**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**Tema:** Efecto de la inclusión de harina de achira *(Canna Indica)* y plátano no comercial *(Mussa Acuminata)* en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo 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.

**Autor:** Lizbeth Alexandra Núñez Santamaría

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

**Ambato - Ecuador**

**Febrero – 2025**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

**CERTIFICA:**

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidos en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 14 de enero de 2025.




Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lizbeth Alexandra Nuñez Santamaria, 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.



Lizbeth Alexandra Nuñez Santamaria

180434198-8

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este 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.



Lizbeth Alexandra Nuñez Santamaria

1804341988

**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:

Firmado electrónicamente por:
LORENA DE LOS ANGELES NUNEZ VILLACIS

**Presidente del Tribunal**

Firmado electrónicamente por:
ESTEBAN MAURICIO FUENTES PEREZ

**Dr. Esteban Mauricio Fuentes Pérez**

180332152

Firmado electrónicamente por:
MANUEL ISRAEL GUANOQUIZA RIVERA

**Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera**

0502966377

Ambato, 31 de enero de 2025

## DEDICATORIA

*Dedico el presente proyecto de investigación en primer lugar, a Dios, quien ha guiado mi camino. Así mismo a mis padres, hermanos y amigos, por ser mi mayor fuente de inspiración, apoyo incondicional y motivación para alcanzar mis metas.*

*A mi abuelita Mariana desde en el cielo que siempre me enseño que la vida está llena de obstáculos y siempre debemos enfrentarlos con una actitud positiva y seguir adelante.*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por haberme dado fe, fortaleza y sabiduría necesaria para poder alcanzar mi formación académica y personal. Además, le agradezco por siempre guiar mi camino, permitiéndome superar mis retos y cumplir mis metas con determinación y humildad.

Agradezco a mis padres, que quienes a pesar de la distancia siempre estuvieron presentes durante mi formación profesional. Su apoyo constante, transmitido a través de palabras de aliento desde un celular, reflejó su preocupación y amor incondicional. Así mismo agradezco a mi abuelita, quien ha sido mi mayor inspiración, por su respaldo en cada decisión que he tomado y por sus consejos, los cuales me han servido para crecer como persona.

A mis hermanos Kevin y Jonathan que siempre me han apoyado en todo momento, brindándome su apoyo incondicional y palabras de aliento para seguir con mis estudios y metas académicas. A mi primo Javier, a quien considero un hermano mayor, le agradezco por siempre guiarnos por el camino correcto y siempre darnos su apoyo en todo momento.

A mis amigos, Johana, Anahí, Belén, Adriana, Sebastián y Ricardo les expreso mi más sincero agradecimiento por su apoyo y por haber contribuido de manera significativa a mi crecimiento personal y académico. Gracias por lo momentos compartidos, por las experiencias vividas y por haber sido una parte importante durante toda mi carrera universitaria.

A mi tutor, Ing. Diego Salazar le expreso mi agradecimiento por el tiempo dedicado y por las valiosas enseñanzas, las cuales fueron fundamentales para la realización y éxito de este proyecto de investigación.

Finalmente, agradezco a la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por la oportunidad de formarme profesionalmente en un entorno académico de excelencia y poder culminar mi carrera con éxito.

## 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 GENERAL DE CONTENIDOS ..... viii
ÍNDICE DE TABLAS ..... xi
ÍNDICE DE FIGURAS ..... xii
ÍNDICE DE ECUACIONES ..... xiii
ÍNDICE DE ANEXOS ..... xiv
RESUMEN EJECUTIVO ..... xv
ABSTRACT ..... xvi
CAPÍTULO I ..... 1
MARCO TEÓRICO ..... 1
1.1 Antecedentes investigativos ..... 1
1.2 Productos cárnicos ..... 2
1.3 Salchichas Frankfurt ..... 2
1.4 Cultivos andinos ..... 3
1.5 Plátano no comercial (Plátano de rechazo) ..... 4
1.6 Achira ..... 5
Valor nutricional ..... 5
1.7 OBJETIVOS ..... 7
1.7.1 Objetivos General ..... 7
1.7.2 Objetivos Específicos ..... 7
CAPÍTULO II ..... 8

METODOLOGÍA ..... 8
2.1 Materiales ..... 8
2.2 Elaboración de productos emulsificados ..... 8
2.3 Composición Proximal ..... 9
2.4 Valor energético ..... 10
2.5 Pérdidas por cocción ..... 10
2.6 Propiedades Fisicoquímicas ..... 10
2.6.1 pH y Acidez ..... 10
2.6.2 Color ..... 10
2.6.3 Actividad de agua ..... 11
2.7 Textura ..... 11
2.8 Análisis sensorial ..... 11
2.9 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt ..... 12
2.10 Análisis Estadístico ..... 12
CAPÍTULO III ..... 13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 13
3.1 Apariencia visual de las salchichas tipo Frankfurt ..... 13
3.2 Composición proximal ..... 14
3.3 Propiedades fisicoquímicas ..... 17
3.3.1 pH ..... 17
3.3.2 Acidez ..... 18
3.3.3 Color ..... 18
3.3.4 Actividad de agua ..... 20
3.4 Perdida por cocción ..... 21
3.5 Textura ..... 22
3.6 Análisis sensorial ..... 24
3.7 Estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento. ..... 25

3.7.1 pH..... 25
3.7.2 Acidez ..... 26
3.7.3 Color ..... 27
Luminosidad..... 27
CAPÍTULO IV.....34
CONCLUSIONES .....34
BIBLIOGRAFÍA .....35
ANEXOS .....43

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la harina de plátano.....4

Tabla 2. Composición nutricional del rizoma de achira. .....6

Tabla 3. Nomenclatura de las formulaciones de las salchichas tipo Frankfurt.....9

Tabla 4. Composición proximal de las salchichas Frankfurt con harina de trigo (control) y la mezcla de harina de plátano con harina de achira.....17

Tabla 5. Propiedades Fisicoquímicas de las salchichas Frankfurt.....20

Tabla 6. Pérdida por cocción y rendimiento de salchichas Frankfurt con la adición de harina de trigo (control), achira y plátano. .....22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rizoma y planta de achira .....5

Figura 2. Apariencia visual de las salchichas tipo Frankfurt. .....13

Figura 4. Grafica del perfil sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos. .....25

Figura 5. Evolución del pH de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....26

Figura 6. Evolución de la acidez de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....27

Figura 7. Evolución de luminosidad (L*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....28

Figura 8. Evolución del enrojecimiento (a*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....29

Figura 9. Evolución de los amarillos (b*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....30

Figura 10. Evolución de la cromaticidad (C*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....31

Figura 11. Evolución del matiz (H) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....32

Figura 12. Evolución del índice de blancura de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. .....33

## ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1) ..... 10

(Ecuación 2) ..... 10

(Ecuación 3) ..... 11

(Ecuación 4) ..... 11

(Ecuación 5) ..... 11

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las salchichas de achira y plátano (S1 y S2). .....43

Anexo 2. Resultados LACONAL de las salchichas control (S3 y S4). .....44

Anexo 3. Formato de evaluación sensorial (hoja de cata). .....45

Anexo 4. Elaboración de harinas no convencionales (achira y plátano). .....46

Anexo 5. Elaboración de las salchichas Frankfurt. .....46

Anexo 6. Análisis de las muestras de las salchichas Frankfurt.....47

Anexo 7. Análisis sensorial.....47

# RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad los consumidores tienden a buscar alimentos con un alto valor nutricional y funcional evitando componentes asociados al desarrollo de enfermedades crónicas. En este contexto, el uso de las harinas no convencionales representa una estrategia para enriquecer los productos cárnicos. Para ello, se desarrollaron dos formulaciones que incluyeron las harinas en concentraciones de 8 y 12 por ciento, además de dos formulaciones con harina de trigo (control) con las mismas concentraciones. En las salchichas Frankfurt se evaluaron la composición proximal, propiedades fisicoquímicas, textura y atributos sensoriales. Además, se evaluó la estabilidad de pH, acidez y color durante el almacenamiento. Los resultados obtenidos en el análisis de la composición proximal mostraron mayor porcentaje de fibra, cenizas y carbohidratos en comparación con las formulaciones control. En cuanto a propiedades fisicoquímicas la adición de estas harinas generó una disminución en los parámetros de color, lo cual indica una tendencia hacia tonalidades más oscuras. Con respecto al análisis de textura los resultados no presentaron cambios significativos excepto la masticabilidad. Por otro lado, en la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento de 30 días, se observaron cambios progresivos en los tratamientos atribuibles a procesos naturales de oxidación, interacción entre ingredientes y modificaciones estructurales. Finalmente, en el análisis sensorial el tratamiento con mejor aceptabilidad fue la formulación al 12 por ciento debido a la alta concentración de las harinas. Estos hallazgos demuestran la viabilidad de la incorporación de las harinas no convencionales como ingredientes funcionales, promoviendo al desarrollo de alimentos más saludable.

**Palabras clave:** Harinas no convencionales; Alimentos funcionales; Salchichas Frankfurt; Achira; Embutidos; Productos Cárnicos; Aceptabilidad.

## ABSTRACT

Currently, consumers tend to seek foods with high nutritional and functional value, avoiding components associated with the development of chronic diseases. In this context, the use of unconventional flours represents a strategy to enhance meat products. To this end, two formulations were developed incorporating these flours at concentrations of 8 percent and 12 percent, along with two control formulations using wheat flour at the same concentrations. Frankfurt sausages were evaluated for proximal composition, physicochemical properties, texture, and sensory attributes. Additionally, the stability of pH, acidity, and color was assessed during storage. The results of the proximal composition analysis showed higher percentages of fiber, ash, and carbohydrates compared to the control formulations. Regarding physicochemical properties, the addition of these flours led to a decrease in color parameters, indicating a trend toward darker shades. In the texture analysis, no significant changes were observed except for chewiness. On the other hand, during the 30-day storage period, the stability of physicochemical properties showed progressive changes in the treatments, attributable to natural oxidation processes, ingredient interactions, and structural modifications. Finally, in the sensory analysis, the most acceptable treatment was the 12 percent formulation due to the high concentration of flours. These findings demonstrate the feasibility of incorporating unconventional flours as functional ingredients, contributing to the development of healthier foods.



**Keywords:** Unconventional flours; Functional foods; Frankfurt sausages; Achira; Sausages; Meat products; Acceptability.

# CAPÍTULO I

# MARCO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes investigativos

En la actualidad la industria cárnica está orientada al desarrollo de productos más saludables, con mejor valor nutricional, y que respondan a la creciente demanda de alimentos con alto valor nutricional que la población exige. Además, busca formulaciones equilibradas que sustituyan materias primas tradicionales como el almidón de papa, yuca o trigo (Leidi et al., 2018a). Diversos tipos de salchichas como la Frankfurt, Vienna, Bratwurst y Ranchera son ampliamente consumidas a nivel mundial, sin embargo, la demanda de este tipo de productos ha disminuido debido a que los consumidores perciben que sus componentes no favorecen a la salud (Salazar Diego et al., 2021). En respuesta a esta tendencia, se puede desarrollar productos cárnicos funcionales que incluyan componentes con efectos beneficiosos para la salud (Roberfroid, 2000). Según Jiménez-Colmenero et al. (2001), para que un alimento sea catalogado como funcional debe cumplir con tres criterios: estar compuesto por ingredientes naturales, formar parte de la dieta diaria y contribuir a la regulación de procesos específicos en el organismo. Entre las estrategias adoptadas por la industria se destaca, la reformulación de productos y reducción de los componentes no deseados como la grasa animal, contenido de sal y uso de aditivos químicos nocivos para la salud (Elizabeth et al., 2020). La FAO, además, sugiere el uso de materias primas no convencionales para mejorar el contenido nutricional de los embutidos (FAO, 2017).

