por sus consejos, apoyo, tiempo y conocimientos en cada paso que se realizó para cumplir con 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, a los docentes por compartir con sus conocimientos y formarme como una profesional.

Al Grupo de Investigación "G+Biofood and Engineering" y su convenio con la Universidad Politécnica de Valencia mediante la Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R, por darme la oportunidad de anclarme a su grupo y poder desarrollar este trabajo de titulación.

A la familia Barros Domínguez por ser mi ejemplo, por siempre brindarme su apoyo, cariño y hacerme parte de su familia, gracias a ustedes y todas sus enseñanzas hoy estoy cumpliendo con esta meta.

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....</b>	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>iv</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Antecedentes investigativos .....</b>	<b>1</b>
<b>Cultivos andinos .....</b>	<b>2</b>
<b>Zanahoria blanca .....</b>	<b>3</b>
<b>Mashua .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1. Objetivo General .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Hipótesis .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2. Hipótesis alternativa (H<sub>i</sub>).....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Señalamiento de variables .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.1. Variable independiente .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2. Variable dependiente .....</b>	<b>7</b>



<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Materiales.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1. Materia prima.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Métodos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. Obtención de harinas de cultivos andinos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2. Elaboración de salchichas.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.3. Pérdida por cocción.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.4. Análisis proximal.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.5. Valor energético.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.6. pH y acidez.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.7. Textura .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.8. Determinación de color .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.9. Análisis sensorial .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.10. Análisis estadístico .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Elaboración de salchichas tipo Frankfurt.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Análisis proximal.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Análisis fisicoquímico.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Pérdida por cocción.....</b>	<b>22</b>
<b>3.5. Textura .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6. Determinación de color .....</b>	<b>27</b>
<b>3.7. Análisis sensorial .....</b>	<b>30</b>
<b>3.8. Verificación de la hipótesis .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>MATERIALES DE REFERENCIA .....</b>	<b>33</b>

<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de la harina de zanahoria blanca.....	<b>4</b>
<b>Tabla 2.</b> Composición nutricional de la harina de mashua .....	<b>5</b>
<b>Tabla 3.</b> Composición proximal de las salchichas con cada harina de cultivos andinos .....	<b>15</b>
<b>Tabla 4.</b> Pérdida de cocción de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos.....	<b>23</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zanahoria Blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr) .....	<b>3</b>
<b>Figura 2.</b> Mashua ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ).....	<b>5</b>
<b>Figura 3.</b> A) Harina de zanahoria blanca. B) Harina de mashua.....	<b>9</b>
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de embutidos .....	<b>10</b>
<b>Figura 5.</b> Salchichas tipo Frankfurt. A. Salchicha con harina de trigo. B. Salchicha con harina de Zanahoria Blanca. C. Salchicha con harina de Mashua.....	<b>14</b>
<b>Figura 6.</b> Evolución de la humedad en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....	<b>16</b>
<b>Figura 7.</b> Evolución de pH de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....	<b>20</b>
<b>Figura 8.</b> Acidez de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....	<b>21</b>
<b>Figura 9.</b> Actividad de agua de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de	

cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....22

**Figura 10.** Textura de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....26

**Figura 11.** Luminosidad (L\*) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Los superíndices (a, b, c) muestran diferencias significativas para cada salchicha en los diferentes días de almacenamiento ( $p < 0.05$ ). Los superíndices diferentes (w, x, y) muestran diferencias significativas entre las salchichas elaboradas con las harinas de cultivos andinos ( $p < 0.05$ ). .....28

**Figura 12.** Rojos (a\*) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....28

**Figura 13.** Amarillos (b\*) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.....29

**Figura 14.** Perfil sensorial de las salchichas tipo Frankfurt con harinas de cultivos andinos .....30

**Figura 15.** Elaboración de salchichas.....39

**Figura 16.** Desarrollo de análisis proximales de las salchichas .....40

**Figura 17.** Desarrollo de análisis fisicoquímicos de las salchichas .....40

**Figura 18.** Determinación de textura y color .....41

**Figura 19.** Análisis sensorial .....41

## ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1) Pérdida por cocción .....10

(Ecuación 2) Porcentaje de cenizas.....11

<b>(Ecuación 3) Energía</b> .....	<b>12</b>
<b>(Ecuación 4) Porcentaje de ácido láctico</b> .....	<b>12</b>

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1. Resultados LACONAL</b> .....	<b>37</b>
<b>Anexo 2. Hoja de cata para salchichas tipo Frankfurt</b> .....	<b>38</b>

## RESUMEN

Los consumidores en la actualidad manifiestan su preferencia a productos menos procesados, con mayor valor nutricional y que brinden beneficios a la salud. Las industrias de producción de alimentos buscan aprovechar materias primas nuevas y que permitan satisfacer las necesidades de los consumidores, en este sentido productos como los cultivos andinos que se han consumido desde tiempos ancestrales, muestran una tendencia en el uso, consumo, aprovechamiento y recuperación de los mismos. El presente trabajo pretende el uso de harina de Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) para el desarrollo de salchichas tipo Frankfurt. Se diseñaron dos formulaciones, salchichas con inclusión de harina de Zanahoria Blanca y con harina de Mashua, así mismo se desarrolló una formulación con harina de Trigo como un control. Se evaluaron parámetros como contenido de proteína, grasa, fibra dietética, humedad, cenizas, carbohidratos y energía. Propiedades fisicoquímicas como pH, acidez y actividad de agua, parámetros de textura, color y características sensoriales de los productos desarrollados. La muestra que se desarrolló con harina de Mashua mostro mayor contenido de proteínas (17 por ciento), fibra (8,40 por ciento) y bajo contenido de grasa (6,84 por ciento). Las propiedades de textura permitieron establecer que la adición de harinas produjo cambios en la masticabilidad, dureza y adhesión. Finalmente, el análisis sensorial mostró mejor aceptabilidad en las salchichas con harina de Zanahoria Blanca.

**Palabras clave:** Productos cárnicos, cultivos andinos, zanahoria blanca, mashua, salchichas.

## ABSTRACT

Consumers currently express their preference for less processed products with greater nutritional value and that provide health benefits. The food production industries seek to take advantage of new raw materials and that allow satisfying the needs of consumers, in this sense products such as Andean crops that have been consumed since our ancestors, show a trend in the use, consumption, exploitation and recovery. The present work intends the use of flours of Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) and Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) for develop Frankfurt sausages. Two formulations were designed, sausages with inclusion of white carrot flour and with Mashua flour, likewise a formulation with wheat flour was developed as a control. Parameters such as protein, fat, dietary fiber, moisture, ash, carbohydrate, and energy content were evaluated. Physicochemical properties such as pH, acidity and water activity, texture parameters, color and sensory characteristics of the products developed. The sample that included mashua flour shown higher protein content (17 per cent), fiber (8.40 per cent) and low-fat content (6.84 per cent). The textural properties allowed to establish that the addition of flour produced changes in chewiness, hardness, and adhesion. Finally, the sensorial analysis showed better acceptability in the sausages with white carrot flour.

**Keywords:** Meat products, andean crops, zanahoria blanca, mashua, sausages.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Hoy en día los consumidores buscan y prefieren alimentos menos procesados y que aporten mayor valor nutritivo (Arellano Salazar, 2022). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO (2017) sugiere la búsqueda de fuentes alternativas para mejorar la calidad nutricional de los alimentos, en este sentido, uno de los alimentos en los que se enfatiza este requerimiento es en los productos cárnicos con la finalidad de disminuir el contenido graso, sal e incluir e incrementar el contenido de fibra dietética. Las fuentes de este tipo de componentes nutritivos provienen de pieles de frutas, harinas integrales y harinas no convencionales a partir de legumbres, granos y cultivos andinos. Guevara Núñez (2021) detalla que el consumo de harinas no convencionales provenientes de tubérculos andinos muestra beneficios para la salud debido a la composición nutricional que estas muestran.

Los cultivos andinos han sido y son parte importante de la alimentación de las culturas indígenas debido a sus altos contenidos en nutrientes, sin embargo, Espinales Zambrano (2020) menciona que el consumo de tubérculos ha disminuido en las grandes ciudades debido al tiempo de cocción rápida que los consumidores buscan. Por otro lado, existe una corriente de consumidores que prefiere consumir alimentos con mayor valor nutricional, enriquecidos con fibra, bajos en grasa, azúcar y sal, por lo que las materias primas no convencionales se vuelven un eje interesante en el desarrollo de alimentos. Tubérculos como la oca, achira, zanahoria blanca, camote, mashua, zanahoria blanca han perdido su valor comercial debido al reducido costo que genera para quienes lo producen (Ocaña Palacios, 2019).

Los cultivos andinos son fuente de compuestos nutritivos y se busca que los alimentos procesados que se desarrollan con ellos sean de mejor calidad tanto nutritiva como sensorial (Torres, Montero et al., 2014). Introducir cultivos andinos en alimentos procesados para que su consumo sea de mejor acceso es una opción, una de las opciones tecnológicas es transformar dichos tubérculos en harinas como una nueva alternativa de uso en la industria, los reportes de Salazar, Arancibia, Ocaña et al. (2021)

han determinado propiedades fisicoquímicas y tecno funcionales de harinas de camote, oca, mashua, achira, arracacha, taro y tarwi, que demuestran la valía nutritiva de estos productos.

Los embutidos (salchichas) al ser productos elaborados con diferentes carnes como cerdo, res, pollo y pescado, pueden ser modificadas mediante varias tecnologías de procesado para mejorar u obtener características sensoriales y de almacenamiento específicas (Hugo y Hugo, 2015). Por lo cual, la industria cárnica se ha enfocado en desarrollar productos añadiendo o reemplazando ingredientes en su formulación para mejorar el valor nutritivo. Uno de los enfoques más prometedores de la industria cárnica es disminuir el contenido de grasa, siendo una de las estrategias eficaces sustituir la grasa animal por fibra dietética, proceso aplicado por varios investigadores para establecer un componente mimético de la grasa y que los atributos sensoriales sean similares a sus homólogos desarrollados de manera convencional (Campagnol, Dos Santos et al., 2012; Dos Santos, Lorenzo et al., 2016; Ktari, Smaoui et al., 2014).

En base a lo mencionado uno de los ingredientes más importantes en la industria cárnica son los almidones de papa o yuca, sin embargo el más económico es la harina de trigo, se consideran esenciales por la consistencia que le proporciona a la emulsión (Abiola y Ewebajo, 2009). En este sentido la sustitución de la harina de trigo por cultivos andinos o cereales ancestrales para mejorar la calidad nutricional de los productos cárnicos es una alternativa (Sanwo, Makanju et al., 2012).

### **Cultivos andinos**

Los cultivos andinos representan una fuente importante de compuestos nutritivos que podrían ser aprovechados para el desarrollo de alimentos nutritivos. Ecuador es uno de los países andinos en donde la producción de estos ha sido base de la alimentación para muchas generaciones (Emilio Rodrigo, 2015). La importancia que genera los cultivos andinos se basa en su valor nutritivo, Del Águila Lopez (2018) describe que estos productos se destacan al tener una cantidad alta en proteínas y grasas, ejemplos de estos son la quinua, amaranto y chocho, así también tubérculos y raíces ricos en carbohidratos, contenido de fibra y compuestos antioxidantes.



Dentro de sus características nutricionales destacan que tienen alto contenido de minerales entre ellos hierro, cobre, manganeso, zinc, magnesio, calcio, fósforo, potasio, sodio; vitaminas como la C, E, B1, B2, B3 (Ocaña Palacios, 2019). Algunos de estos cultivos andinos son libres de gluten por lo que se convierte en esenciales para las personas que tienen alergias o son intolerantes al gluten (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021).

### **Zanahoria blanca**

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) (Figura 1) es un tubérculo con sabor agradable, con un almidón fino, que lo convierte en un alimento de fácil digestión y es rico en fibra (3 %). Este tubérculo conocido con varios nombres dependiendo del lugar de origen como *Raqacha* termino quechua (Cobo, Quiroz et al., 2013). La zanahoria blanca en su composición nutricional muestra un valor energético 104.00 calorías, humedad 73 %, proteína 0.80 g, grasa 0.30 g, carbohidratos 24.90 g, fibra 0.60 g, calcio 29.00 mg, fósforo 58.00 mg, hierro 1.20 mg, tiamina 0.06 mg, riboflavina 0.04 mg, niacina 3.40 mg, ácido ascórbico 28 mg (Tapia y Fries, 2007).