La incorporación de materias primas no convencionales es crucial para mejorar el contenido nutricional del producto cárnico mediante la reducción de componentes convencionales que han sido catalogados como perjudiciales para la salud de los consumidores (Zhang et al., 2010). Diversas investigaciones asocian el consumo elevado de productos cárnicos con enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidad y problemas digestivos (Schmiele et al., 2015). La incorporación de ingredientes como fibras y almidones resistentes mejoran el contenido nutricional y permiten reducir el contenido graso de los embutidos (Salazar Diego et al., 2021). En este contexto, las principales fuentes provienen de pieles de fruta, harinas integrales y

harinas no convencionales como los cultivos andinos, que son opciones viables para productos cárnicos como las salchichas tipo Frankfurt (Salazar Garcés, 2022).

### 1.2 Productos cárnicos

Los productos cárnicos aportan proteínas, grasas, aminoácidos esenciales, vitaminas y compuestos bioactivos (Díaz-Vela et al., 2017). Ante los desafíos nutricionales actuales, se sugiere reformular estos productos con harinas ricas en fibra y almidón resistente, que actúan como aglutinantes y contribuyan a mejorar la calidad nutricional (dos Santos Alves et al., 2016). Además, el uso de agentes ligantes y de relleno es esencial en los procesos de producción, ya que mantiene la estabilidad en la emulsión, incrementan el rendimiento en el proceso térmico, mejoran el sabor y reducen los costos en la formulación (Jin et al., 2019). Malav et al. (2015), coinciden con esta perspectiva, aunque enfatizan que la incorporación de un ingrediente en el desarrollo de productos cárnicos no debe comprometer su calidad ni sus características sensoriales.

En este contexto, es importante señalar que los embutidos suelen contener fibras y almidones en cantidades pequeñas. Diversas investigaciones han demostrado que la fortificación de embutidos con cantidades nutricionalmente significativos (2-3 g por porción) puede llevarse a cabo sin comprometer la calidad sensorial del producto (Decker et al., 2010). Así mismo, la fibra dietética en productos cárnicos aporta beneficios adicionales, como la reposición de grasa, una mayor capacidad de retención de agua y una mejor estabilidad oxidativa (Sáyago-Ayerdi et al., 2009). En productos cárnicos como mortadelas y salchichas se busca una alta capacidad de retención de agua, ya que este factor contribuye a una mayor jugosidad y a una textura suave (García Corrales, 2016). Según Effiong (2003), señala que durante el proceso de elaboración de productos cárnicos, la carne posee una capacidad natural para absorber y retener agua, lo que contribuye a la calidad del producto final.

### 1.3 Salchichas Frankfurt

Las salchichas son productos tipo gel emulsionados, incluyen carne, grasa, sal, condimentos y aditivos alimentarios permitidos. Estos ingredientes se embuten en tripas naturales o artificiales de uso permitido y pueden ser presentados en estado crudo, cocido, madurado, ahumado o en otras formas conforme la norma NTE INEN 1338:2010. En el proceso específico de elaboración de las salchichas tipo Frankfurt se requiere de carne picada y grasa, las cuales se mezcla con condimentos, agua y hielo. Esta mezcla es curada con nitrito sódico para otorgar el color característico. Luego, la mezcla es embutida en tripas y se somete a cocción hasta el color

deseado de la carne (Ranken, 2003). Para prolongar la vida útil de las salchichas se recomienda varios métodos de conservación como la refrigeración y el envasado al vacío (Toldrá, 2010). La salchicha Frankfurt tiene su origen en Alemania, donde el uso de carne y grasa ayudo a obtener una textura suave. En 1852, esta salchicha se popularizo por su sabor ahumado y su textura particular (Carrillo Bernal et al., 2019). Desde el punto de vista nutricional, las salchichas aportan proteínas, ácidos grasos monoinsaturados, selenio, tiamina, niacina y vitamina 12, así como carbohidratos que varían entre un 0,4 % y un 8,4 % dependiendo la harina añadida, con un contenido calórico que varía entre 230 y 300 kcal por cada 100 gramos (Alvarado-Ramírez et al., 2018).

### 1.4 Cultivos andinos

Los cultivos andinos, originarios de la región de los Andes, están profundamente relacionados con la cultura e historia de las comunidades indígenas andinas (Moscoe, 2016). Estas variedades han sido cultivadas y consumidas durante siglos en zonas geográficas como las provincias de Carchi e Imbabura (Basantes et al., 2022). Además, Salazar Garcés (2022), menciona que estos cultivos también se encuentran a lo largo de la cordillera de países como Bolivia y Perú. Entre los cultivos andinos más destacados se encuentra la papa, la quinua, la kiwicha, el maíz, la maca, el tarwi, el camote, la oca, la mashua, la achira y la cañihua (Leidi et al., 2018a). Sin embargo, un problema importante es que algunos de estos cultivos, como la oca, la achira, la mashua, la arracacha y el taro, han dejado de cultivarse e incluso se están perdiendo (Intriago et al., 2017). Esto se debe al bajo consumo y escaso valor comercial, lo que afecta a la producción agrícola. A pesar de estos desafíos, los cultivos desempeñan un rol importante en la dieta de los consumidores, dado su alto valor nutricional (Leidi et al., 2018b). Su incorporación en la alimentación humana representa una gran oportunidad para mejorar la nutrición y preservar la biodiversidad agrícola de la región andina.

Estos cultivos también se emplean en la elaboración de productos de panadería y como materia prima para mejorar el contenido proteico en productos cárnicos. Según Salazar Garcés (2022), los cultivos andinos tienen un valor importante como ingredientes funcionales, ya que contienen hidratos de carbono con un índice glicémico bajo, lo cual resulta de interés tanto los consumidores como aquellos que padecen síndrome metabólico. Además sus características nutricionales incluyen un alto contenido de minerales, como el hierro, cobre, manganeso, zinc, magnesio, calcio, fosforo, potasio y sodio, así como vitaminas C, E, B1, B2 y B3 (Ocaña Palacios, 2019).

### 1.5 Plátano no comercial (Plátano de rechazo)

El plátano es una de las frutas tropicales más producida a nivel mundial, con un consumo que abarca más de 100 países (Salazar Garcés, 2022). Constituye una fuente clave de ingresos económicos en diversas naciones de América, Asia y África. Además, está entre los cultivos más importantes para la alimentación mundial, junto con el maíz, arroz, sorgo, soja, papa y caña de azúcar (FAO, 2021). Su composición proximal incluye 66.2 % de agua, 0.3 % grasas, 1.3 % proteínas, 1.1 % fibra, 0.8 % vitamina y 30.7 % carbohidratos (Quiceno et al., 2014). Aproximadamente entre el 5 % y el 25 % de la producción total de plátano es descartado por no cumplir con estándares de color, apariencia, calibre, empaque y condiciones fitosanitarias (Salazar Diego et al., 2021). En muchos países productores, el plátano verde que no alcanza los requisitos de exportación suele destinarse al consumo interno, principalmente como alimentos para animales. Sin embargo, gran parte de esta producción es desechada al aire libre, lo que genera problemas ambientales.

Una alternativa para aprovechar estos plátanos no comerciales es la elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano como se muestra en la Tabla 1 (Salazar Garcés, 2022). La harina de plátano resulta viable debido a su fácil acceso, el sencillo proceso de producción y sus propiedades tecnofuncionales (Salazar Diego et al., 2021). En términos de nutrición es rico en potasio, piridoxina, ácido ascórbico, beta-caroteno y fibra (Kaur et al., 2020). Stragliotto et al. (2022), destacan que el plátano verde presenta beneficios para la salud gracias a su composición de fibra dietética total, almidón (total, disponible y resistente) y compuestos fenólicos. El elevado contenido de almidón resistente en el plátano verde ayuda a reducir la glicemia, ya que no digiere en el intestino delgado y fermenta en el colon, contribuyendo a la inhibición del cáncer de colon (Salazar Garcés, 2022). Además, la pulpa de plátano verde contiene leucocianidina, un flavonoide que ayuda a prevenir las úlceras, lo que sugiere su utilidad en el tratamiento de enfermedades gástricas (Lewis et al., 1999).

**Tabla 1.** Composición nutricional de la harina de plátano.

| Composición (%) | Harina de pulpa de plátano | Harina de cascara de plátano |
|---|---|---|
| **Humedad** | 11.32 | 9.64 |
| **Grasa** | 0.87 | 3.51 |
| **Proteína** | 3.53 | 4.24 |
| **Cenizas** | 3.76 | 6.35 |
| **Fibra** | 3.51 | 10.26 |

## 1.6 Achira

La achira es una planta herbácea y palustre que crece en suelos húmedos y se produce de manera vegetativa. Esta especie fue domesticada en la región andina y pertenece al género *Canna*, distribuido en toda América tropical y en otras regiones como India, Asia, Polinesia y África (Andrade et al., 2012). En Ecuador, la achira se encuentra en los valles temperados y cálidos (Carrillo, 2014). Actualmente, su cultivo también se extiende en la zona andina de Colombia y Perú (Lobo-Arias et al., 2017). La planta se caracteriza por su altura que varía entre 1.5 y 3.5 metros. Presenta tallos subterráneos permanentes de hojas largas y anchas que miden entre 30 y 80 cm de largo, que emergen de una vaina que envuelve el tallo (Ortega et al., 2020). Además, en su superficie presentan surcos transversales que corresponden a la base de las escamas que los cubren, y desde la parte inferior del rizoma emergen pequeñas raíces blancas y cilíndricas (Caicedo, 2004).

Desde el punto de vista morfológico, las flores son grandes y zigomorfas de un color amarillo brillantes que puede variar a tonos anaranjados o rojos intensos. La planta de la achira es aprovechada por la comunidad indígena, quienes utilizan sus hojas como envolturas naturales en la preparación de alimentos como tamales, arepas y quimbolitos, mientras el tallo se utiliza como un fertilizante natural (Fonseca-Florido et al., 2016). En términos de aprovechamiento, la achira es una fuente valiosa de almidón, caracterizado por poseer gránulos de gran tamaño (10 a 140 μm) que pueden extraerse de sus rizomas (Fuentes et al., 2019).



**Figura 1.** Rizoma y planta de achira

### Valor nutricional

Según Caguana Telenchana (2018), la achira se utiliza para la alimentación humana y animal, así como para la producción de almidón industrial y la elaboración de fideos. Estudios recientes indican que el almidón de achira se distingue por un alto contenido de amilosa y fosforo, en comparación con otros tubérculos, como la papa y la yuca (Andrade-Mahecha et al., 2012). Su composición química incluye agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, cenizas, fibras, almidón, minerales y vitaminas (Tabla 2). Los rizomas de la achira contienen un porcentaje elevado de

almidón, que en estado seco representa entre el 70 % y el 80 % (Salazar Garcés, 2022). Asimismo, la cantidad de fibra dietética presente en la achira permite definirla un suplemento alimenticio adecuado para su uso como aditivo.

**Tabla 2.** Composición nutricional del rizoma de achira.

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Calcio | 0.15 % |
| Azucares | 3.95 % |
| Almidón | 60.47 % |
| Carbohidratos | 80.8 % |
| Cenizas | 4.18 % |
| Fibra | 2.67 % |
| Fosforo | 0.1 % |
| Grasa | 2.04 % |
| Hierro | 51 % |
| Humedad | 81.69 % |
| Potasio | 1.79 % |
| Proteínas | 4.29 % |
| Sodio | 0.12 % |
| Zinc | 30 % |

La inclusión de las harinas no convencionales en productos cárnicos representa una estrategia innovadora para sustituir la harina de trigo, que tradicionalmente se utiliza en la producción de embutidos. Este enfoque no solo permite reducir componentes no deseados, sino que contribuye a mejorar el contenido nutricional del producto que beneficia la salud del consumidor. Además, promueve la sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos autóctonos.

En este contexto, la presente investigación se enfoca en la inclusión de harina de achira y plátano no comercial en la elaboración de un embutido tipo salchicha Frankfurt. Estas harinas poseen propiedades particulares como el almidón, fibras y otros compuestos bioactivos que pueden influir en la calidad del producto cárnico final.

## 1.7 OBJETIVOS

### 1.7.1 Objetivos General

Evaluar el efecto del uso de harina de achira (*Canna Indica)* y harina de plátano no comercial *(Mussa Acuminata)* en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt.

### 1.7.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las salchichas tipo Frankfurt desarrolladas.
- Evaluar la calidad sensorial de las salchichas tipo Frankfurt.
- Evaluar la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt.

# CAPÍTULO II

# METODOLOGÍA

## 2.1 Materiales

La achira se adquirió de la vía Tiugua-Pachanlica, el plátano no comercial se obtuvo del cantón Machala, provincia el Oro. Para obtener las harinas se utilizó la metodología descrita por (Salazar Diego et al., 2021). La achira y el plátano fueron sometidos a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentran en la superficie. Posteriormente, en el caso de la achira se eliminó la piel, en cuanto al plátano se trabajó con la pulpa y la piel, 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 se molieron en un molino para granos (Inox, Riobamba, Ecuador). La molienda se realizó mediante el proceso de trituración hasta obtener un polvo fino. Todas las muestras fueron empacadas herméticamente y almacenadas a temperatura ambiente hasta su posterior uso.

## 2.2 Elaboración de productos emulsificados

Las salchichas tipo Frankfurt se realizaron siguiendo un procedimiento estándar. La formulación se compone de carne de res 31 % y carne de cerdo 27 %, grasa de lomo de cerdo 15 %, hielo 9 %, harina (8 % y 12 %), aditivos y condimentos 6 % (nitrito de sodio, polifosfatos, ácido ascórbico, cloruro de sodio, ajo fresco, cebolla fresca, pimienta, orégano y comino) (Salazar Diego et al., 2021). Para la producción se plantearon formulaciones basadas en la harina del cultivo andino, el plátano no comercial y las muestras control (Tabla 3): F1) 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano y F2) 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano, manteniéndose constante los otros ingredientes. Como control se usaron dos formulaciones con harina de trigo en 8 % y 12 % en la formulación.

**Tabla 3.** Nomenclatura de las formulaciones de las salchichas tipo Frankfurt.

| Nomenclatura | Formulación |
|---|---|
| S1 | Salchicha con 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano |
| S2 | Salchicha con 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano |
| S3 | Salchicha con 8 % de harina de trigo |
| S4 | Salchicha con 12 % de harina de trigo |

Para la producción de las salchichas, las carnes se molieron en un molino de carne (Mainca PM-21 España). Luego la carne picada, la grasa y 25 % de hielo picado, se homogeneizaron por 2 minutos en un cutter (Mainca CM-21 España). A continuación, se añadieron los condimentos y 25 % de hielo picado y se homogeneizó por 2 minutos. Finalmente se añadió las harinas y el 50 % de hielo picado y se homogeneizó por 1 minuto. La masa obtenida se embutió en una tripa artificial o también puede ser natural, con un diámetro de 16 mm y 150 mm de longitud, el siguiente paso fue someterla a una cocción en agua con una temperatura de 80 a 85°C hasta que el centro del embutido alcanzara una temperatura de 75°C. Posteriormente se dejó enfriar hasta tener una temperatura de 30°C en su núcleo y se empacó en bolsas de plástico de uso alimentario con una alta densidad y finalmente se almacenaron en refrigeración a una temperatura de 4°C.

### 2.3 Composición Proximal

Los parámetros de humedad, proteínas, grasa, cenizas, se evaluaron en concordancia a lo descrito en las normas oficiales AOAC 19 927,05, AOAC 923,03, AOAC 2001,11 y AOAC 2033,06. El contenido de carbohidratos se estimó por la diferencia entre los componentes principales. El contenido de proteína se calculó en función del nitrógeno obtenido y se utilizó el factor 6,25. La determinación del contenido 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 en porcentaje. La determinación de cenizas se aplicó el método que establece la normativa (INEN-786, 1985) y su cálculo se realizó en base a la siguiente ecuación:

$$\%\ de\ cenizas = \frac{(m_2 - m)}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

m: masa del crisol vacío

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

m2: masa del crisol con las cenizas

**(Ecuación 1)**

### 2.4 Valor energético

El valor enérgico de las salchichas tipo Frankfurt se determinó mediante la suma total de las calorías aportadas por cada uno de los componentes empleando los siguientes valores energéticos: grasa (X9 kcal/g), carbohidratos (X4 kcal/g), proteína (X4 kcal/g) y fibra (X2 kcal/g) (D. Salazar et al., 2021).

### 2.5 Pérdidas por cocción

La pérdida por cocción se calculó mediante las diferencias de pesos antes y después de someter a la salchicha tipo Frankfurt al proceso de cocción a la temperatura determinada. Este valor se expresó en porcentaje utilizando la siguiente ecuación:

$$Perdida\ por\ cocción(\%) = \left(\frac{Peso\ inicial - Peso\ final}{Peso\ inicial}\right) * 100$$

**(Ecuación 2)**

### 2.6 Propiedades Fisicoquímicas

#### 2.6.1 pH y Acidez

El pH se midió utilizando un potenciómetro HANNA HI 9126, en el cual se sumergió el electrodo en la muestra y se registró el valor de pH. Por otro lado, la acidez se determinó mediante titulación con NaOH 0.1 N, utilizando fenolftaleína como indicador. Se agregó NaOH 0.1 N a la muestra hasta que ocurrió un cambio de color indicado por la fenolftaleína. La cantidad de NaOH utilizada fue registrada.

Para expresar la acidez, se utilizó la metodología descrita en la norma NTE INEN 783 (1985), que especifica que se debe expresar como g/100g de ácido láctico. Esto implicó convertir la cantidad de NaOH utilizada en equivalentes de ácido láctico. El ensayo se realizó por triplicado.

#### 2.6.2 Color

Según la metodología propuesta por Diego Salazar, Mirari Arancibia, Diego R Silva, et al. (2021), se utilizó un colorímetro Lovibond para determinar los parámetros de color CIE Lab L* (luminosidad), a* (rojo/verde) y b* (amarillo/azul). El colorímetro fue calibrado con un

iluminador D65 y un observador estándar D10. Se realizaron mediciones en varias zonas de la salchicha. Este dispositivo facilito una medición precisa y objetiva del color de la muestra. Además de los parámetros mencionados, se calcularon la cromaticidad (C*), el tono (Hue) y el índice de blancura. Estos cálculos se realizaron utilizando los valores obtenidos de L*, a* y b*. Para determinar estos parámetros se empleó las siguientes ecuaciones:

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

**(Ecuación 3)**

$$Tono\ (Hue) = \tan^{-1}\frac{b^*}{a^*}$$

**(Ecuación 4)**

$$Indice\ de\ Blancura = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

**(Ecuación 5)**

### 2.6.3 Actividad de agua

La Actividad de agua ($a_w$) se determinó según la normativa ISO 18787 (ISO, 2017) mediante un medidor de actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU). Las mediciones se realizaron por triplicado.

## 2.7 Textura

El análisis de textura se realizó en un texturómetro (CT3 Btookfield, Scarsdale, NY. USA). Para la realización del análisis se retiró la tripa de la salchicha de cada lote, se cortó en cilindros de 1,5 cm 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 10 kg. Se midieron los parámetros de dureza – fuerza máxima en la primera compresión (N), elasticidad, masticabilidad y adhesividad.

## 2.8 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial, se evaluaron los parámetros de olor, color, sabor, textura y aceptabilidad. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, en la que 5 representaba el mayor agrado y 1 el menor. Los niveles de la escala se definieron así: 5 (me gusta mucho), 4 (me gusta), 3 (ni me gusta ni me disgusta), 2 (me disgusta) y 1 (me disgusta mucho). En el análisis sensorial fue desarrollado por un grupo de 20 panelistas entrenados en procesos de evaluación

sensorial que corresponden a los estudiantes de la asignatura de análisis sensorial de la facultad. Los panelistas recibieron las muestras preparadas a la parrilla sin tripa para evaluarlas, los catadores recibieron galletas de sal y agua entre muestra y muestra con la finalidad de limpiar los sabores residuales (Mendoza et al., 2023).

### 2.9 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas tipo Frankfurt

Para evaluar la estabilidad de pH, acidez y color se realizaron mediciones de los parámetros indicados cada 7 días hasta completar los 30 días de almacenamiento del producto. Las mediciones de pH, acidez y color se desarrollaron en base a la metodología descrita anteriormente. Todos estos parámetros fueron considerados medidas fundamentales como indicadores de calidad, grado de salubridad y preservación del producto final elaborado.

### 2.10 Análisis Estadístico

Para estudiar el efecto de la inclusión de las harinas se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio simple, esto significa que las muestras se asignaron aleatoriamente a diferentes tratamientos. En este caso, los tratamientos fueron la adición de harina de achira y plátano no comercial en las salchichas tipo Frankfurt. Una vez recopilados los datos, se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando el programa estadístico Infostat. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para investigar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las salchichas.

En caso de que la prueba ANOVA arrojara resultados significativos, lo que indicaría diferencias entre los tratamientos, se procedió a realizar comparaciones de medias utilizando la prueba de Tukey. Esta prueba permitió identificar qué tratamientos difieren significativamente entre sí. Se utilizó un nivel de significancia del 5 % y un nivel de confianza del 95 % para todas las pruebas estadísticas, lo que significó que las diferencias se consideraron significativas si el valor de p era menor que 0.05.

# CAPÍTULO III

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 3.1 Apariencia visual de las salchichas tipo Frankfurt

En la Figura 2 se muestra la apariencia visual de las diferentes formulaciones de las salchichas tipo Frankfurt con las dos diferentes concentraciones evaluadas (8 % y 12 %). Las salchichas tipo Frankfurt presentaron características visuales comparables a las de productos comerciales. En todas las formulaciones se evidencio una adecuada integración estructural ya que no se observaron rotura durante la cocción ni la presencia de grasa exudada, lo cual constituye un indicador clave de una emulsión estable. Estudios similares reportados por García Corrales (2016), quien incorporó cáscara de piña como compuesto funcional en las salchichas tipo Frankfurt. Asimismo, Choe et al. (2013) realizaron salchichas Frankfurt con piel de cerdo y fibra de trigo, los resultados mostraron una buena integración y la ausencia de problemas relacionados con la estabilidad de la emulsión.