Las variedades de *Arracacia xanthorrhiza* presenta variedades por su color de pulpa existentes como tubérculos de pulpa blanca, tubérculos de pulpa amarilla, tubérculos de pulpa blanca con algunas pigmentaciones púrpura, tubérculos de pulpa amarilla con algunas pigmentaciones púrpura, la variedad amarilla y blanca presenta una alta actividad enzimática, y como productos frescos se conservan de 4 - 6 días (Ocaña Palacios, 2019).



**Figura 1.** Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr)

La harina de zanahoria blanca generalmente se la usaba para la alimentación de animales, hoy en día ya es común usarla para alimentación humana (Muñoz y Alvarado, 2015). Mejía Alejandro (2020) describe que este tipo de harina al envasarla al vacío o a su vez congelarla conserva sus características nutricionales y organolépticas intactas, sin presentar algún cambio y se la puede aprovechar para futuras preparaciones.

**Tabla 1.** Composición nutricional de la harina de zanahoria blanca

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Humedad	%	6,16
Proteína	%	2,10
Grasa	%	0,69
Cenizas	%	4,49
Fibra	%	9,25
Carbohidratos	%	77,31
Almidón	%	42,82
Amilosa	%	4,49
Amilopectina	%	38,33
Calorías	%	343,66
pH	-	6,29
Acidez	%	0,31

**Fuente:** (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021)

## **Mashua**

Es un tubérculo originario de los Andes Peruanos y se ha extendido a diversos países como Ecuador, Bolivia y Colombia (Figura 2), generalmente se la cultiva en parcelas intercaladas en campos donde se desarrolla de mejor manera con materia orgánica y se encuentra a los 3700 y 4000 metros sobre el nivel del mar y es un cultivo que soporta el frío extremo (Del Águila Lopez, 2018; Valle, Pomboza et al., 2018). Dentro de sus propiedades tiene un alto contenido de carbohidratos, proteína y vitamina C, asimismo, se le atribuye algunas propiedades antiinflamatorias, antiprostáticas y anticancerígenas, atribuido a su alto contenido de glucocianatos (Arteaga-Cano, Chacón-Calvo et al., 2022). Yungán Pinda (2015) destaca algunas características: es

un antibiótico que puede contrarrestar a bacterias patógenas como *E. Coli*, *Staphylococcus* y algunos hongos.



**Figura 2.** Mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

La mashua presenta un interesante contenido nutricional (Tabla 2), es uno de los tubérculos que contienen un alto contenido de vitamina A, proporcionada por los carotenos y vitamina C en una proporción de 77mg en 100 gramos de materia fresca comestible. Suquilanda Valdivieso (2012) menciona que la FAO realizó un estudio de tubérculos originarios de los Andes peruanos, refiriéndose a que 100 gramos de Mashua fresca pueden contener energía 52 kilocalorías, agua 87,4 g, proteína 1,5 g, grasa 0,7 g, fibra 0,9 g, calcio 12 mg, hierro 1,0 mg, vitamina A 12 µg. Se la puede clasificar por su color, como tubérculos de color blanco, amarillo o anaranjado, tubérculos con una coloración particular de pigmentos de antocianina, tubérculos con yemas pigmentadas con algunas franjas moradas o rojas (Manrique, Arbizu et al., 2013). Este tipo de tubérculo se los puede consumir desde sus raíces, fruto y flores, generalmente es usado par sopas, fritos, postre, etc.

**Tabla 2.** Composición nutricional de la harina de mashua

Parámetro	Unidad	Valor
<b>Humedad</b>	%	18,87
<b>Proteína</b>	%	9,12
<b>Grasa</b>	%	0,59
<b>Cenizas</b>	%	4,94
<b>Fibra</b>	%	9,60

<b>Carbohidratos</b>	%	56,89
<b>Almidón</b>	%	22,21
<b>Amilosa</b>	%	9,68
<b>Amilopectina</b>	%	12,53
<b>Calorías</b>	%	288,48
<b>pH</b>	%	5,88
<b>Acidez</b>	%	1,03

**Fuente:** (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021)

Los estudios muestran que el uso de harinas en el procesado de embutidos se da por dos razones, para ser usada como extensor y como relleno (Calderón Altamirano, 2018). Tanto los extensores como materias primas de relleno buscan el mismo fin, reducir las pérdidas por cocción, mejorar la retención de agua y la formación de estructuras en los productos cárnicos, y así incrementar la calidad física, rendimiento y calidad sensorial del producto (Delgado, 2014).

En la actualidad se aceptan de manera consensuada varios tipos de extensores y rellenos como opciones utilizables en la preparación de productos cárnicos. Sin embargo, este tipo de productos desarrollados con extensores pueden resultar diferentes de sus homólogos preparados exclusivamente a base de carne, a pesar de este contexto los productos nuevos pueden poseer elevados valores nutritivos y excelentes propiedades sensoriales, es así que la idea de que un producto que se desarrolle con 100% a base de carne que es el mejor indicador de calidad se va transformando en un requerimiento teórico y que no se aplica a nivel industrial (Santos, Guerra y Andújar, 2000).

La introducción de harinas no convencionales en productos cárnicos ha mostrado gran evolución científica y tecnológica, atribuido a que las industrias buscan satisfacer las necesidades de los consumidores (Naumova, Lukin et al., 2017). Por lo que el uso de “harinas no convencionales” ricas en compuestos como fibra, carbohidratos, proteína, entre otros, buscan la generación de beneficios para la salud (Muguerza et al., 2004).

Por lo tanto, el presente estudio pretende evaluar el efecto del uso de harinas de zanahoria blanca y harina de mashua sobre las propiedades tecnológicas, fisicoquímicas y sensoriales de las salchichas tipo Frankfurt y su evolución durante 15 días de almacenamiento.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto del uso de harina de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) en la producción de salchichas tipo Frankfurt.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la proporción óptima de las harinas de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt.
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las de salchichas tipo Frankfurt.
- Evaluar la calidad sensorial de las salchichas tipo Frankfurt.

## **1.3. Hipótesis**

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

Las harinas de cultivos andinos no afectan la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las de salchichas tipo Frankfurt.

### **1.3.2. Hipótesis alternativa (H<sub>i</sub>)**

Las harinas de cultivos andinos afectan la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las de salchichas tipo Frankfurt.

## **1.4. Señalamiento de variables**

### **1.4.1. Variable independiente**

Harina de cultivos andinos (Zanahoria blanca y Mashua)

### **1.4.2. Variable dependiente**

Composición proximal, propiedades fisicoquímicas, textura y propiedades sensoriales

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Materia prima**

Los tubérculos como la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*), fueron adquiridos en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Las carnes se obtuvieron de los Frigoríficos del Mercado Central de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Todas las materias primas se transportaron a los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología para ser procesadas.

#### **2.2. Métodos**

##### **2.2.1. Obtención de harinas de cultivos andinos**

De los dos tubérculos adquiridos, la mashua tuvo un previo tratamiento, se expuso al sol por 3 días con el fin de madurar el tubérculo y eliminar el amargor característico de este tubérculo. Los tubérculos se lavaron, secaron, pelaron y cortaron en rodajas de 2mm de espesor, luego se sometió a un pretratamiento con microondas (750W/20s) de inmediato se procedió a un enfriamiento mojando las rodajas en agua a 4 °C por 20 segundos con el fin de impedir el pardeamiento enzimático. Inmediatamente las rodajas se secaron en un deshidratador por convección (Gander mtn-CD 160) a 65 °C (150 °F) durante 8 horas. Las rodajas se trituraron por 15 segundos en una trituradora comercial y consecutivamente se molieron en un molino Marca Bentwood utilizando el indicador de tamaño de poro número 18 (Ruiz Muñoz, 2016).

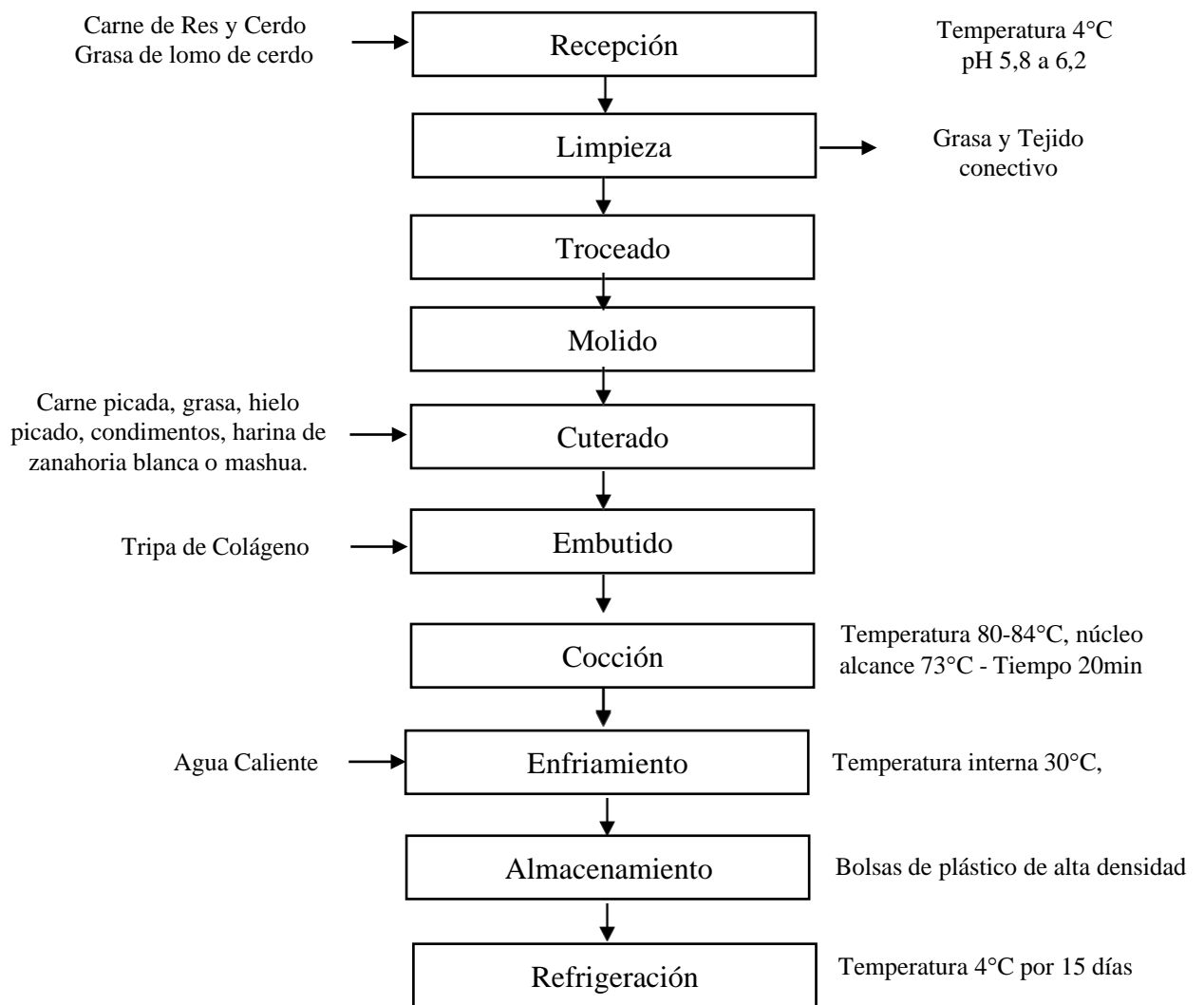


**Figura 3.** A) Harina de zanahoria blanca. B) Harina de mashua

### **2.2.2. Elaboración de salchichas**

Las salchichas tipo Frankfurt se elaboraron mediante un proceso estándar, la formulación está basada en carne de res y carne de cerdo, grasa de lomo de cerdo, hielo, harina de trigo y condimentos, cloruro de sodio, nitrito de sodio, polifosfatos y ácido ascórbico, ajo, cebolla en polvo, pimienta, nuez moscada (Salazar, Arancibia, Calderón et al., 2021). Asimismo, se elaboró dos formulaciones en las que se reemplazó la harina de trigo en su mismo porcentaje por harina de zanahoria blanca y harina de mashua, los otros ingredientes se mantuvieron constantes en cada preparación.