**Figura 2.** Apariencia visual de las salchichas tipo Frankfurt. S1. Salchicha con harina de achira al 4 % y plátano al 4 %. S2. Salchicha con harina de achira al 6 % y plátano al 6 %. S3. Salchicha con harina de trigo al 8% y S4. Salchicha con harina de trigo al 12%.

### 3.2 Composición proximal

Los resultados de la composición proximal de las salchichas Frankfurt con los diferentes tipos de harinas se muestran en la Tabla 4. Los resultados evidencian diferencias significativas ($p<0.05$) en ciertos parámetros evaluados. En cuanto al contenido de humedad, no se observaron diferencias significativas entre las formulaciones, estos resultados se deben probablemente a la uniformidad en el proceso de elaboración y almacenamiento. La humedad está en un rango de 56.35 a 57.01 %, cumpliendo así con lo establecido en la norma NTE INEN 1338 (1996), dado que el valor máximo permitido de humedad es 65 % para salchichas escaldadas. Los resultados obtenidos son similares con los reportados por (Zapata et al., 2017), quienes elaboraron salchichas Frankfurt con harina de quinua y encontraron valores de humedad en un rango de 67.18 a 72.43 %. Asimismo, Torres González et al. (2016), reportaron una humedad de 57.81 % en la elaboración de las salchichas con harina de *L.culinaris*., en comparación con una salchicha comercial con un valor de 59,43 %. Aunque los valores obtenidos en el presente estudio son menores, este comportamiento podría estar relacionado con la capacidad de retención de agua del almidón presente en las diferentes harinas (Torres-Rapelo et al., 2014). En conclusión, la humedad está relacionada directamente con los extensores que se haya utilizado en la elaboración de las salchichas tipo Frankfurt.

Con respecto al contenido de proteína se evidencia que existen diferencias significativas ($p<0.05$). La formulación con el menor contenido proteico corresponde a la salchicha de achira y plátano al 12 % (S2), alcanzando un porcentaje de proteína del 11.30 %. Esta reducción puede atribuirse a la adición de un mayor porcentaje de almidón durante el proceso de elaboración, dado que este ingrediente incrementa la retención de agua, reduciendo el contenido de proteína en el producto. Los resultados obtenidos tienen similitud con lo mencionado por Carrillo (2021), quien evaluó diferentes concentraciones de almidón de achira en salchichas tipo Viena. En dicho estudio, se observó que, a menores concentraciones de almidón, el contenido proteico era más alto, alcanzando un valor de 11.06 %, por el contrario, al incrementar la concentración de almidón al 15 %, el contenido proteico disminuyo significativamente hasta un 6.45 %. Esto sugiere que a mayor porcentaje de extensores en las formulaciones tiende a incrementar la retención de agua, lo que provoca una disminución proporcional de dicho componente. Además, en dicho estudio se evaluó la adición de almidón de achira al 12 %, obteniendo un porcentaje de proteína de 7.20 %. Comparando con los resultados de la presente investigación, el

porcentaje de proteína es significativamente mayor con 11.30 %, indicando una mejor calidad proteica de producto final.

El contenido de fibra presentó diferencias significativas ($p<0.05$) entre las formulaciones analizadas, con valores que oscilaron entre 0.35 % y 1.15 %. La muestra con el mayor porcentaje de fibra corresponde a la salchicha de Achira y plátano al 12 % (S2), lo cual se atribuye al mayor porcentaje de incorporación de estas harinas no convencionales que son ricas en fibra y almidón resistente en comparación con la harina de trigo (control) que aportan menos fibra y que oscilan entre 0.35 % y 0.48 %. Estos resultados son similares a los reportados por Fernández-Ginés et al. (2004), quienes estudiaron la adición de albedo de limón en salchichas Bologna. En su investigación, observaron que el contenido de fibra aumento de manera proporcional al incrementar las concentraciones, encontrando que al añadir 2.5 %, 5 %, 7.5 % y 10 % de albedo de limón, los resultados de contenido de fibra fueron 0.37 %, 0.39 %, 1.33 % y 2.01 %. Asimismo Özvural (2011), menciona que al incrementar la cantidad de harina de semilla de uva en los tratamientos aumenta significativamente la fibra dietética. Los resultados de la presente investigación evidencian que las materias primas no convencionales influyen directamente en las características nutricionales finales del producto.

En el contenido graso mostró diferencias significativas ($p<0.05$) en todas las formulaciones evaluadas. Se observó que la incorporación de mayores cantidades de almidón o fibra provoca una reducción del porcentaje de grasa debido al aumento de humedad. En el presente estudio, la salchicha que contiene harina de achira y plátano al 12 % (S2), presentó un contenido de grasa más bajo (8.76 %), en comparación con la salchicha control 12 % (S4) que aporta con 12.20 %. Esta diferencia se debe probablemente a la capacidad de retención de agua en la formulación, lo que resultó en un menor contenido graso. Estos resultados coinciden con la investigación de Carrillo (2021), la cual demostró que la adición de almidones o extensores diferentes pueden reducir el contenido de grasa en salchichas tipo Viena. Las dos formulaciones tanto la formulación S1 y S2 presentaron valores diferentes, pero en comparaciones con las muestras control se tiene un menor contenido de grasa resultando beneficioso para el consumidor ya que permite contrarrestar diferentes enfermedades.

Con relación al contenido de cenizas se observan diferencias significativas en todas las formulaciones. Los valores del presente estudio oscilaron entre 3.68 % a 4.48 %. Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa NTE

INEN 1338 (1996), lo cual menciona un límite máximo 5 % de cenizas para salchichas escaldadas. La incorporación de harinas no convencionales tanto de achira y plátano, en las formulaciones presenta un alto contenido de cenizas, debido a su composición rica en minerales. Este incremento está directamente relacionado por las concentraciones empleadas en los productos cárnicos (Salazar Garcés, 2022). Estudios similares como de Oliveira Faria et al. (2015), quienes elaboraron salchichas tipo Bolonia con el 50 % de su contenido de grasa dorsal del cerdo reemplazando por geles elaborados como celulosa amorfa (fibra), observando un incremento significativo en el contenido de cenizas en los geles, 3.54, 4.13, 4.34 y 4.65 %, dependiendo de la concentración añadida. Asimismo, mencionó Rodríguez Jiménez (2019), que al realizar las salchichas tipo Frankfurt, pero con harina de Berenjena, obtuvo valores que oscilaron entre 3.45 % y 3.32 %, comparando con el presente estudio se tiene mayor contenido de cenizas, obteniendo un producto de mejor calidad.

Con respecto a los carbohidratos los resultados muestran diferencia significativa ($p<0.05$). Las harinas empleadas en las formulaciones son ricas en almidón que influyen directamente en el contenido nutricional del producto final. Según Salazar Garcés (2022), los componentes mayoritarios del plátano verde y de los cultivos andinos es el almidón, carbohidratos solubles y fibra. En este estudio, la formulación con mayor concentración de harina fue la salchicha de achira y plátano al 12 % (S2) que contiene un 18,45 % en comparación con la salchicha control (S4), cuyo porcentaje fue significativamente menor aportando con un 14.77 %. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Carrillo (2021), quien realizó salchichas tipo Viena con diferentes concentraciones de almidón de achira, demostró que a mayor concentración de almidón, mayor es el contenido de carbohidratos. Según los resultados obtenidos, con un 3 % de almidón de achira se obtuvo un 2.33 % de carbohidratos mientras que al incrementar la concentración al 15 % el contenido aumento a 6.80 %.

Respecto al contenido calórico de las salchichas Frankfurt se observó que presentan diferencias significativas ($p<0.05$), en todas las formulaciones evaluadas. Las salchichas con mayor concentración de harina de achira y plátano registran un menor contenido calórico en comparación con las salchichas de control (224.07 y 221.43 kcal/100g). Esto debido al contenido de grasa, lo que reduce el contenido calórico, ya que es el componente que tiene mayor densidad energética (Salazar Diego et al., 2021). Estos estudios coinciden con lo reportado por Choi et al. (2010), quien realizó la sustitución de la grasa de lomo

de cerdo por aceites vegetales y fibra de salvado de arroz en salchichas Frankfurt, reportando que las salchichas con bajo contenido de grasa tenían aproximadamente entre un 20 % y un 22 % menos de energía que las salchichas de control que contenían grasa animal. En conclusión, el valor energético depende principalmente de la grasa ya que aporta más energía en comparación a otros componentes.

**Tabla 4.** Composición proximal de las salchichas Frankfurt con harina de trigo (control) y la mezcla de harina de plátano con harina de achira.

| Composición proximal | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---|---|---|---|---|
| **Humedad (%)** | $56.35\pm0.69^{a}$ | $57.01\pm0.17^{a}$ | $56.65\pm0.56^{a}$ | $56.45\pm0.16^{a}$ |
| **Proteína (%)** | $12.50\pm0.05^{b}$ | $11.30\pm0.05^{c}$ | $12.60\pm0.05^{b}$ | $12.90\pm0.05^{a}$ |
| **Fibra (%)** | $0.80\pm0.05^{b}$ | $1.15\pm0.05^{a}$ | $0.35\pm0.05^{c}$ | $0.48\pm0.05^{c}$ |
| **Grasa (%)** | $9.70\pm0.05^{c}$ | $8.76\pm0.05^{d}$ | $13.50\pm0.05^{a}$ | $12.20\pm0.05^{b}$ |
| **Cenizas (%)** | $4.85\pm0.09^{a}$ | $4.48\pm0.12^{b}$ | $4.38\pm0.06^{b}$ | $3.688\pm0.12^{c}$ |
| **Carbohidratos Totales (%)** | $16.60\pm0.77^{b}$ | $18.45\pm0.27^{a}$ | $12.87\pm0.67^{d}$ | $14.77\pm0.07^{c}$ |
| **Calorías totales (kcal/100 g)** | $205.30\pm2.40^{b}$ | $200.14\pm1.28^{c}$ | $224.07\pm1.96^{a}$ | $221.43\pm0.63^{a}$ |

S1: Salchicha con 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano; S2: Salchicha con 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano; S3: Salchicha con 8 % de harina de trigo; S4: Salchicha con 12 % de harina de trigo. Los resultados corresponden al valor medio ± desviación estándar (n=3). Diferencia de las letras (a, b, c y d) en la misma fila indican diferencia significativa $(p < 0.05)$ de acuerdo con la Prueba de Medias de Tukey.

### 3.3 Propiedades fisicoquímicas

#### 3.3.1 pH

Con respecto a las propiedades fisicoquímicas, el pH presentó diferencias significativas ($p<0.05$), en todas las formulaciones evaluadas como se muestra en la Tabla 5. Los valores registrados en las salchichas de achira y plátano oscilaron entre 6.15 y 6.13 de pH, lo cual está dentro de los parámetros establecidos por la normativa NTE INEN 1338 (1996), que establece el límite máximo de 6.2 % para salchichas escaldadas. Las salchichas de achira y plátano tienen valores menores de pH en comparación con las salchichas de control. Esta disminución puede deberse a las diferencias en el pH de cada harina. Según Salazar, Arancibia, Calderón, et al. (2021), las harinas de cascara de plátano

presentan un pH cercano a 4.7, mientras que la harina de pulpa de plátano tiene un pH de 5.7 y la harina de achira un aproximado de 6.05. Por otro lado, el pH de la harina de trigo (control) oscila entre 6.2 a 6.5 %. Estas diferencias podrían explicar el descenso en el pH en las salchichas de achira y plátano en comparación con las salchichas control. Estudios similares realizados por Özvural (2011), menciona que, al agregar mayor cantidad de harina de semilla de uva en las salchichas, provoca una disminución en los valores de pH, lo que hace que el producto se vuelva ligeramente más acido.