Las carnes se molieron en una picadora (Mainca PM-21 España), luego la carne picada, la grasa y hielo picado, se homogenizó por 2 minutos en un cutter (Mainca CM-21 España), se procedió a la adición de condimentos y hielo picado, se homogenizó por 2 minutos, finalmente se añadió la harina y se homogenizó por 1 minuto. La masa que se obtuvo se la embutió en una tripa artificial Viscofan (16mm de diámetro/150mm de longitud). Posteriormente se procedió a cocinarlas en baño de agua a 80-84 °C, hasta que el centro del producto alcanzó los 73 °C (~20min), se enfrió en un baño frío hasta que alcanzó una temperatura interna de 30 °C. Finalmente se envasó en bolsas de plástico de alta densidad especiales para alimentos y se procedió a refrigerar a 4 °C.



**Figura 4.** Diagrama de flujo para la elaboración de embutidos

### 2.2.3. Pérdida por cocción

La pérdida por cocción de las salchichas tipo Frankfurt se determinó por medio del peso antes y después de la cocción. La pérdida por cocción se expresó en porcentaje, se evaluó con el peso inicial antes de la cocción menos el peso final después de la misma, basado en la siguiente ecuación:

$$\% \text{pérdida de cocción} = \left( \frac{m_i - m_f}{m_i} \right) * 100$$

**(Ecuación 1)**



Donde:

mi: es el peso inicial previo a la cocción

mf: es el peso final después de la cocción

#### **2.2.4. Análisis proximal**

La composición proximal se basó en el análisis de humedad, cenizas, proteínas y grasas, se evaluó cumpliendo las normas oficiales AOAC 19 927,05, AOAC 923,03, AOAC 2001,11 y AOAC 2033,06, respectivamente. Los hidratos de carbono se estimaron por la diferencia de humedad, proteína, ceniza, grasa y contenido de fibra. El contenido de proteína se calculó en función del nitrógeno utilizando el factor 6,25. La determinación de fibra se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 985,29) (PRT-701,03-019, 2011) (AOAC, 2005). Cada determinación se la realizó por triplicado y los resultados se expresaron por porcentaje. La determinación de cenizas se aplicó el método que establece la normativa (INEN-786, 1985) y su cálculo se basó mediante la ecuación:

$$\% \text{ de Ceniza} = \left( \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \right) * 100$$

**(Ecuación 2)**

Donde:

m: masa del crisol vacío

m1: masa del crisol con la muestra antes de la incineración

m2: masa del crisol con las cenizas después de la incineración

#### **2.2.5. Valor energético**

El contenido calórico se estimó en x100g, debido a que la suma global de calorías de cada componente es el valor energético de cada uno, grasa (x9 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), carbohidratos (x4 kcal/g) y fibra (x2 kcal/g).

$$\text{Energía} = (\text{carbohidratos} * 4) + (\text{proteína} * 4) + (\text{grasa} * 9) + (\text{fibra} * 2)$$

(Ecuación 3)

### 2.2.6. pH y acidez

El pH se midió a temperatura ambiente, previamente se homogenizó las salchichas en agua destilada en una proporción (1:10w/v), se filtró la mezcla, se procedió a medir con un medidor digital de pH (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE. UU.)

La acidez se determinó por titulación con NaOH 0,1N, usando fenolftaleína como indicador aplicando la metodología descrita por AOAC, (2005) expresado como g/100g de ácido láctico y calculado por la siguiente ecuación,

$$\% \text{Ácido láctico} = \frac{V (\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * \text{Meq}(\text{ácido láctico})}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

(Ecuación 4)

Meq: 0,09

N: 0,1

### 2.2.7. Textura

El análisis del perfil de textura se realizó por medio de un texturómetro (CT3 Brookfield, Scarsdale, NY, USA). Se procedió a retirar la tripa de las salchichas de cada lote y se cortó en cubos (2cm de ancho y 1,5cm de largo). Se realizó una doble compresión hasta el 25% de deformación (tensión normal) con cinco segundos de espera entre cada compresión. Se utilizó una velocidad de avance de 1mm/s y una célula de carga de 10kg. Se midieron los parámetros de dureza – fuerza máxima en la primera compresión (N), cohesividad, elasticidad, adhesividad-

### 2.2.8. Determinación de color

Los parámetros de color CIE Lab, L\* (luminosidad), a\* (rojo/verde), b\*(amarillo/azul), de los cortes transversales de las salchichas, se determinó con un colorímetro Lovibond Spectrocolorimeter LC 100 & SV 100, calibrado con un iluminador D65 (luz natural) y un observador estándar D10. El color se expresó

mediante parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Se realizó las mediciones en diferentes zonas de las muestras, Los análisis se realizaron durante los 15 días de almacenamiento en frío,

### **2.2.9. Análisis sensorial**

Se trabajó con quince panelistas entrenados que evaluaron atributos como el olor, sabor y aceptabilidad de las salchichas. Para ello, el panel recibió formación en sesiones previas, se realizó pruebas de aceptación sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos (5-me gusta mucho; 4-me gusta moderadamente; 3-no me gusta ni me desagrada; 2-me disgusta moderadamente; 1-me disgusta mucho). Se entregó a los panelistas dos cilindros (2cm de diámetro x 1,5cm de longitud) de muestra a la parrilla sin tripa para la evaluación. A los jueces se les proporciono un vaso con agua y trozos de manzana verde para limpiar el paladar.

### **2.2.10. Análisis estadístico**

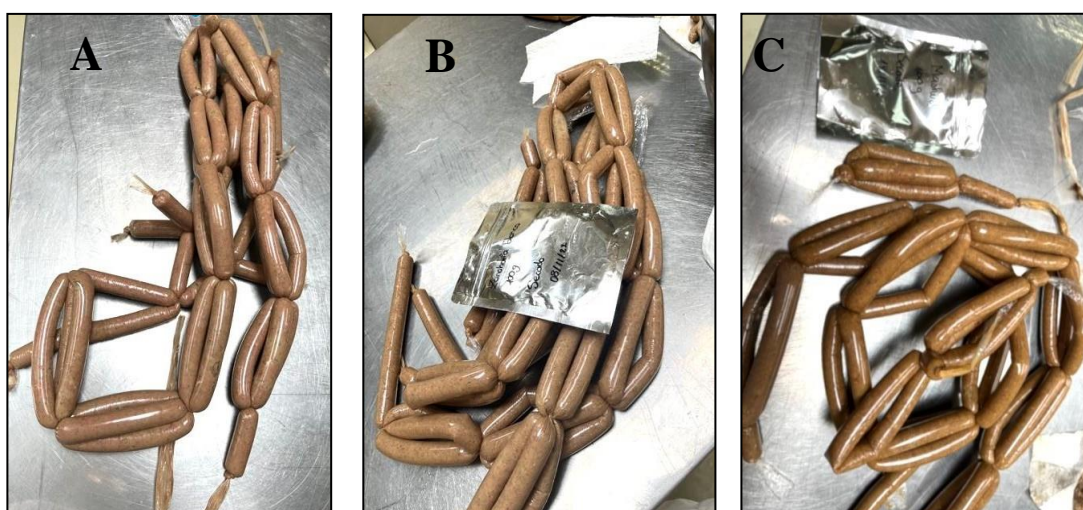
Los datos se procesaron y analizaron con el programa GraphPad Prism 5,0 (Graph-Pad Software, San Diego, CA, USA), El análisis de la varianza se realizó mediante la prueba ANOVA y una prueba de comparación de las medias Tukey con un ( $\alpha=0,05$ ),

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Elaboración de salchichas tipo Frankfurt

Las salchichas se elaboraron con harinas no convencionales de cultivos andinos como la Zanahoria Blanca y Mashua, que sustituyeron a la harina de trigo de su formulación original. En la figura 5 se muestran los productos obtenidos de las formulaciones desarrolladas.



**Figura 5.** Salchichas tipo Frankfurt. A. Salchicha con harina de trigo. B. Salchicha con harina de Zanahoria Blanca. C. Salchicha con harina de Mashua.

#### 3.2. Análisis proximal

Los resultados del análisis proximal de las salchichas se muestran en la tabla 3. Los resultados de la humedad muestran diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). Los valores de humedad oscilan entre 66,7 % a 68,10%, observándose el mayor porcentaje de humedad en la muestra control. Las salchichas tipo Frankfurt se considera un alimento con un alto contenido de humedad debido a los valores que pueden presentar y que van de 50 % a 75 % (Salazar, Arancibia, Calderón, et al., 2021), asimismo, según la Norma NTE-INEN-1338 (1996) el valor máximo de humedad es 65%, por lo que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido debido a la composición de las carnes utilizadas y a la misma formulación. Los valores obtenidos en el presente

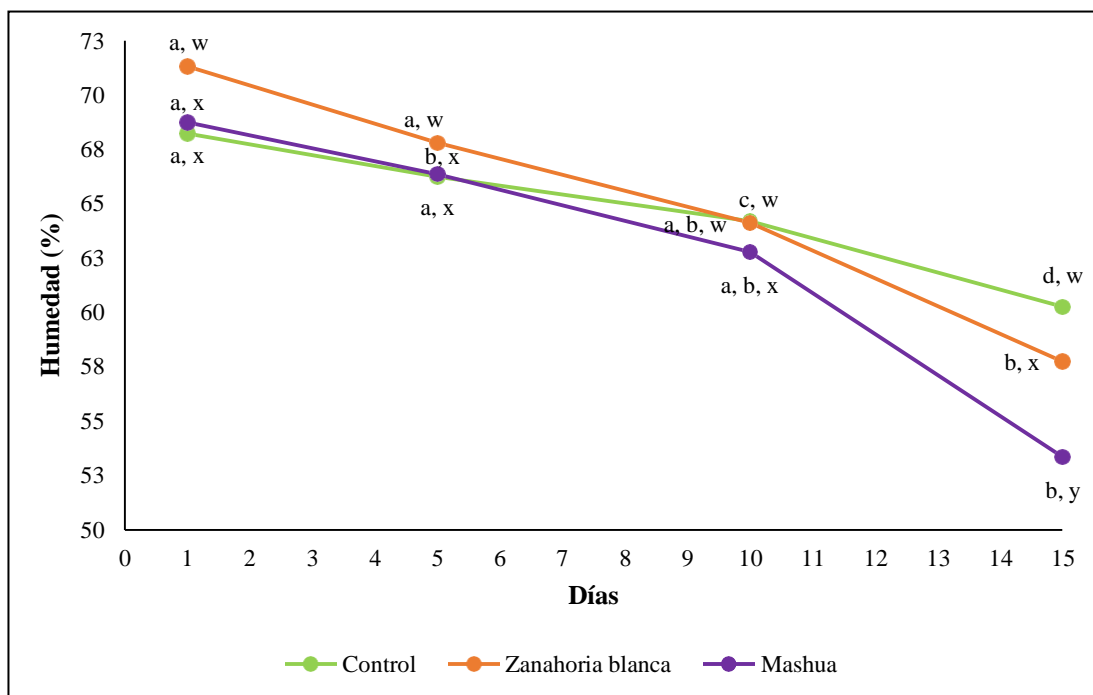
estudio son comparables con los mostrados por Yadav, Pathera et al. (2018), quien en su estudio sobre salchichas de pollo con orujo de zanahoria obtuvo valores de humedad entre 67,29 % y 71,33 %. Estos resultados sugieren que la fibra dietética desecada disminuye el contenido de humedad en productos cárnicos y a su vez los valores están relacionados con los ingredientes que se le añaden al producto.

**Tabla 3.** Composición proximal de las salchichas con cada harina de cultivos andinos

<b>Parámetros</b>	<b>Salchicha con harina de trigo (Control)</b>	<b>Salchichas con harina de zanahoria blanca</b>	<b>Salchichas con harina de mashua</b>
<b>Proteína (%)</b>	15,50 ± 0,05 <sup>c</sup>	16,10 ± 0,05 <sup>b</sup>	17,00 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>Grasa (%)</b>	8,33 ± 0,05 <sup>b</sup>	11,50 ± 0,05 <sup>a</sup>	6,84 ± 0,05 <sup>c</sup>
<b>Fibra (%)</b>	6,90 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,60 ± 0,05 <sup>c</sup>	8,40 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>Humedad (%)</b>	63,12 ± 1,21 <sup>a</sup>	57,04 ± 6,65 <sup>a</sup>	62,56 ± 0,26 <sup>a</sup>
<b>Cenizas (%)</b>	2,59 ± 0,21 <sup>c</sup>	3,23 ± 0,21 <sup>b</sup>	3,82 ± 0,14 <sup>a</sup>
<b>Carbohidratos (%)</b>	3,56 ± 1,57 <sup>a</sup>	7,53 ± 6,90 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,55 <sup>a</sup>
<b>Calorías Totales (Kcal)</b>	165,03 ± 5,54 <sup>b</sup>	207,23 ± 27,79 <sup>a</sup>	151,88 ± 1,45 <sup>b</sup>

Los resultados corresponden a las medias n=3 mediciones y la desviación estándar, Los superíndices a, b y c corresponden a las diferencias significativas.

En la Figura 6, se muestra la evolución de la humedad en función del tiempo de almacenamiento. De manera general se observó un decrecimiento en la humedad presentando diferencias significativas entre cada medición tanto en el control como en las salchichas de zanahoria blanca y salchichas de mashua. Las salchichas de zanahoria blanca muestran una disminución de 71 % a 57 % en el día 15, mientras que las salchichas de mashua de 68 % a 53 %. La disminución de la humedad durante el almacenamiento en todas las muestras analizadas podría deberse a la pérdida normal de agua de las salchichas durante el almacenamiento (Zamudio, Ochoa et al., 2015).



**Figura 6.** Evolución de la humedad en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

Con relación al contenido de proteína, los valores de las muestras oscilaron entre 15,5 % y 17,0 %. Los resultados mostraron diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ), diferencia que se atribuye a la proteína de cada harina recalando que la cantidad de harina usada fue la misma en cada salchicha, la muestra control presentó un valor inferior en comparación con las muestras desarrolladas con harinas de cultivos andinos. Estos resultados son similares a los reportados por Najeeba, Arifin et al. (2020) en su estudio sobre salchichas con diferentes porcentajes de jackfruit que reportaron un contenido de proteínas entre 10,47 % y 20,54 %. De la misma forma, Cerón, Rangel et al. (2020) reportó valores de proteínas que oscilaron entre 13,62 % y 15,41%, para salchichas con adición de harinas de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, González y Moreno (2022) en su estudio sobre la determinación nutricional de salami elaborado con carne de llama y alpaca adicionado con harinas de oca y mashua encontraron que los embutidos adicionados con harina de mashua presentaron mayores valores de proteínas en todos los tratamientos evaluados. Dichos valores indica que las salchichas elaboradas en este estudio presentan un buen valor proteico a pesar de que su origen es vegetal.

En cuanto al contenido de grasa, los resultados evidenciaron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en los tres tratamientos. Los resultados fluctuaron entre 6,84 % y 11,50 %, (Zarate, Malleli et al., 2021) mencionan que la simple incorporación de un nuevo sustituto como la fibra, permite reducir el contenido de grasa, y en algunos casos aumenta la cantidad de carbohidratos, convirtiéndolo en un producto funcional. De la misma manera, Barretto, Pacheco et al. (2015) reportaron valores entre 5,07 % y 13,85 % en salchichas bajas en grasa que contiene inulina y fibra de avena, valores similares a los obtenidos en el presente estudio. Por lo tanto, la salchicha con harina de mashua tuvo un valor más bajo en comparación a la otras muestras y dichas variaciones de grasa se le atribuye al contenido de grasa en las harinas de los cultivos andinos usados, influyendo la procedencia del tubérculo, madurez y variedad del mismo (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021).

El contenido de cenizas en las salchichas se encontró en un rango entre 7,41 % y 10,34 %, valores similares a los obtenidos por Hleap, Cruz et al. (2020) en salchichas con harina de zapallo. Los valores de ceniza posiblemente se encuentran relacionados con los contenidos de minerales que poseen las harinas de cultivos andinos. El aumento del contenido de cenizas según Arellano Salazar (2022) se relaciona con la concentración de fibras dietéticas, concentración en minerales como calcio, potasio, hierro, fósforo entre otros. Por otra parte, los tubérculos suelen absorber los minerales del suelo por lo que su valor nutricional es rico en minerales y su almidón resistente que tienen las harinas de origen vegetal (Ocaña Palacios, 2019).

En relación al contenido de fibra dietética, los tratamientos mostraron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). Montilla Reyes (2014) destaca que la fibra al ser un prebiótico puede llegar a ser un sustituto de manera parcial de la grasa en los productos alimenticios. Es así que en la salchicha desarrollada con harina de trigo se muestra un 6,90 % mientras que las salchichas de zanahoria blanca y salchichas de mashua exhibieron valores de 4,60 % y 8,40 %, respectivamente. Los resultados son similares a los reportados por Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) que exhibieron valores entre 4,31 % y 10,42% en salchichas con harina de plátano verde. Es importante resaltar que los resultados obtenidos presentan valores superiores por la alta concentración de fibra en las harinas utilizadas, siendo dominante la harina de mashua

por su alto contenido de fibra que puede llegar a un 9 % según el reporte de Ocaña Palacios (2019).

El porcentaje de carbohidratos oscilan entre 1.38 % y 7.3 % mostrando diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Resaltando la muestra de salchichas con harina de zanahoria blanca presenta un mejor resultado. Los valores son similares a los reportados por Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) en salchichas con harina de plátano verde. Las harinas que se añaden a los productos cárnicos muestran influencia directa en este componente debido al alto contenido de almidones que se puede encontrar en harinas de origen vegetal (Montañez Quiroga y Pérez Céspedes, 2007).

El contenido calórico de las salchichas muestra diferencia ( $P < 0,05$ ), los valores de las salchichas con harina de zanahoria blanca y salchichas con harina de mashua fueron 207,23 y 151,88 kcal/100, respectivamente. En comparación con el control (165,03 kcal/100) las salchichas de zanahoria blanca presentaron un valor notablemente superior, mientras que las de mashua exhibieron un contenido calórico menor. Hleap-Zapata y Rodríguez de la Pava (2018) en su investigación sobre salchichas tipo Frankfurt de tilapia roja y harina de quinoa reporta que los dos tratamientos que contenían harina de quinoa presentaron un contenido energético superior al del control. Por el contrario, Öztürk-Kerimoğlu, Kavuşan et al. (2020) reportaron la disminución del contenido energético en salchichas adicionadas con harinas de quinoa y teff (M. Ramos, Santolalla et al., 2021) enfatiza que, al cambiar un factor importante como la harina para sustituir la grasa, está reduce de manera significativa las calorías totales del producto. Sin embargo, la diferencia exhibida entre tratamientos sugiere que la composición de las harinas influye notablemente en el valor energético de las salchichas.

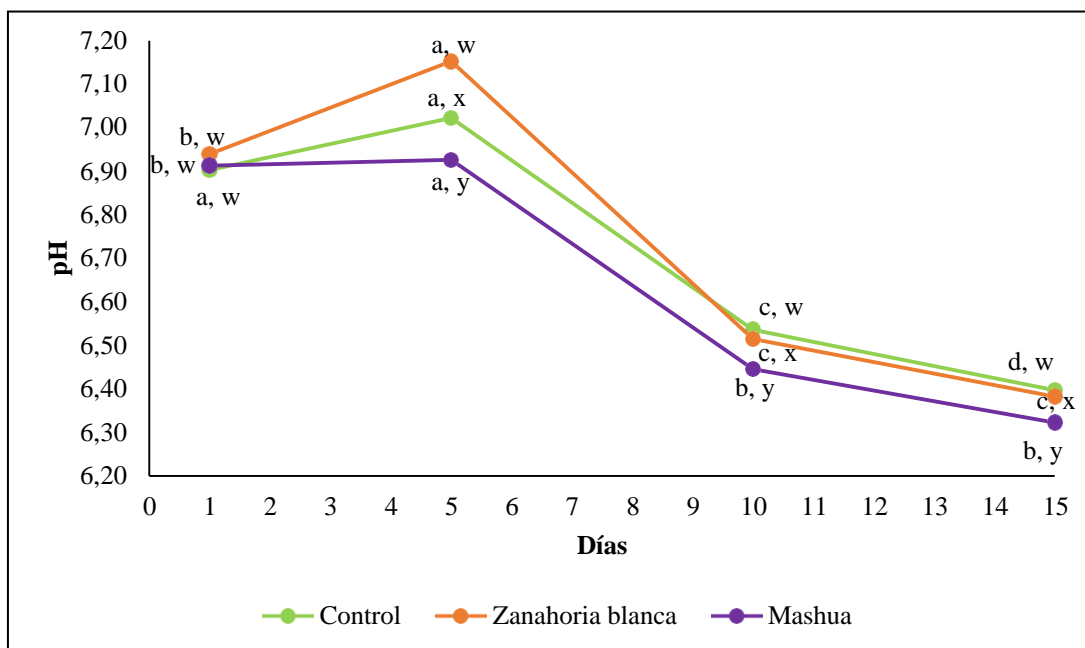
Además, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2003), recomienda un equilibrio en la ingesta diaria hasta 57 % de hidratos de carbono, 30% de grasas y 15 % de proteínas, pero se debe considerar que las salchichas son productos que se encuentran lejos de un equilibrio energético, a pesar del mejoramiento de la formulación incorporando harinas que reduzcan la grasa y aumenten la fibra, por lo que la incorporación de harinas de origen vegetal contribuye en la reducción del contenido calórico de las salchichas (Salazar, Arancibia, Calderón, et al., 2021).



### **3.3. Análisis fisicoquímico**

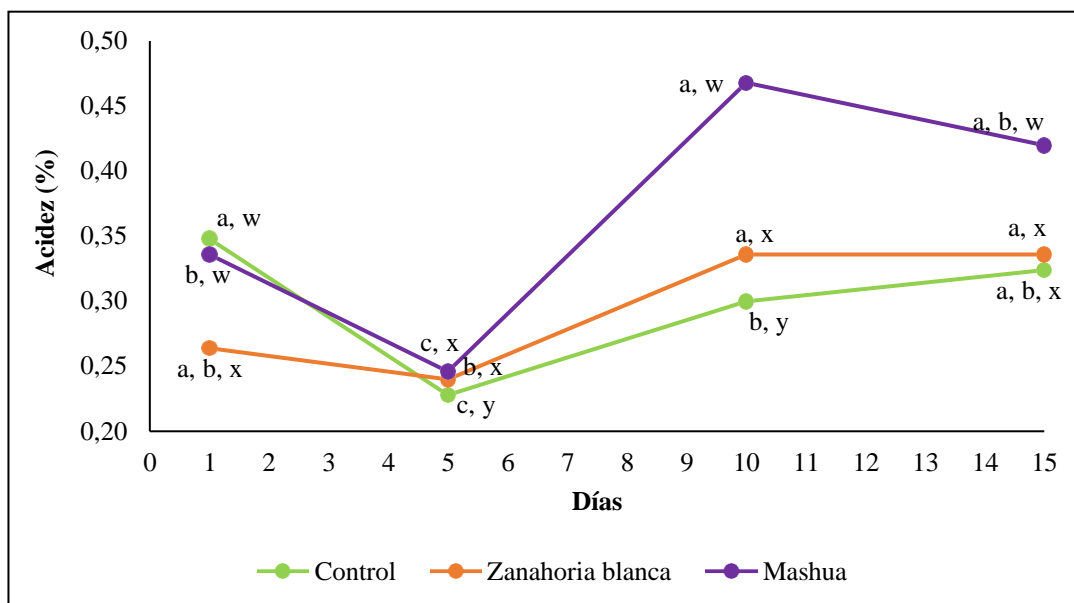
En la Figura 7 se muestran los resultados de pH, acidez y actividad de agua de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con harinas de mashua y zanahoria blanca. Respecto a los valores de pH se observa que al día 1 de almacenamiento las salchichas con harina de trigo mostraron un pH de 6,90 mientras que al día 15 del almacenamiento este disminuyó a 6,40, asimismo, el pH de las salchichas de mashua disminuyó de 6,91 a 6,32; mientras que en las salchichas de zanahoria blanca el pH disminuyó de 6,94 a 6,38. Los resultados de pH muestran tendencia a disminuir durante el periodo de almacenamiento, los valores de pH obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados por Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) en salchichas con harina de cáscara y pulpa de plátano verde que mostró variaciones de pH similares a este estudio. Los valores de pH obtenidos en este estudio podrían estar asociados a la composición de las harinas utilizadas, por lo que la harina de mashua presenta un alto contenido de ácido oxálico y ácido ascórbico, y la harina de zanahoria blanca también contienen ácido ascórbico, relacionado con la variedad y madurez del tubérculo (Emilio Rodrigo, 2015)

Por otro lado, en salchichas elaboradas con harina de cáscara de yacón en diferentes proporciones muestran que, al aumentar la cantidad de harina en la formulación, el producto final presentará valores de pH bajos en comparación al control. De acuerdo con Jin, Ha et al. (2015) el valor de pH de las salchichas depende de la carne y los aditivos empleados ya que estos pueden afectar la retención de agua ocasionando que exista una mayor concentración de sustancias básicas disueltas como las sales nitradas y el cloruro de sodio, esto ocasiona que las salchichas posean un rango de pH medio de 6,30 a 6,48.