### 3.3.2 Acidez

Con relación a la acidez, los resultados mostraron que no hay diferencia significativa ($p<0.05$), en todas las formulaciones. Esto debido a que las variaciones son muy pequeñas y oscilan entre 0.0312 % y 0.0462 %. Por lo tanto, la adición de las harinas no convencionales no tuvo un impacto significativo en la acidez del producto. Esto debido a que las salchichas con harina de achira y plátano no presentan un proceso de fermentación evitando el aumento de la acidez (Mehta et al., 2015). Las salchichas de harina de achira y plátano tienen una acidez de 0.0420 % y 0.0381 % (S1 y S2), valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por el Codex alimentarius (1993), que especifica un límite máximo del 2 % de acidez con las harinas incorporadas, asegurando que el producto cárnico sea seguro para el consumo. Estudios similares reportados por Calderón Altamirano (2018), realizó la incorporación de harina de banana en la elaboración de salchichas Frankfurt observando un bajo porcentaje de acidez en todas las formulaciones indicando que la adición de harina de banana no afecta significativamente el producto final.

### 3.3.3 Color

Con respecto a los parámetros de color se observan diferencias significativas ($p<0.05$), excepto para la tendencia a los amarillos (b*) de cada formulación. Los valores de L* estuvieron en un rango de 53.70 y 54.57, siendo más bajos en comparación de las salchichas control que oscilan entre 62.50 y 64.53. Esto debido a la incorporación de las harinas que generan reacciones químicas de los azucares, proteínas y pigmentos ocasionando la reacción de Maillard y la caramelización durante el proceso de elaboración (Kraithong et al., 2018). Además, otra reacción que afecta a la luminosidad de las salchichas es el pardeamiento enzimático debido a que la achira presenta ciertas enzimas como la polifenol oxidasa que produce un color más oscuro (Alkarkhi et al.,

2011). Estos resultados coinciden con estudios previos realizados por García Corrales (2016), quien elaboró salchichas tipo Frankfurt con compuestos funcionales a partir de la cáscara de piña. En dicho estudio, se observó que, a mayor porcentaje de adición de cáscara de piña, la L* del producto tendía a disminuir. Con relación al parámetro de tendencia a rojos (a*) se observó diferencia significativa. Las salchichas de achira y plátano tienen valores que oscilan entre 9.13 y 7.13, lo que indica una tonalidad más verdosa en comparación con las salchichas de control que tiene valores superiores entre 10.23 y 8.53, lo cual indicó que son más rojizas. Esto debido, a que las harinas utilizadas no favorecen a un tono rojizo tan pronunciado como la carne procesada con harina de trigo. Estudios similares realizados por Aleson-Carbonell et al. (2005) en salchichas frescas al estilo británico con la adición de fibra de cítricos observaron que la combinación de salvado de trigo con otro tipo de fibra (avena o albedo) disminuyo el enrojecimiento en las salchichas.

Con relación al parámetro de tendencia a los tonos amarillos (b*) no presentó diferencia significativa ($p<0.05$), lo cual indica que no afectó la adición de harina en las salchichas, obteniendo características similares en comparación con las salchichas control. Los resultados de la presente investigación coinciden con lo reportado por Fernández-López et al. (2004), donde estudió la aplicación de cítricos funcionales en productos cárnicos. En su investigación, el parámetro de tendencia a los amarillos no presento diferencia significativa entre el control y las diferentes concentraciones de albedo, es decir que el albedo no tuvo ningún efecto positivo o negativo en los valores de b* de las salchichas. Los resultados de cromaticidad (C*) mostraron diferencia significativa en todas las formulaciones. Las salchichas de control tienen valores que oscilan entre 18.68 y 17.63 siendo más intensas y saturadas en relación con las salchichas de achira y plátano que tienen valores de 17.57 y 16.87, obteniendo un color oscuro. Este efecto ocurre por la adición de las harinas en las salchichas ya que ocasionan la reacción de Maillard y caramelización que ocurren en el proceso de deshidratación. Estudios similares realizados por Özvural (2011), mencionó que la adición de harina de semilla de uva en la salchicha disminuyo el color natural del producto debido a las diferentes propiedades de la emulsión de cada tratamiento.

Con respecto el matiz o Hue (H) de las muestras presentó diferencia significativa. La salchicha de achira y plátano al 12 % presentó el valor más alto con un 65.10, lo cual indica que tiende a tonos más amarillos, mientras que la salchicha de control al 8 %

mostró un valor bajo con un 57.35 indicando tonos más rojizos. Con relación al índice de blancura presentó diferencia significativa entre las formulaciones. En las salchichas de achira y plátano tienen valores de 50.48 y 51.53 indicando que son más oscuras en relación con las salchichas de control. La adición de las harinas no convencionales modifica significativamente sus propiedades cromáticas, disminuyendo la luminosidad, el enrojecimiento y la cromaticidad, debido a las diferentes reacciones durante el proceso de elaboración de las harinas y el producto. Sin embargo, es una alternativa viable para desarrollar productos cárnicos de alto valor nutricional y funcional.

**Tabla 5.** Propiedades Fisicoquímicas de las salchichas Frankfurt.

| Propiedades Fisicoquímicas | | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | | 6.15±0.01$^{ab}$ | 6.13±0.04$^{b}$ | 6.21±0.08$^{ab}$ | 6.29±0.07$^{a}$ |
| **Acidez** | | 0.0420±0.01$^{a}$ | 0.0381±0.01$^{a}$ | 0.0462±0.00$^{a}$ | 0.0312±0.01$^{a}$ |
| **Color** | **L*** | 53.70±2.60$^{b}$ | 54.57±0.42$^{b}$ | 62.50±0.66$^{a}$ | 64.53±0.47$^{a}$ |
| | **a*** | 9.13±0.31$^{b}$ | 7.13±0.15$^{d}$ | 10.23±0.15$^{a}$ | 8.53±0.15$^{c}$ |
| | **b*** | 15.00±0.36$^{a}$ | 15.30±0.44$^{a}$ | 15.63±0.21$^{a}$ | 15.40±0.10$^{a}$ |
| | **C*** | 17.57±0.40$^{b}$ | 16.87±0.40$^{b}$ | 18.68±0.08$^{a}$ | 17.63±0.15$^{b}$ |
| | **H** | 58.67±0.49$^{bc}$ | 65.10±0.82$^{a}$ | 57.35±1.49$^{c}$ | 61.07±0.68$^{b}$ |
| | **Índice de blancura** | 50.48±2.59$^{b}$ | 51.53±0.25$^{b}$ | 58.10±0.55$^{a}$ | 60.40±0.36$^{a}$ |

S1: Salchicha con 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano; S2: Salchicha con 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano; S3: Salchicha con 8 % de harina de trigo; S4: Salchicha con 12 % de harina de trigo. Los resultados corresponden al valor Medio ± desviación estándar (n=3). Las letras distintas (a, b, c y d) en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05$ ).

### 3.3.4 Actividad de agua

La actividad de agua ($a_w$) en las salchichas desempeña un papel fundamental en la conservación de los productos cárnicos, al influir en diferentes reacciones químicas, así como en la supervivencia y la resistencia de los microorganismos. Los resultados obtenidos de la presente investigación muestran valores de $a_w$ que oscilan entre 0.95 y 0.96. Estos resultados coinciden con Zigerlig (2008), quien señala que la $a_w$ en salchichas tipo Frankfurt, salchicha de hígado y morcilla se encuentran en un rango de 0.96 y 0.97. Este intervalo favorece una mayor proliferación de bacterias, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de control para mantener la calidad de los productos cárnicos.

Estudios previos realizados por Pereira et al. (2011), analizaron la elaboración de salchichas tipo Frankfurt con la adición de carne de ave deshuesa mecánicamente y fibras de colágeno. En dicho estudio, se determinó que ni la fibra de colágeno ni la concentración de la carne tuvieron un efecto significativo en la $a_w$ del producto final ($p>0.05$). Los valores oscilan entre 0.974 y 0.978, lo que representa un nivel elevado, comparado con la presente investigación. Confirmando que la $a_w$ en las salchichas influye directamente en su conservación y calidad, siendo consistente con investigaciones previas que reportan valores elevados en productos similares.

### 3.4 Perdida por cocción

La pérdida por cocción en todas las formulaciones presentó diferencia significativa ($p<0.05$), tal como se observa en la Tabla 6. La salchicha elaborada con harina de Achira y plátano al 8 % (S1) mostró la menor pérdida por cocción (4.55 %) en comparación con las salchichas control (S3) que tiene una mayor pérdida. Lo cual indica que las harinas no convencionales aportan mejor capacidad de retención de agua y una consistencia estable. Estudios similares reportados por dos Santos Alves et al. (2016), informaron resultados similares al elaborar salchichas tipo Bolonia utilizando piel de cerdo y harina de banano verde. En dicho estudio, se observó una reducción significativa en la pérdida por cocción en comparación con las muestras de control, atribuida al alto contenido de almidón y colágeno. Estos componentes favorecen a la retener agua dentro de la matriz del producto, así mejorando su calidad. De manera similar Choe et al. (2013), elaboraron salchichas tipo Frankfurt con la adición de una mezcla de piel de cerdo y fibra, utilizando cuatro tratamientos con diferentes concentraciones. Los resultados mostraron que las salchichas con mayores porcentajes de adición presentaron la menor pérdida por cocción, lo que sugiere que la combinación de piel de cerdo y fibra tiene una alta capacidad de retención de agua durante la cocción. Estos hallazgos están influenciados por el contenido de humedad, proteínas y grasas, así como por las condiciones del proceso de elaboración de los productos cárnicos.

**Tabla 6.** Pérdida por cocción y rendimiento de salchichas Frankfurt con la adición de harina de trigo (control), achira y plátano.

| | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---|---|---|---|---|
| **Perdida de cocción (%)** | 4.55±0.07$^{c}$ | 5.26±0.07$^{b}$ | 8.48±0.14$^{a}$ | 5.20±0.07$^{b}$ |
| **Rendimiento (%)** | 95.45±0.07$^{a}$ | 94.74±0.07$^{b}$ | 91.52±0.14$^{c}$ | 94.80±0.07$^{b}$ |

S1: Salchicha con 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano; S2: Salchicha con 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano; S3: Salchicha con 8 % de harina de trigo; S4: Salchicha con 12 % de harina de trigo. Los resultados corresponden al valor Medio ± desviación estándar (n=3). Diferencia de las letras (a, b y c) en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05$ ).