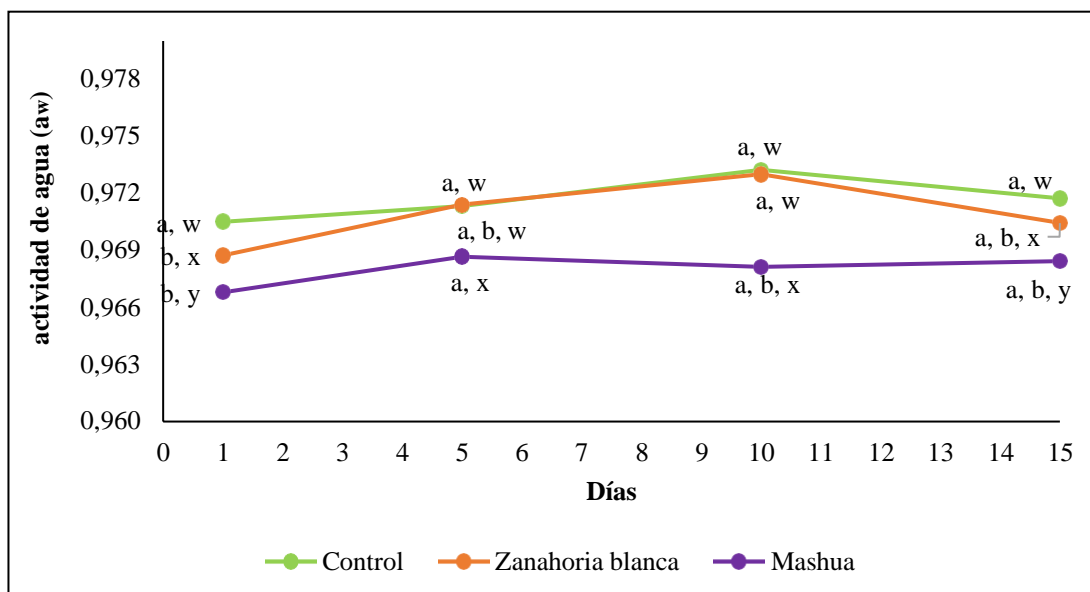
**Figura 7.** Evolución de pH de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

Por otra parte, los valores de acidez muestran que para las salchichas con harina de trigo el porcentaje de acidez en el periodo de almacenamiento varió de 0,35 a 0,32, las salchichas de mashua mostraron una variación de 0,34 a 0,42 y las salchichas de zanahoria blanca una variación de 0,26 a 0,34. En el estudio realizado por Salazar, Arancibia, Calderón, et al, (2021) se observa que en salchichas con plátano verde presentan un porcentaje de ácido láctico en un rango de 0, 63 a 0,69. En la Figura 8 se observa que a medida que el valor de pH decrece el valor de acidez aumenta; Sam, Teng-Zhen et al. (2021) explica que la disminución de pH está asociado a la acidez que presentan las pastas o harinas usadas en la producción de las salchichas. En el caso de la harina de mashua esta posee una acidez de 1,03; mientras que la harina de zanahoria posee una acidez de 0,31 (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021). D. Ramos, San Martín et al. (2014) explica que durante el almacenamiento de salchichas es normal que ocurra un incremento de ácido láctico en las salchichas como resultado de la fermentación de los azúcares presentes, a pesar de ello, esta fermentación no continúa debido a la escasa disponibilidad de azúcares en el producto, además, junto al incremento del porcentaje de ácido láctico se da un incremento de ácido acético.



**Figura 8.** Acidez de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

La actividad de agua ( $a_w$ ) (Figura 9) de las salchichas de trigo mostraron una variación de 0,971 a 0,972 del día 1 al día 15, por otro lado, las salchichas de mashua mostraron un cambio de 0,967 a 0,968 y las salchichas de zanahoria blanca una variación de 0,969 a 0,970. Esto valores son similares a los presentados por Hleap et al. (2020) quienes en salchichas tipo Frankfurt enriquecidas con harina de zapallo determinaron una actividad de agua de 0,976. De igual forma, salchichas del mismo tipo preparadas con harina de okara en porcentajes de adición de 1,5% y 4% muestra una actividad de agua de 0,98-0,987 y 0,981-0,983, respectivamente (Grizotto, Andrade et al., 2012); mientras que, salchichas enriquecidas con harina entera de caupí con adición de 5%, 10%, 15% y 20% mostraron una actividad de agua de 0,977, 0,980, 0,970 y 0,983, correspondientemente (Akwetey, Ellis et al., 2012).



**Figura 9.** Actividad de agua de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

### 3.4. Pérdida por cocción

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en la pérdida por cocción, los resultados muestran diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). La muestra control presentó una pérdida mínima de 0,06 %, mientras que las salchichas de zanahoria blanca y las salchichas de mashua no tuvieron pérdida exhibiendo de esta manera un rendimiento del 100%. Según Aaslyng, Bejerholm et al. (2003) este cambio de temperatura disminuye el contenido de agua en el producto, mientras que incrementa el contenido de grasa y proteína. Zarate et al. (2021) en su investigación reporta valores entre 0,6% y 1,7% de pérdida por cocción y con rendimiento de 98,96 %, los valores obtenidos en este estudio se muestran resultados alentadores como extensores cárnicos. Sam et al. (2021) reporta valores de pérdidas por cocción en un rango entre 2,20 % y 2,87 % para salchichas tipo Frankfurt adicionadas con pasta de zanahoria, concluyendo que la pérdida por cocción está influenciada de forma significativa por la cantidad de pasta incorporada.

Por otro lado, en un estudio sobre la producción de salchichas utilizadas piel de cerdo de harina de plátano como sustitutos de grasa, se reportaron datos de pérdidas por cocción entre 9,9 % y 14 %, menores a los tratamientos no modificados si influir en la

textura ni la aceptabilidad sensorial (Dos Santos et al., 2016). Leonard, Hutchings et al. (2019), por su parte reporta una disminución de la pérdida por cocción al adicionar harina de chocho a salchichas de res, indicó que la inclusión de esta harina aumentó además la estabilidad de la emulsión cárnica. En función de lo mencionado, Öztürk-Kerimoğlu et al. (2020) indica que la adición de fibras dietéticas a la formulación de las salchichas potencia las propiedades aglomerantes evitando con ello la liberación de líquidos de la estructura, conllevando así a una disminución de las pérdidas por cocción. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se podría indicar que las harinas de zanahoria blanca y mashua mostraron funciones de retención de líquidos en la matriz de la salchicha evitando que estas presenten pérdidas durante la cocción.

**Tabla 4.** Pérdida de cocción de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas decultivos andinos

<b>Parámetro</b>	<b>Salchicha con harina de trigo (Control)</b>	<b>Salchichas con harina de zanahoria blanca</b>	<b>Salchichas con harina de mashua</b>
<b>Pérdida por cocción (%)</b>	0,06 ± 0,01	-	-
<b>Rendimiento (%)</b>	99,93 ± 0,01 <sup>a</sup>	100 ± 0,0 <sup>a</sup>	100 ± 0,0 <sup>a</sup>

Los resultados corresponden a las medias n=3 mediciones y la desviación estándar, Los superíndices a representan a las diferencias significativas analizadas con la prueba de Tukey al 95% de confianza.

### 3.5. Textura

Los resultados del análisis de textura de las salchichas se muestran en la Figura 10. La cohesividad muestra un comportamiento creciente en las salchichas de zanahoria blanca, decreciente para las salchichas de mashua y para las salchichas de control primero se mostró creciente hasta el día 8 y luego decreciente hasta el día 15. El comportamiento variado en la cohesión es similar al presentado por Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) que mostraron que el comportamiento de la cohesión durante el almacenamiento es variable y atribuido a las condiciones de almacenamiento. Los valores de cohesividad se mantuvieron por encima de 0,85 y por debajo de 0,9, que al comparar con lo obtenido por Zapata y Pava (2017), se muestra ligeramente alto, lo

que indica una buena estabilidad y cierta resistencia a desintegrarse durante la cocción, lo que concuerda con los resultados de pérdida por cocción.

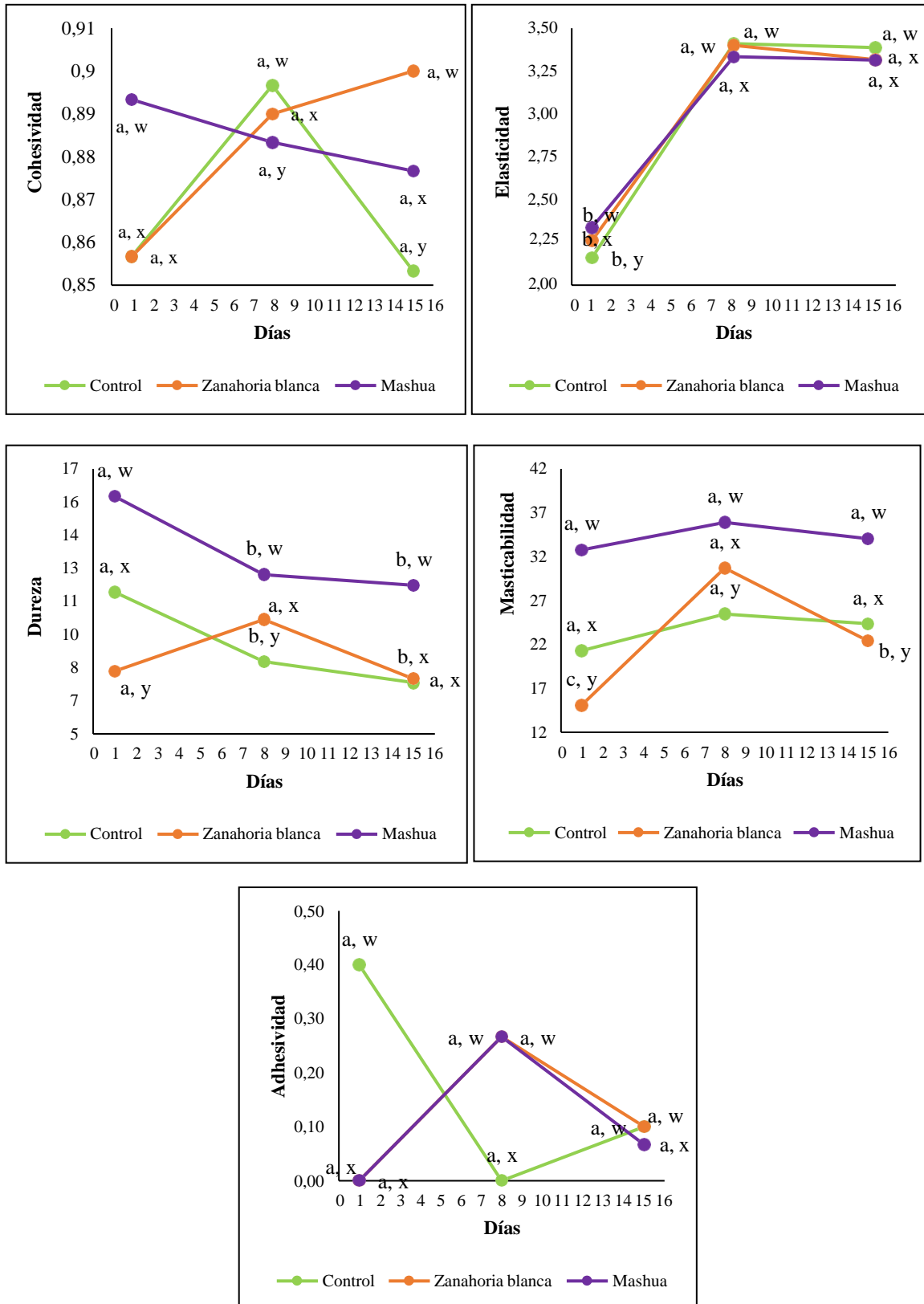
La dureza en la salchicha con harina de mashua y la muestra control redujeron considerablemente hasta el día 8, manteniéndose con una ligera disminución hasta el día 15; mientras que las de zanahoria blanca se observa valores altos en los primeros días y luego se muestra un descenso posterior al día 8. Estos resultados son similares a los resultados del estudio de Tirado, Zamudio et al. (2021) donde se observó un deceso continuo en la dureza como en las salchichas de control y de mashua. Los valores de dureza pueden considerarse como bajos dado que se encuentran entre 7 y 16 N, lo que podría afectar negativamente su textura haciendo que sea demasiado blanda y pegajosa (Youssef y Barbut, 2011). En el estudio de Toldrá, Parés et al. (2020), en el uso de fracciones proteicas tecno funcionales en embutidos, se mostró una dureza de 19 N señalándola como una dureza baja, pero que se mantiene dentro de lo ideal, por lo que las salchichas elaboradas podrían tener una buena textura en especial las de mashua dado que mostraron los valores más altos de dureza.