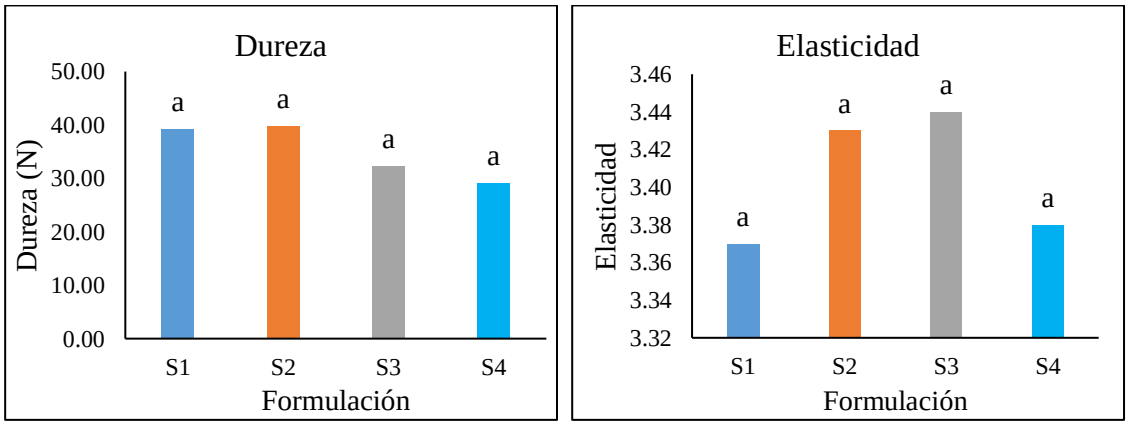
### 3.5 Textura

En la Figura 3 se muestran los resultados para el perfil de textura de las salchichas analizadas. Los parámetros evaluados fueron la dureza (N), elasticidad (adimensional), masticabilidad (J) y adhesividad (J). En cuanto al análisis de dureza no presentó diferencia significativa con las salchichas control, lo que sugiere que la adición de harinas no convencionales no afecta a la firmeza del producto. Este resultado es favorable, dado que la dureza es uno de los parámetros más importantes que determina la calidad del producto (Morales et al., 2015). Resultados similares fueron reportados por Torres González et al. (2016), al elaborar salchicha con harina de *L.culinaris.* En ese estudio, se compararon la salchicha comercial con las elaboradas experimentalmente, encontrando que no tienen diferencia significativa, lo cual coincide con los hallazgos de la presente investigación. Por otro lado, la dureza de los productos cárnicos dependerá de la carne empleado en el proceso, así como las materias primas adicionales como la grasa, ligantes o extensores (Herrero et al., 2008).

Con respecto a la elasticidad no presentó diferencia significativa ($p>0.05$), entre las distintas formulaciones evaluadas. La elasticidad se define como la capacidad de un alimento para recuperar su forma original tras ser comprimiendo. Es una variable adimensional, ya que resulta de la comparación entre longitudes (una distancia divida por otra). Además Huang et al. (2020), destacaron que la adición de mayor cantidad de harina en el proceso de elaboración provoca que los hidrocoloides retengan una mayor cantidad de agua. Esto disminuye la disponibilidad del agua para interactuar con las proteínas del alimento, lo que afecta a la estructura del proceso y la reducción de la elasticidad. De

manera consistente, estudios previos realizados por Lee et al. (2004), informaron que no se registraron diferencias significativas entre la muestra control y las salchichas emulsionadas que contenían polvo de artemisa. En cuanto al parámetro de masticabilidad, se observó una diferencia significativa ($p<0.05$), entre las distintas formulaciones evaluadas. La salchicha de achira y plátano al 12 % (S2) presentó una mayor masticabilidad en comparación con las salchichas de control. Esto comportamiento puede atribuirse a los ingredientes adicionales que contienen fibra, como lo reportaron de Oliveira Faria et al. (2015), en salchichas tipo bolonia las cuales al incorporar piel de cerdo y celulosa amorfa, mostraron una mayor masticabilidad en comparación con las muestras control. Asimismo García et al. (2007), reportaron que en salchichas fermentadas con la adición de fibras como la de trigo o avena, presentaron una masticabilidad superior a la de las muestras sin fibra.

Finalmente, la adhesividad no presentó diferencia significativa ($p>0.05$). Estudios previos sobre la elaboración de salchichas Frankfurt con harina de plátano, la adhesividad varía según el tipo de harina utilizada, observándose que la harina tenía un mayor contenido de fibra, la adhesividad disminuía, lo que significaba que el producto se volvía menos pegajoso al tacto (Salazar Diego et al., 2021). En conclusión, las salchichas de achira y plátano presentaron propiedades texturales similares a las de control en términos de dureza, elasticidad y adhesividad, sin diferencias significativas. No obstante, exhibieron una mayor masticabilidad, lo que atribuye a la presencia de fibras en las harinas utilizadas. Estos resultados sugirieron que las harinas no convencionales como ingrediente, podrían mejorar la textura de las salchichas y contribuir a la estabilidad del producto, ya que está relacionada con la capacidad de retención de agua de las proteínas, las propiedades de emulsificación y las interacciones entre las moléculas de proteínas.



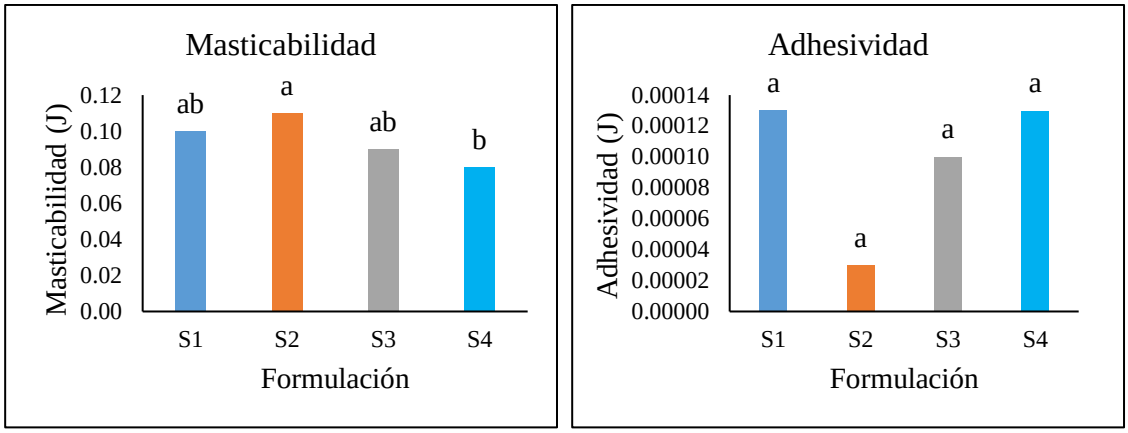



**Figura 3.** Perfil de textura de las salchichas Frankfurt con la adición de harina de trigo, achira y plátano. S1: Salchicha con 4 % de harina de achira y 4 % de harina de plátano; S2: Salchicha con 6 % de harina de achira y 6 % de harina de plátano; S3: Salchicha con 8 % de harina de trigo; S4: Salchicha con 12 % de harina de trigo.

### 3.6 Análisis sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la Figura 4. Los parámetros evaluados fueron la apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad. Las formulaciones que obtuvieron las mejores puntuaciones por los panelistas fueron las muestras de control (S3 y S4), destacándose el control S3, que alcanzo las calificaciones más altas en apariencia, color, sabor y aceptabilidad. En comparación con las salchichas de achira y plátano (S1 y S2) que tuvieron valores bajos. Sin embargo, entre las salchichas con harina de achira y plátano, la formulación S2 presentó una buena aceptación en cuanto a olor, textura, sabor y aceptabilidad, logrando superar el umbral mínimo de aceptación de 3.0. Este resultado puede atribuirse a la mayor concentración de sólidos en los ingredientes incorporados, lo que ayuda a mejorar ciertas características organolépticas. En términos de color en las formulaciones de achira y plátano tuvieron puntuaciones bajas, debido a la incorporación de las harinas, las cuales están sujetas a reacciones como el pardeamiento enzimático y reacciones de Maillard contribuyendo a tener salchichas de tonos oscuros (Manayay et al., 2010). Por otro lado, el olor no presentó diferencias con respecto a las muestras control, lo que sugiere que los panelistas no detectaron olores extraños en las salchichas de achira y plátano, evidenciando que estas son bien recibidas en términos sensoriales. En general, la sustitución de las harinas no convencionales en las salchichas Frankfurt tiene una buena aceptabilidad por los panelistas con un valor de 3.93 en una escala de 5 puntos. Estudios similares realizado por Fernández-Ginés et al. (2004), sobre salchichas de Bolonia con sustitutos de albedo. En dicho estudio, observó que el

albedo no afecto significativamente el olor ni el sabor residual, independiente del tipo o concentración añadidos. Además, con respecto a la aceptabilidad señalaron que va a depender del tipo y la concentración de albedo añadido, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación.

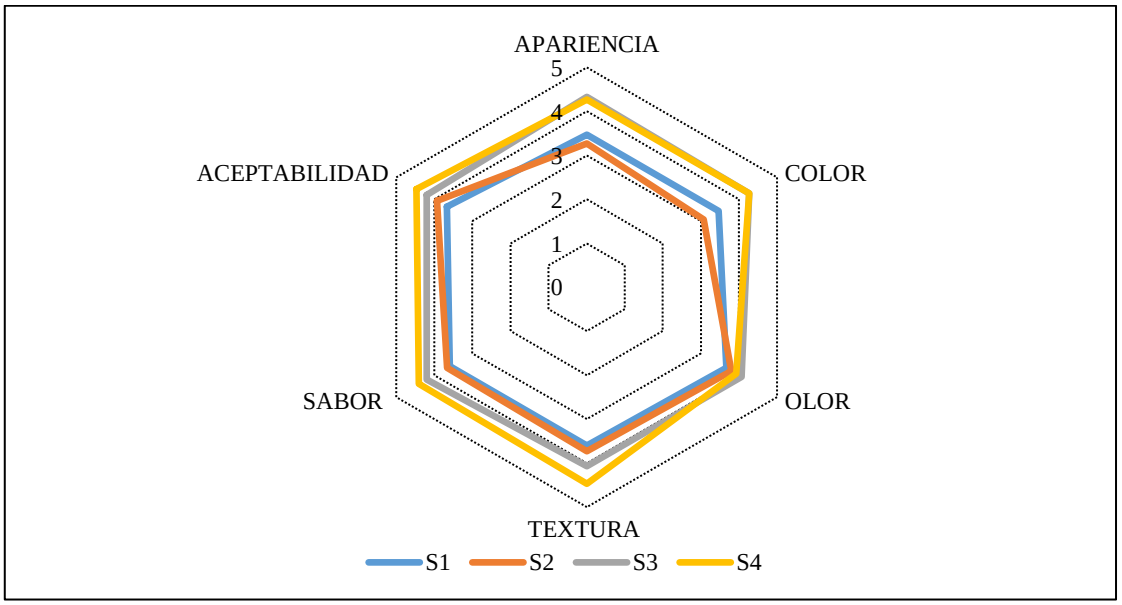



**Figura 4.** Grafica del perfil sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos.

### 3.7 Estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento.

#### 3.7.1 pH

En la figura 5 se muestran los resultados pH de las diferentes formulaciones durante un periodo de almacenamiento de 30 días. Se observó una disminución gradual del pH en todas las formulaciones a lo largo del tiempo. Al inicio del análisis (día 0), las salchichas de control (S3 y S4) mostraron valores de pH altos en comparación con las formulaciones que contenían harinas de achira y plátano (S1 y S2). Esta diferencia inicial puede atribuirse a la composición química de las harinas no convencionales, las cuales tienden a tener un pH más bajo debido a la presencia de compuestos ácidos naturales como ácidos orgánicos, que influyen directamente en el pH de los productos cárnicos. Específicamente las salchichas elaboradas con harina de achira y plátano presentaron valores iniciales de pH de 6.15 y 6.13. Durante el almacenamiento, estas formulaciones mostraron reducción en su pH, específicamente en el día 14, alcanzado valores de 5.95 y 6.00 al cabo de los 30 días. Esto debido a que las harinas incorporadas son ricas en fibra dietética y almidón resistente, los cuales actúan como sustrato fermentable para ciertos microorganismos, favoreciendo la producción de ácidos durante los 30 días de almacenamiento. Estudios

similares reportados por Carrillo (2021), quien realizó salchichas tipo Viena con 6 % de almidón de achira. En dicho estudio, el pH inicial fue de 6.3, disminuyendo a 5.78 al cabo de 31 días de almacenamiento. Asimismo Özvural (2011), observó que la adición de harina de semilla de uva en salchichas disminuía significativamente el pH con una mayor concentración. Estos resultados coinciden con la presente investigación. En general la disminución del pH en todas las formulaciones puede atribuirse a los componentes de las harinas, debido a su alta actividad enzimática o potencial fermentativa.