En cuanto a la elasticidad los resultados mostraron un comportamiento ascendente hasta el día 8 del almacenamiento, manteniéndose constante hasta la finalización del estudio de almacenamiento. El aumento en la elasticidad concuerda con lo encontrado por Salejda, Olender et al. (2022) donde se muestra un aumento en todas las formulaciones de salchichas evaluadas. Los valores oscilaron entre 2,16 y 3,4 mm, los cuales al ser contrastados con otros estudios se pueden considerar bastante idóneos, dado que en estudios como el de Peña-Saldarriaga, Pérez-Alvarez et al. (2020), se mencionan una media de  $0,75 \pm 0,11$  mm en salchichas tipo emulsión de pollo, mientras que en el estudio de Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021), los resultados se encuentran en un rango de 5 a 8 mm en salchichas enriquecidas con harina de plátano vede, de manera que en el presente estudio la elasticidad de las salchichas aportara a una textura suave y uniforme.

La adhesividad de las salchichas de zanahoria y mashua muestran un crecimiento idéntico en el inicio de la evaluación, mientras que en el día 15 se observa un ligero descenso, con poca diferencia entre ellas. En el trabajo de Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) en salchichas con harina de plátano se observa un

comportamiento similar a la muestra desarrollada con harina de trigo. Este comportamiento puede deberse al tipo de harina utilizada. En ciertos estudios la adhesividad se muestra con valores negativos cercanos al 0 lo que indica una consistencia pegajosa, haciendo que se deshaga con facilidad (Marrugo, Ramirez et al., 2017). Dado que los resultados presentados son mayormente positivos y están en el rango de 0 a 0,4 mJ, su textura no es pegajosa, lo que aporta su estabilidad permitiendo pasar por cocción con un alto rendimiento.

Finalmente, la masticabilidad tuvo un comportamiento creciente en los tres tratamientos, siendo mayor en las salchichas de zanahoria blanca, luego se mantuvo constante en las salchichas con harinas de mashua y control. Los resultados de las salchichas del control y de zanahoria blanca muestran una trayectoria similar a la obtenida por Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021), donde mostraron valores constantes durante el periodo de almacenamiento. Los valores encontrados oscilaron en el rango de 15,07 a 35,9 Nmm bastante cercanos a los reportados por Choe y Kim (2019), en salchichas de pollo reducidas en grasa quien menciona que son valores altos siendo el más alto  $26,69 \pm 0,21$  Nmm, y además son bastante ideales para las salchichas. Otro estudio con el que se puede comparar es el estudio de Muthia, Nurul et al. (2010), que señala masticabilidad de  $19,98 \pm 1,78$  como su máximo valor, en salchichas de pato con harinas de tapioca, sagú y patata. El trabajo de Peña-Saldarriaga et al. (2020), reportó una masticabilidad de  $53,9 \pm 6,50$  Nmm bastante mayor a la del presente trabajo, sin embargo, se menciona que no hubo diferencia significativa en la aceptación por el público.



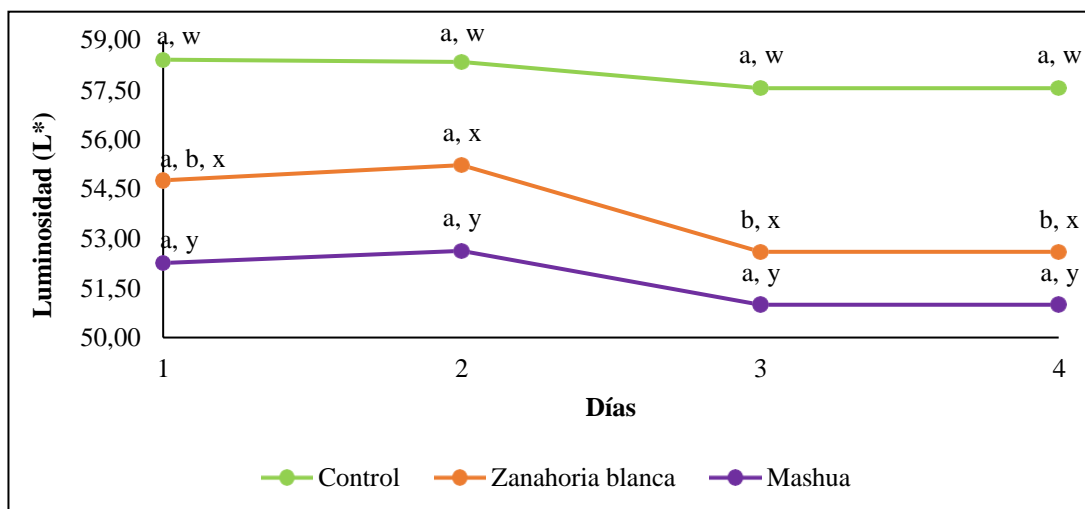
**Figura 10.** Textura de las salchichas tipo Frankfurt con diferentes harinas de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes(a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.



### 3.6. Determinación de color

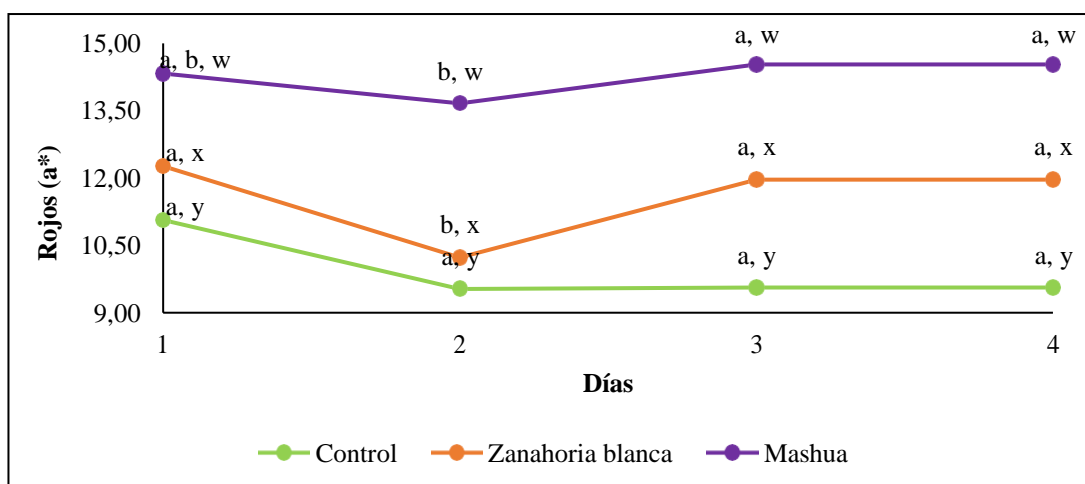
Los parámetros de color de las muestras presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), observándose como afecta el almacenamiento y las harinas en los parámetros de color de las salchichas. En la Figura 11 se observa como las salchichas con harina de zanahoria blanca y mashua fueron más oscuras. Las salchichas con harina de trigo mostraron valores de  $L^*$  de 58,43 a 57,57; mientras que, las salchichas con zanahoria blanca y mashua mostraron variaciones de 54,77 a 52,60 y de 52,27 a 51,00, respectivamente. Los resultados del presente estudio pueden ser comparables con lo reportado por Romero, Alvarado et al. (2019) en la evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino en salchichas tipo Frankfurt, los resultados del estudio mencionan que la pérdida de luminosidad se debe a la presencia de la harina de pepino con valores de 53,13 y 61,67. La disminución en los valores de  $L^*$  en las salchichas con cultivos andinos disminuye por influencia del color de las mismas harinas y por el alto contenido de proteínas y antocianinas que se pueden encontrar en estas matrices (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021).

La disminución en los valores de luminosidad está asociado a la adición de harinas; así lo reporta Yazdanpanah, Ansarifard et al. (2022) tras emplear harina de garbanzos, harina de maíz e hidroxipropilmetilcelulosa en el desarrollo de salchichas libres de gluten. En su estudio muestra que salchichas con 2% de harina de maíz y 8% de harina de garbanzo más 0,3% hidroxipropilmetilcelulosa poseen valores de  $L^*$  de 55,02. Reducciones similares han sido reportadas por (Pereira, Zhou et al., 2016) quienes obtuvieron valores de  $L^*$  de 72,65 que disminuyen a 71,71 tras la adición de diferentes porcentajes de harina de arroz para un emulsión estable.



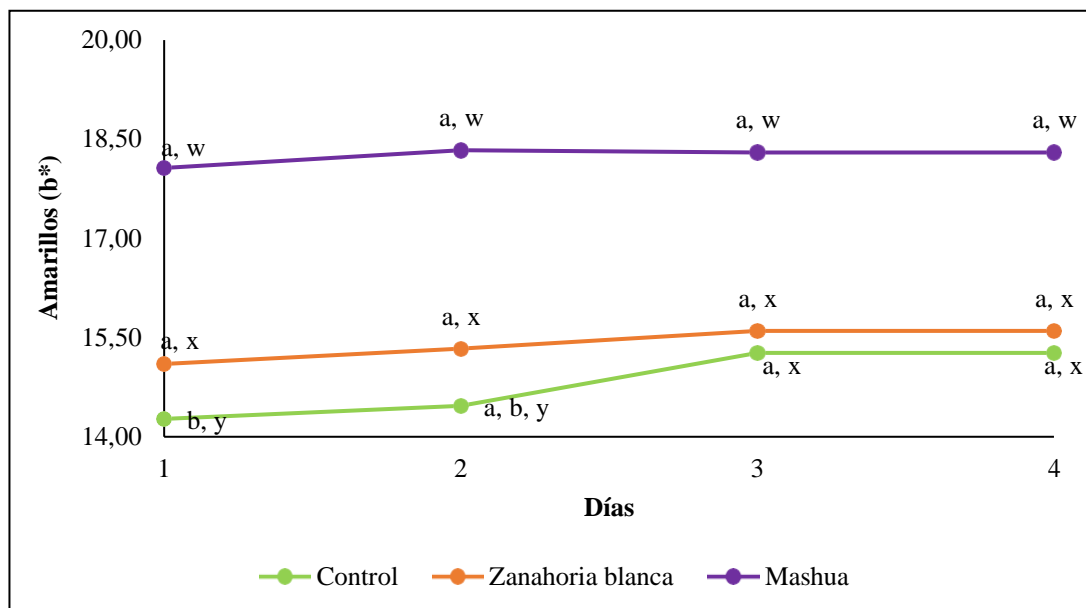
**Figura 11.** Luminosidad (L\*) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Los superíndices (a, b, c) muestran diferencias significativas para cada salchicha en los diferentes días de almacenamiento ( $p < 0.05$ ). Los superíndices diferentes (w, x, y) muestran diferencias significativas entre las salchichas elaboradas con las harinas de cultivos andinos ( $p < 0.05$ ).

En las Figuras 12 y 13 se observa la tendencia a los rojos ( $a^*$ ) y amarillos ( $b^*$ ), las cuales mostraron valores positivos. La muestra con valores más altos de  $a^*$  y  $b^*$  se presentó en salchichas de mashua y los valores más bajos se encontró en las salchichas control. Este comportamiento se debe a la presencia de la harina de mashua de color amarillo atribuido a su alto contenido de carotenoides ( $\alpha$  -  $\beta$ carotenos), flavonoides, clorofila, antocianinas, proantocianinas (Ocaña Palacios, 2019)



**Figura 12.** Rojos ( $a^*$ ) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

Los valores de color  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos se comparan a los reportados por Rosero, Hleap et al. (2018) en salchichas con harina de cáscara de yacón, las cuales presentaron valores de luminosidad menores comparados con el control, de la misma forma los valores de  $a^*$  se redujeron y los valores de  $b^*$  se mantuvieron sin diferencias en los diferentes días de almacenamiento. De la misma forma, Öztürk-Kerimoğlu et al. (2020) en su estudio sobre el empleo de harina de quinua o teff en la producción de salchichas muestra que la adición de estas harinas condujo a una disminución en los valores de luminosidad debido al color oscuro de la harina de teff al ser disuelta en un medio acuoso, de igual forma, se da un aumento significativo de los valores de  $b^*$  gracias a los pigmentos amarillos naturales de la harina, mientras que, no se observaron cambios significativos en los valores de  $a^*$ .