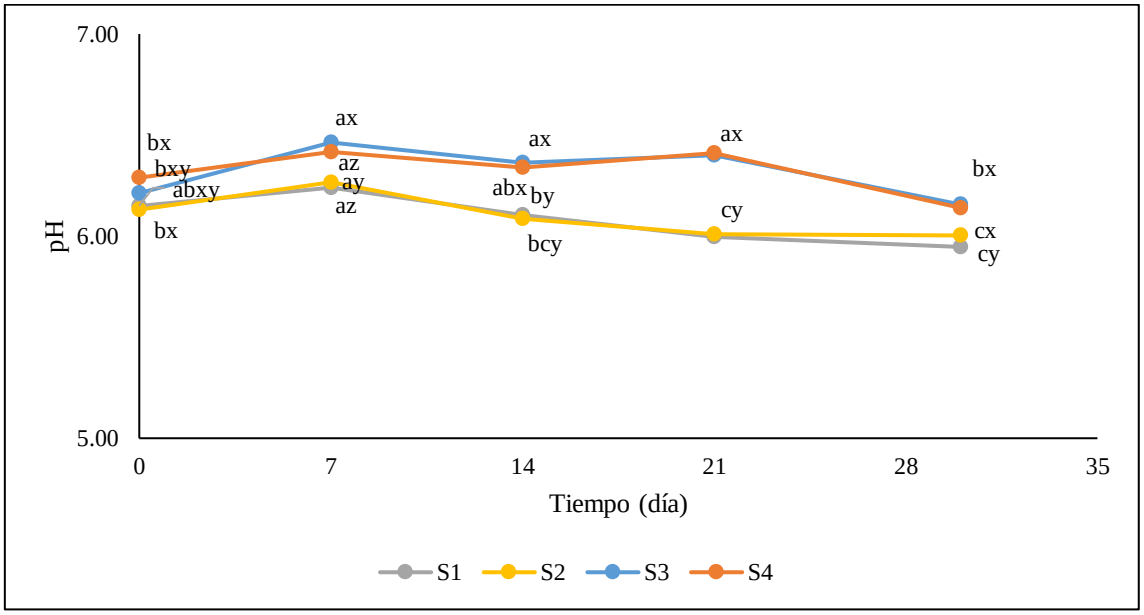



**Figura 5.** Evolución del pH de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

### 3.7.2 Acidez

Los resultados de las diferentes formulaciones durante un tiempo de 30 días se presentan en la Figura 6. Con respecto a los controles presentó al inicio (día 0) mayor acidez en comparación con las salchichas de achira y plátano (S1 y S2), debido al contenido de ácidos orgánicos (Mehta et al., 2015). En el día 7 las salchichas de achira y plátano (8 % y 12 %) se observó una ligera disminución de acidez. Sin embargo, entre el día 21 y 30, ambos tratamientos presentaron un aumento de acidez. Esto debido, a que tiene mayor concentración de las harinas no convencionales aportando mayor sustrato para los procesos de fermentación. En un estudio de Sam et al. (2021), elaboraron salchichas tipo Frankfurt con la adición de pasta de zanahoria, en dicho estudio, las muestras formuladas

y almacenadas durante 14 días mostraron un aumento de acidez proporcional a la concentración de pasta de zanahoria. En general, la acidez de las salchichas elaboradas está directamente relacionada con el pH ya que a mayor contenido de ácidos se traduce en un menor valor de pH.

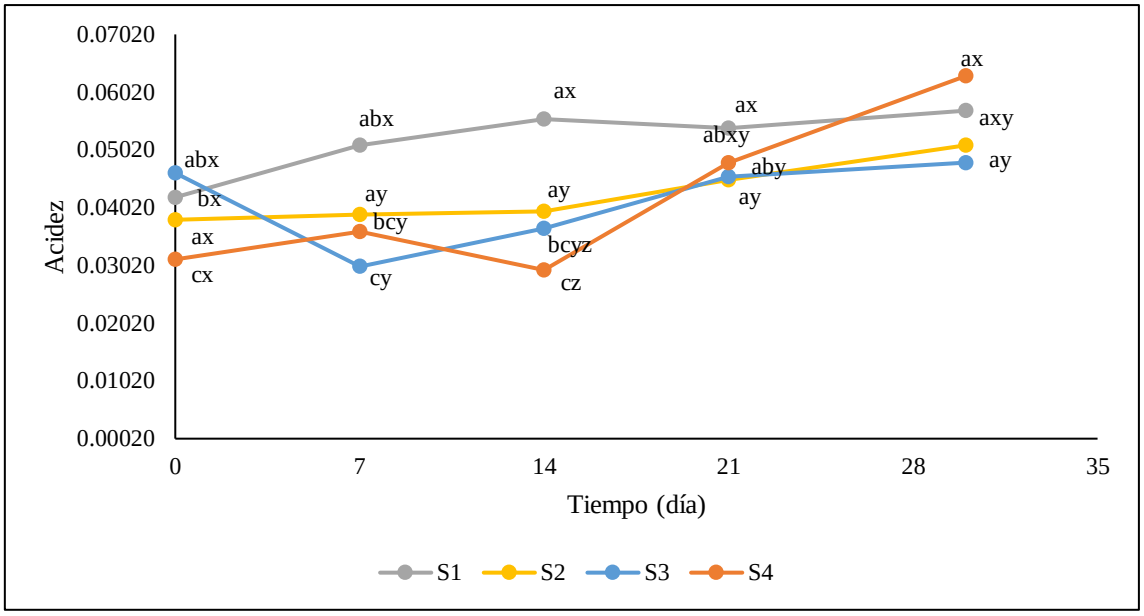



**Figura 6.** Evolución de la acidez de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días)

### 3.7.3 Color

#### Luminosidad

Con respecto a la Luminosidad (L*), un parámetro que mide el nivel de claridad u oscuridad en las muestras. Los resultados obtenidos durante un periodo de tiempo de 30 días se muestran en la Figura 7. Al inicio (día 0) las muestras de control (S3 y S4) presentó valores de luminosidad más altos de 64.53 y 62.5, en comparación de las salchichas de achira y plátano (S1y S2) con valores menores de 54.03 y 54.57. Este debido a la composición natural como pigmentos y a las diferentes reacciones que tiene las harinas no convencionales siendo más oscuras en comparación de las muestras de control que tienden hacer más claras las salchichas. Durante el tiempo de almacenamiento comprendido desde el día 0 hasta el día 30 no se observó diferencia significativa ni en los controles ni en las salchichas de achira y plátano, lo cual indica que la luminosidad de las

muestras es estable durante los 30 días de almacenamiento. En estudios similares reportados por Choe et al. (2013), menciona que los valores de L* del control fueron más altos en comparación de las salchichas enriquecidas con piel de cerdo y fibra. Además, en dicho estudio se señala que la disminución de la grasa también afecta a los valores de luminosidad. Dicho estudio coincide con los resultados de la presente investigación.

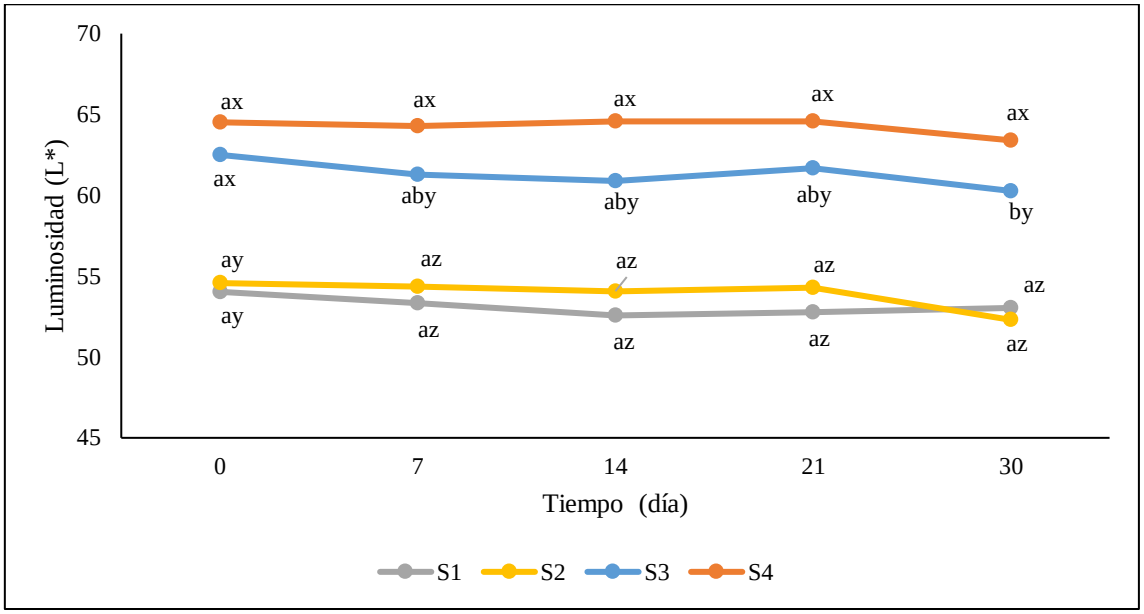



**Figura 7.** Evolución de luminosidad (L*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

**Rojos (a*)**

En cuanto al enrojecimiento (a*) el cual indica la cantidad de color rojo o verde en cada muestra. Los controles al inicio (día 0) presentaron valores elevados de 10.23 y 9.13, lo cual indica una tonalidad más rojiza en comparación con las salchichas de achira y plátano (S1 y S2), cuyos valores fueron menores de 8.53 y 7.13, mostrando una tendencia hacia tonos más verdosos. En la muestra de la formulación S1 presentó una disminución de rojos entre los días 0 y 7, pero durante el almacenamiento se mantuvo con valores más estables. Por otro lado, la formulación S2 mostró una reducción más pronunciada en el enrojecimiento en comparación con las muestras control, aunque posteriormente se estabilizo durante los 30 días de almacenamiento. Este comportamiento puede atribuirse a la incorporación de harinas no convencionales que contienen pigmentos responsables de desencadenar la reacción de Maillard durante en el proceso de deshidratación. Además,

una mayor concentración de las harinas reduce la intensidad de color rojo a través de un tiempo transcurrido. Estudios realizados por Morin et al. (2002), quienes realizaron salchichas reducida en grasa formuladas con beta-glucano de cebada en diferentes niveles. En dicho estudio, observaron valores altos de enrojecimiento en las muestras que contenían β-glucano en comparación a los controles. Esto podría deberse a los extremos reductores de la molécula β-glucano son susceptibles a la reacción de Maillard al calentarse, lo que da como resultado un producto más rojizo-marrón.