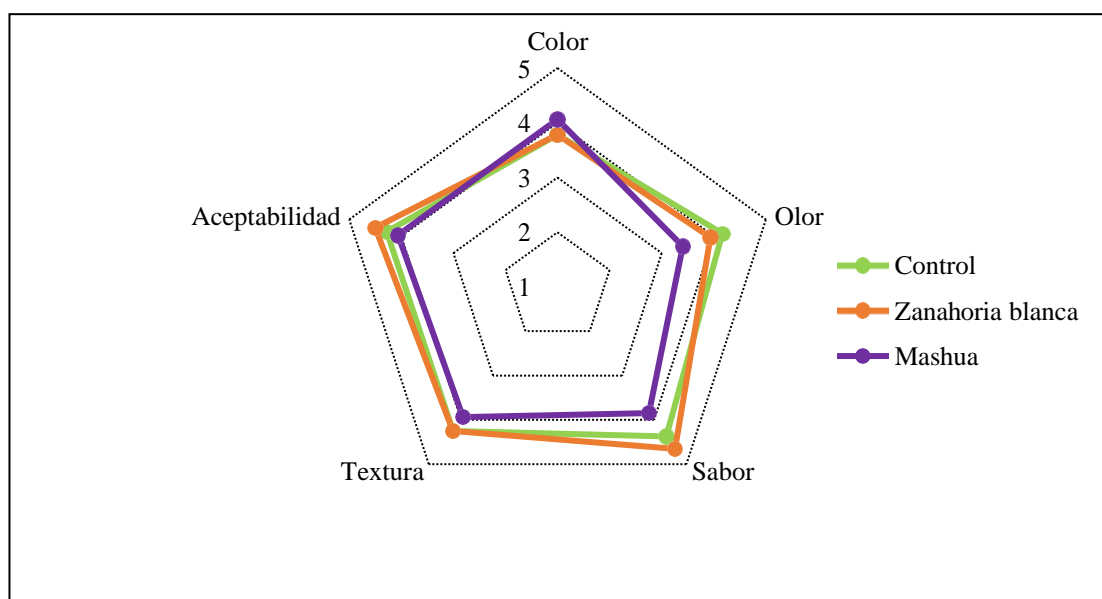


**Figura 13.** Amarillos ( $b^*$ ) de las salchichas tipo Frankfurt con harina de cultivos andinos. Los resultados corresponden a las medias de tres mediciones y la desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c ...) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y letras diferentes (x, y, z ...) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo.

Por otro lado, Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021) explican que el contenido de grasa también influye en la tendencia a rojos y amarillos. En su estudio sobre salchichas con harina de plátano verde muestran que el bajo contenido de grasa resulta en productos amarillos y rojos intermedios más oscuros; mientras que, salchichas ricas en grasas presentan una mayor concentración de pigmentos carotenoides puede favorecer la intensidad de  $a^*$ .

### 3.7. Análisis sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la Figura 14. Los resultados muestran que las salchichas de zanahoria blanca y mashua tienen valores de 4, en los atributos de color, textura y aceptabilidad, puntuaciones que son similares con respecto al control. La principal diferencia entre las salchichas fue el sabor y olor, la muestra de salchichas de mashua obtuvo valores inferiores en atributos sensoriales de olor 3,40 y sabor 3,84 según la escala hedónica no gusto ni disgusto a los catadores, afirmando que presentó un picor, el cual es muy característico de la harina de mashua debido a su alto contenido de glucosinolatos (Del Águila Lopez, 2018). Por otra parte, la muestra de salchichas de zanahoria en olor obtuvo un puntaje de 3,93 y en sabor 4,63 haciendo referencia a que el producto gusto moderadamente. Se han observado resultados similares en salchichas tipo Frankfurt desarrolladas con harina de banana de rechazo donde los evaluadores calificaron con valores similares tanto al nuevo producto como a la muestra control (Raza Jimbo, 2019). Las salchichas elaboradas con harina de zanahoria blanca tuvieron las mejores puntuaciones en torno a los parámetros sensoriales. Los atributos sensoriales de las salchichas desarrolladas con harinas de cultivos andinos hacen prever que pueden ser aceptadas por los consumidores, con lo que se oferta un producto con mejores atributos nutricionales y sensoriales.



**Figura 14.** Perfil sensorial de las salchichas tipo Frankfurt con harinas de cultivos andinos

### **3.8. Verificación de la hipótesis**

Una vez realizado el análisis estadístico de las salchichas con harinas de zanahoria blanca y harina de mashua, se acepta la hipótesis alternativa, debido a que las harinas si influyeron en las propiedades fisicoquímicas como humedad, pH y acidez, en el análisis proximal específicamente en la proteína, grasa, fibra, carbohidratos, valor energético, textura, color y características sensoriales de cada salchicha.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se determinó la proporción óptima de las harinas para la producción de salchichas tipo Frankfurt. El uso de harinas de cultivos andinos puede producir efectos beneficiosos en las salchichas tipos Frankfurt gracias a las propiedades que poseen.
- El análisis proximal y las propiedades fisicoquímicas mostraron que las salchichas elaboradas con harinas de cultivos andinos revelan diferencia en los valores de proteína, grasa, humedad, cenizas, pH y acidez titulable, destacando su alto valor nutricional de fibra dietética en especial las salchichas con harina de mashua. La textura de las salchichas con harina de zanahoria blanca y harina de mashua se determinó por los parámetros de dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y adhesividad, presentando una mayor dureza y masticabilidad las salchichas con harina de mashua, la cual tiene relación con percibido por los catadores.
- El análisis sensorial mostro que los atributos de color, olor, sabor textura y aceptabilidad de las salchichas con harina de zanahoria blanca fueron las mejor apreciadas con mejores resultados de aceptabilidad y superiores a la muestra control y las salchichas con harina de mashua.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- Aaslyng, M., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H., & Andersen, H. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food quality preference* 14(4), 277-288.
- Abiola, S., & Ewebajo, O. J. J. f. N. G. S. (2009). Substitution of wheat flour for Cassava flour in the manufacture of beef sausage. 7(2), 1-7.
- Akwetey, W., Ellis, W., & Oduro, I. (2012). Using whole cowpea flour (WCPF) in frankfurter-type sausages.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, MD, USA., 18th ed.*
- Arellano Salazar, M. L. (2022). *Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,
- Arteaga-Cano, D., Chacón-Calvo, L., Samamé-Herrera, V., Valverde-Cerna, D., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95-101.
- Barretto, A. C. d. S., Pacheco, M. T. B., & Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. 35, 100-107.
- Calderón Altamirano, L. A. (2018). *Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,
- Campagnol, P. C. B., Dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., & Pollonio, M. A. R. (2012). Amorphous cellulose gel as a fat substitute in fermented sausages. 90(1), 36-42.
- Cerón, M. I., Rangel, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., . . . Santos, E. (2020). Reduction of salt and fat in frankfurter sausages by addition of agaricus bisporus and pleurotus ostreatus flour. 9(6), 760.
- Choe, J., & Kim, H.-Y. (2019). Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. *Poultry Science*, 98(6), 2662-2669. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pez016>
- Cobo, G., Quiroz, M., & Santacruz, S. J. A. A. e. C. e. I. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en la elaboración de pan. 5(2).
- Del Águila Lopez, S. G. (2018). El cultivo e importancia socio-económico-cultural del cultivo de la mashua.
- Dos Santos, L. A. A. d., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Dos Santos, B. A., Heck, R. T., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2016). Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat Science*, 121, 73-78. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.001>
- Emilio Rodrigo, B. M. (2015). Manejo de Cutivos Andinos del Ecuador. *ESPE - Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- Espinales Zambrano, E. R. (2020). *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,
- FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. . *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.

- González, M., & Moreno, G. (2022). Determining the Nutritional Value of Sausages made with Llama and Alpaca Meat with the Addition of Goose Flour and Mashua. 52-67.
- Grizotto, R. K., Andrade, J. C. d., Miyagusku, L., & Yamada, E. A. (2012). Physical, chemical, technological and sensory characteristics of Frankfurter type sausage containing okara flour. 32, 538-546.
- Guevara Núñez, J. L. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ... ,
- Hleap-Zapata, J., & Rodríguez de la Pava, G. (2018). Physicochemical analysis of frankfurter type sausages made with red tilapia fillet waste (*Oreochromis sp.*) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa W.*). *Braz. J. Food Technol*, 21, e2016103.
- Hleap, J. I. Z., Cruz, J. D. R., Durán, L. T. R., Hernández, D. T., Reina, L. D. A., & Tilano, N. P. (2020). Evaluación de la harina de zapallo (*Cucurbita moschata Duch.*) adicionada como extensor cárnico en salchichas tipo Frankfurt. 52(2), 395-404.
- Hugo, C. J., & Hugo, A. (2015). Current trends in natural preservatives for fresh sausage products. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 12-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.003>
- INEN-786. (1985). Carne y Productos Cárnicos. Determinación de Cenizas. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
- Jin, S.-K., Ha, S.-R., Hur, S.-J., & Choi, J.-S. (2015). Effect of the Ratio of Raw Material Components on the physico-chemical characteristics of emulsion-type pork sausages. 29(2), 263-270.
- Ktari, N., Smaoui, S., Trabelsi, I., Nasri, M., & Salah, R. B. (2014). Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. 96(1), 521-525.
- Leonard, W., Hutchings, S. C., Warner, R. D., & Fang, Z. (2019). Effects of incorporating roasted lupin (*Lupinus angustifolius*) flour on the physicochemical and sensory attributes of beef sausage. *International Journal of Food Science Technology* 54(5), 1849-1857.
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., . . . Ellis, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa . Primera Edición. Centro Internacional de la Papa, La Molina, Perú*, 34-77.
- Marrugo, Y., Ramirez, D., Trujillo, N., Severiche, C., & Jaimes, J. (2017). Development of a Scalded Meat Product Added with Modified Bean Starch Zaragoza (*Phaseolus lunatus*) Red Variety. *Contemporary Engineering Sciences*, 10(39), 1473-1483.
- Mejía Alejandro, J. A. (2020). ELABORACIÓN DE UNA GALLETA A PARTIR DE HARINA DE HABA (*Vicia faba*), TRIGO (*Triticum*) Y ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*). In: Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Montañez Quiroga, C., & Pérez Céspedes, I. I. (2007). Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (*Chenopodium Quinoa, Wild*).
- Montilla Reyes, K. Y. (2014). Viabilidad tecnológica de la adición de ácido fólico y harina de quinua en los productos cárnicos convencionales, para la obtención de productos cárnicos funcionales.
- Muñoz, A. L., & Alvarado, A. (2015). Caracterización preliminar del cultivo de arracacha *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft en el departamento de Boyacá. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(1), 3-11.
- Muthia, D., Nurul, H., & Noryati, I. (2010). The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal*, 17(4).
- Najeeba, A., Arifin, N., & Huda, N. (2020). Proximate Composition and Sensory Preference of Beef Sausage with Different Percentage of Unripe Jackfruit.



- Naumova, N., Lukin, A., & Bitiutskikh, K. (2017). Organoleptic evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry• Wood Industry• Agricultural Food Engineering* 125-132.
- NTE-INEN-1338. (1996). Carne y Productos Cárnicos. Salchichas. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización, Primera Edición.*
- Ocaña Palacios, I. A. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...
- Öztürk-Kerimoğlu, B., Kavuşan, H. S., Tabak, D., & Serdaroglu, M. (2020). Formulating reduced-fat sausages with quinoa or teff flours: effects on emulsion characteristics and product quality. *Food Science of Animal Resources*, 40(5), 710.
- Peña-Saldarriaga, L. M., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2020). Quality properties of chicken emulsion-type sausages formulated with chicken fatty byproducts. *Foods*, 9(4), 507.
- Pereira, J., Zhou, G.-h., & Zhang, W.-g. (2016). Effects of rice flour on emulsion stability, organoleptic characteristics and thermal rheology of emulsified sausage. *Journal of Food Nutrition Research* 4(4), 216-222.
- Ramos, D., San Martín, V., Rebatta, M., Arbaiza, T., Salvá, B., Caro, I., & Mateo, J. (2014). Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. 2(2), 120-128.
- Ramos, M., Santolalla, S., Tarrillo, C., Tuesta, T., Jordán, O., Silva, R. J. R. U. A., & Científica, D. (2021). Características fisicoquímicas, textura, color y atributos sensoriales de salchichas comerciales de pollo. 24(1).
- Raza Jimbo, K. L. (2019). *Efecto de la incorporación de harina (pulpa-cáscara y cáscara) de banano (Musa cavendish) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...
- Romero, M. A., Alvarado, Á. V., & Otálvaro, Á. M. (2019). Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. 14(26), 43-51.
- Rosero, G., Hleap, J. I., Ayala, A. A., Giraldo, G. I., & Serna, L. (2018). Formulation of frankfurter-type sausages with yacon peel flour as non-conventional linker. 16(S), 244-250.
- Ruiz Muñoz, L. A. (2016). *Obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas.* Espol,
- Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (*Musa acuminata* AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. 10(5), 1142.
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. 11(9), 1693.
- Salejda, A. M., Olender, K., Zielińska-Dawidziak, M., Mazur, M., Sziperlik, J., Miedzianka, J., . . . Szmaja, A. (2022). Frankfurter-type sausage enriched with buckwheat by-product as a source of bioactive compounds. 11(5), 674.
- Sam, F. E., Teng-Zhen, M., Atuna, R. A., Salifu, R., Nubalanaan, B.-A., Amagloh, F. K., & Han, S.-Y. (2021). Physicochemical, oxidative stability and sensory properties of frankfurter-type sausage as influenced by the addition of carrot (*Daucus carota*) paste. 10(12), 3032.
- Sanwo, K. A., Makanju, M., Iposu, S. O., & Adegbite, J. A. (2012). Effects of substituting rice flour as fillers for wheat flour at varying levels in beef sausage production.

- Suquilanda Valdivieso, M. B. (2012). Producción Orgánica de Cultivos Andinos. *Manual. UNOCANC. FAO y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.*
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). Guía de Campo de los Cultivos Andinos. *FAO & ANPE-Perú, Primera Edición.*
- Tirado, J. M., Zamudio, P. B., Espino, M., Salgado, R., Vela, G., Hernández, F., . . . Ortega, A. (2021). Chitosan films obtained from *Brachystola magna* (Girard) and its evaluation on quality attributes in sausages during storage. *26*(6), 1782.
- Toldrá, M., Parés, D., Saguer, E., & Carretero, C. (2020). Utilisation of protein fractions from porcine spleen as technofunctional ingredients in emulsified cooked meat sausages. *International Journal of Food Science Technology*, *55*(2), 871-877.
- Torres, A. L. R., Montero, P. C., & Julio, L. C. G. (2014). Utilización de almidón de malanga (*colocasia esculenta* L.) en la elaboración de salchichas tipo frankfurt. *12*(2), 97-105.
- Valle, M., Pomboza, P., Buenaño, M., Guevara, D., Chasi, P., Vásquez, C., & Pérez, M. (2018). Morphology, phenology, nutrients and yield of six accessions of *Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pav (Mashua). *21*(1).
- WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Consultation, FAO, 916*(i-viii), 1-149.
- Yadav, S., Pathera, A. K., Islam, R. U., Malik, A. K., & Sharma, D. P. J. A.-A. j. o. a. s. (2018). Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage. *31*(5), 729.
- Yazdanpanah, S., Ansarifard, S., & Hasani, M. (2022). Development of Novel Gluten-Free Sausage Based on Chickpea, Corn Flour, and HPMC. *International Journal of Food Science, 2022.*
- Youssef, M., & Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science*, *87*(4), 356-360.
- Yungán Pinda, Á. I. (2015). *Efecto del método de extracción del almidón de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.) en las características físico-químicas y reológicas.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos . . .
- Zamudio, P., Ochoa, E., Ornelas, J. d. J., Aparicio, A., Vargas, A., Bello, L. A., . . . Cárdenas, R. (2015). Effect of storage time on physicochemical and textural properties of sausages covered with oxidized banana starch film with and without betalains. *13*(3), 456-463.
- Zapata, J. I. H., & Pava, G. C. R. d. l. (2017). Physicochemical analysis of frankfurter type sausages made with red tilapia fillet waste (*Oreochromis* sp) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa* W.). *21*.
- Zarate, D. L. M., Malleli, L., Méndez, G. Z., Rivera De Alba, J. A., & Flores, E. G. (2021). Efecto del nopal (*Opuntia* spp) deshidratado en polvo sobre las propiedades físicoquímicas y sensoriales de salchichas Viena. *23*(2), 89-95.

## ANEXOS



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

0000851



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

### CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:22-156		R01-7 & 01				
Solicitud N°: 22-156		Pág. 1 de 2				
Fecha recepción:	22 de noviembre de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 23 al 29 de noviembre de 2022				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	Macarena Bejarano	C.I./RUC: 1721531646				
Representante:	Ambato	Tlf: 0992780844				
Dirección:	Ambato	E mail: mbejarano1646@uta.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto:	Salchicha tipo Frankfurt con harina de Mashua	Vol.: 200ml				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: Funda Plástica				
Lote:	n/a	No de muestras: tres				
F. Elb.:	n/a	F. Exp.: n/a				
Conservación:	Ambiente Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 30 días				
Cierres seguridad:	Ninguno X Intactos Rotos:	Muestreo por el cliente: 21 de noviembre de 2022				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Salchicha tipo Frankfurt con harina de Mashua	15622316	MASHUA	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.2001.11	% (Nx6,25)	17,0
			*Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.991.36	%	6,84
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	8,40
			Humedad, Gravimetría	PE02-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.925.10	%	67,1
Salchicha tipo Frankfurt con harina de Trigo	15622317	TRIGO	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.2001.11	% (Nx6,25)	15,5
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.991.36	%	8,33
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	6,90
			Humedad, Gravimetría	PE02-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.925.10	%	68,1
Salchicha tipo Frankfurt con harina de Zanahoria Blanca	15622318	Zanahoria Blanca	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.2001.11	% (Nx6,25)	16,1
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.991.36	%	11,5
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	4,60
			Humedad, Gravimetría	PE02-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019.925.10	%	66,7

**Anexo 1. Resultados LACONAL**

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

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

**HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

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

**Instrucciones:**

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

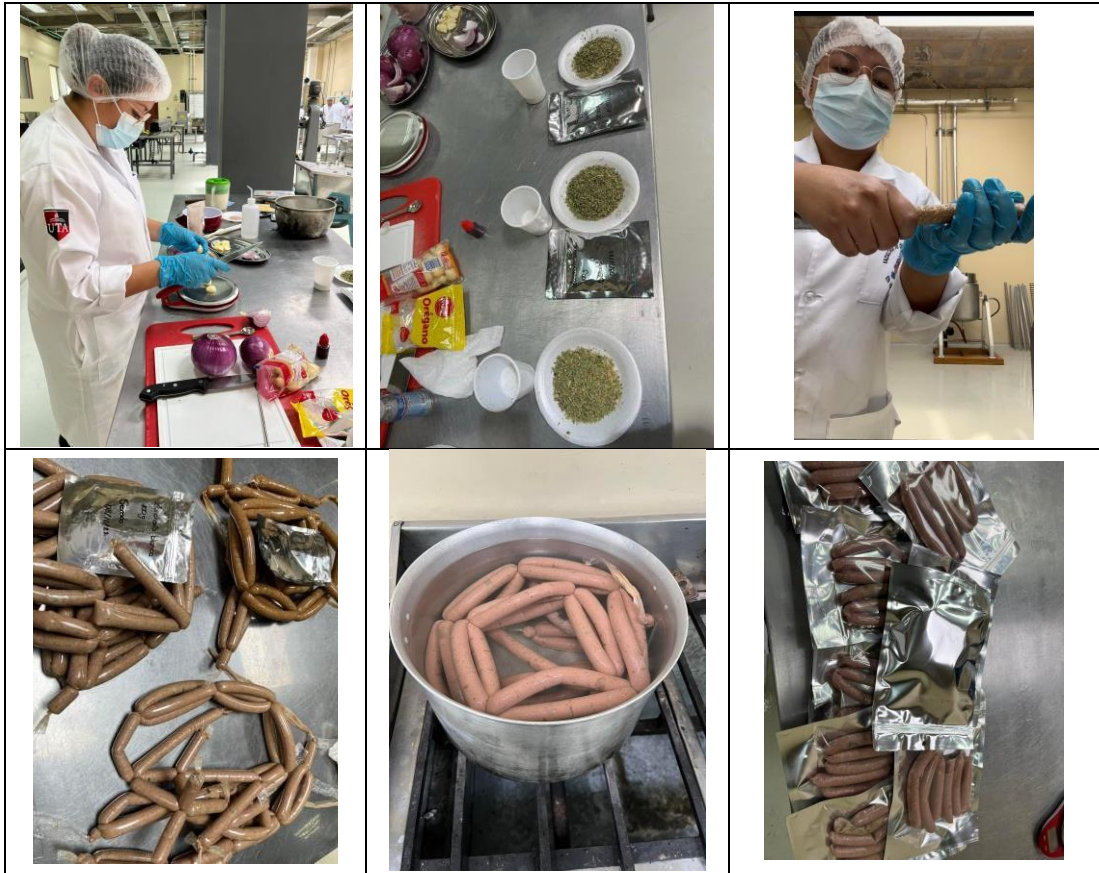
Característica	Escala	Muestras		
		Código 1 O818	Código 2 B162	Código 3 S241
<b>COLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>OLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>SABOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>TEXTURA</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

**Anexo 2.** Hoja de cata para salchichas tipo Frankfurt



**Figura 15.** Elaboración de salchichas





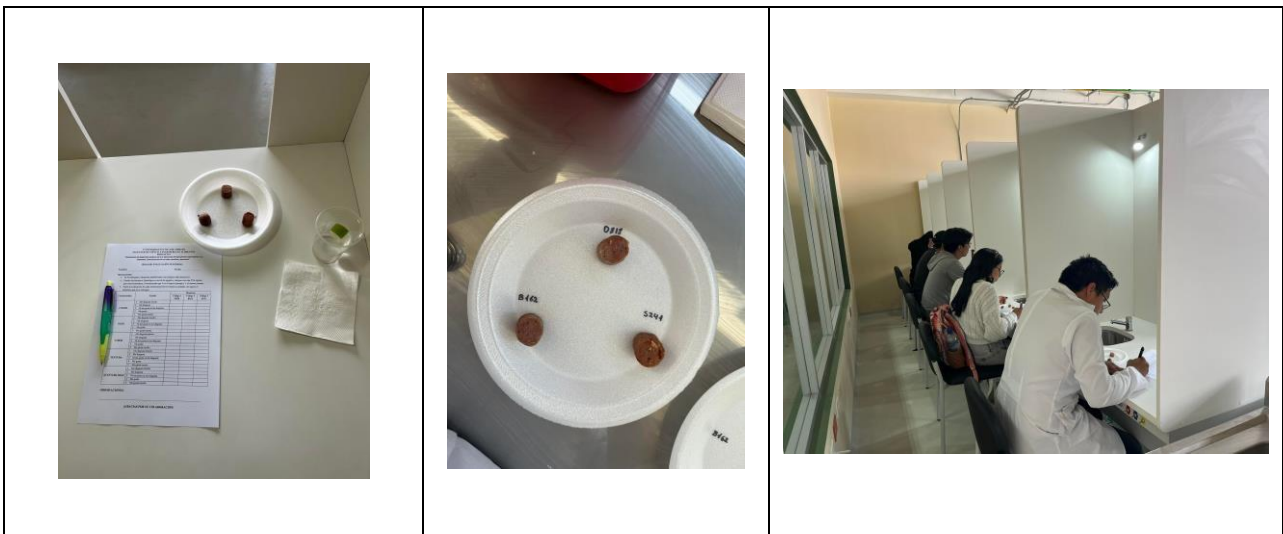
**Figura 16.** Desarrollo de análisis proximales de las salchichas



**Figura 17.** Desarrollo de análisis fisicoquímicos de las salchichas



**Figura 18.** Determinación de textura y color



**Figura 19.** Análisis sensorial