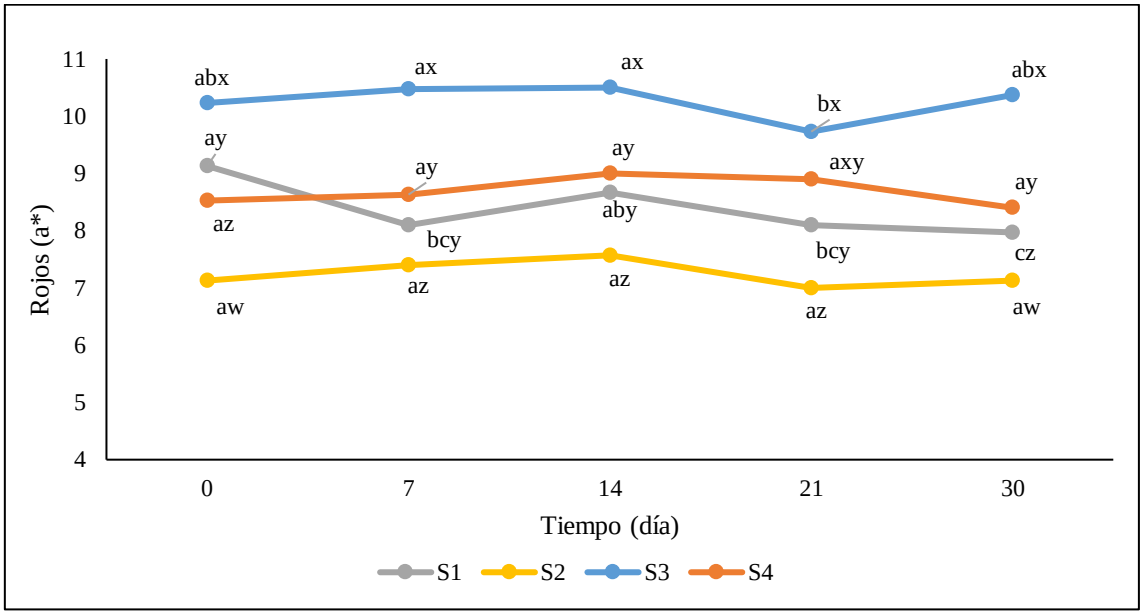



**Figura 8.** Evolución del enrojecimiento (a*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

**Amarillos (b*)**

Con respecto a la tendencia a amarillos (b*) los resultados indicaron que tanto la concentración y el tiempo de almacenamiento afectan en la intensidad del color amarillo, tal como se muestra en la Figura 9. Las muestras de control (S3 y S4) al inicio presentaron valores más altos de 15.63 y 15.4, en comparación con las salchichas de achira y plátano (S1 y S2) mostraron valores menores de 15 y 15.3 pero estadísticamente no presentaron diferencia significativa ($p<0.05$). A lo largo del tiempo de almacenamiento especialmente en el día 30, los valores de amarillos disminuyeron de manera más pronunciada en las salchichas de achira y plátano (S1 y S2) en comparación con los controles que fueron más estables. Esto comportamiento atribuye a la oxidación del contenido lipídico o reacciones

de Maillard. Además Morin et al. (2002), menciona que los valores de amarillez dependen parcialmente de la fuente de grasa utilizada en las formulaciones del producto. En estudios similares realizados por Salejda et al. (2022), quienes realizaron salchichas tipo Frankfurt enriquecidas con subproducto de trigo sarraceno. En dicho estudio, observaron que la creciente adición de cascara de trigo resultó la disminución del amarillo en las salchichas tipo Frankfurt. En general durante el tiempo de almacenamiento ocurren diversas reacciones que puede modificar la intensidad del color amarrillo resaltando la importancia de controlar estas reacciones para optimizar la calidad del producto cárnico.

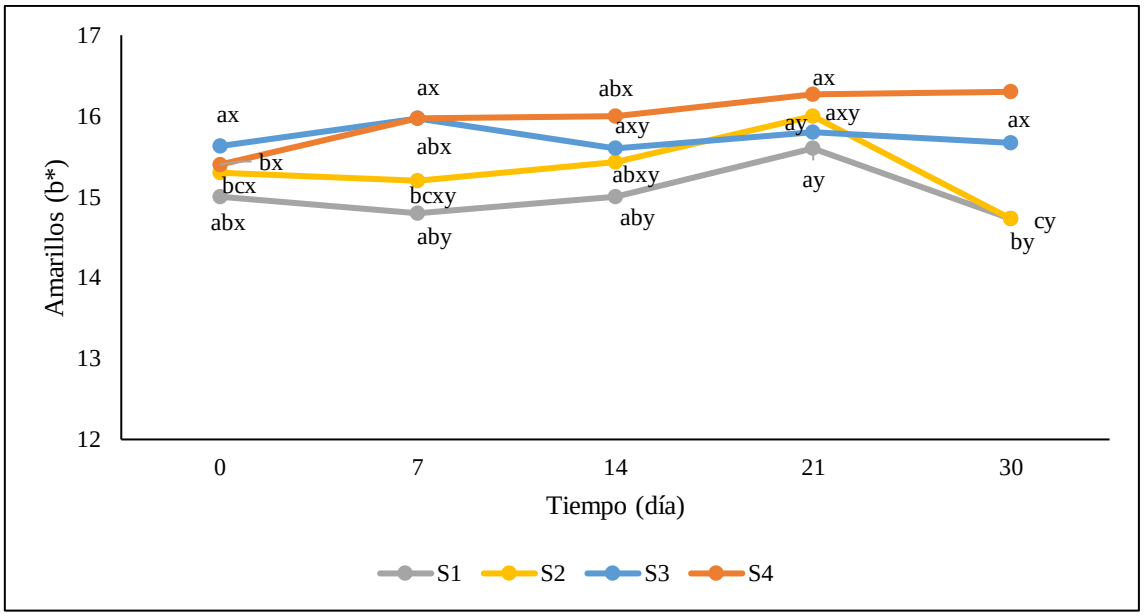



**Figura 9.** Evolución de los amarillos (b*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

**Cromaticidad (C*)**

En términos de cromaticidad (C*) no presentan diferencia significativa durante el tiempo en todas las formulaciones como se muestra en la Figura 10. Es decir que las variaciones fueron mínimas, manteniendo una estabilidad cromática durante el tiempo de almacenamiento. En los tratamientos de control (S3 y S4) mantienen más intensidad que los tratamientos con achira y plátano (S1 y S2) la cual disminuye la intensidad a medida que avanzaba el tiempo. Eso debido a ingredientes incorporados tanto achira como plátano que aportan un color menos intenso, lo cual influye en la variación cromática a lo largo del almacenamiento. Estudios similares reportados por Clara Raquel et al. (2017),

quienes sustituyeron el nitrito de sodio por el extracto antocianina atomizado de los pétalos anaranjados de flores en salchichas tipo Frankfurt. En dicho estudio, observaron que las salchichas antes del escaldado presentaban un valor de alta intensidad de color (11.96), pero al someterlas al proceso de escaldado este valor disminuyó drásticamente a 5.50. Este cambio fue atribuido a varias reacciones químicas como la reacción de Maillard, la desnaturalización de proteínas y grasas, que afecta la coloración final del producto cárnico.

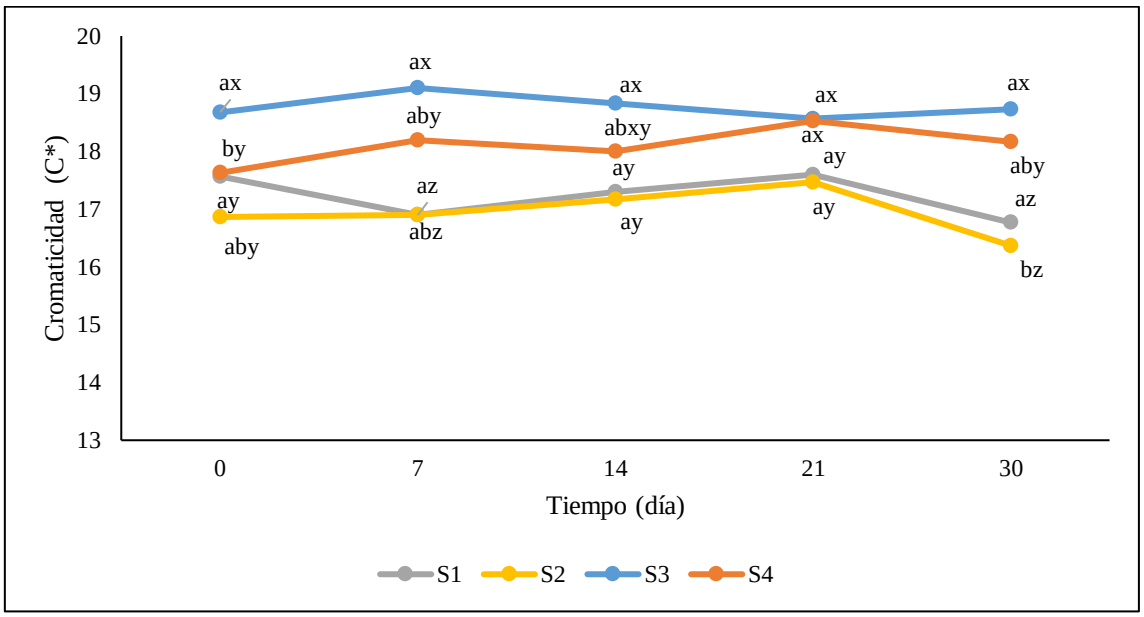



**Figura 10.** Evolución de la cromaticidad (C*) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

**Matiz (Hue)**

Con relación al matiz (H) no presentaron diferencia significativa durante el tiempo de almacenamiento como se muestra en la Figura 11. Los tratamientos de control (S3 y S4) mostraron valores bajos de H, con un 57.25 y 61.4, la que indica tonalidades cercanas al rojo y amarillo. En comparación con los tratamientos que incluyeron achira y plátano presentaron valores más altos de H con 58.67 y 65.1, lo cual sugiere que sus colores tienden hacia tonalidades más cercanas al azul y verde. Estos valores se mantuvieron relativamente constantes hasta el día 30. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos como el de Pinzón-Zárate et al. (2015), quienes evaluaron el uso de un extracto oleoso de residuos de chontaduro en las salchichas Frankfurt. En dicho estudio,

observaron que la adición de extracto oleoso de carotenoides afecto a todos los parámetros de color en la salchicha, incrementando el valor de H mientras que reducía el enrojecimiento (a*). De la misma forma, Isaza Maya et al. (2012), reportaron que al adicionar extracto de cereza en salchichas de diferentes carnes encontraron el aumento de los valores de los parámetros de color L*, b* y H, mientras que disminuyo los valores de a* y croma (C*). Estos resultados coinciden con la presente investigación

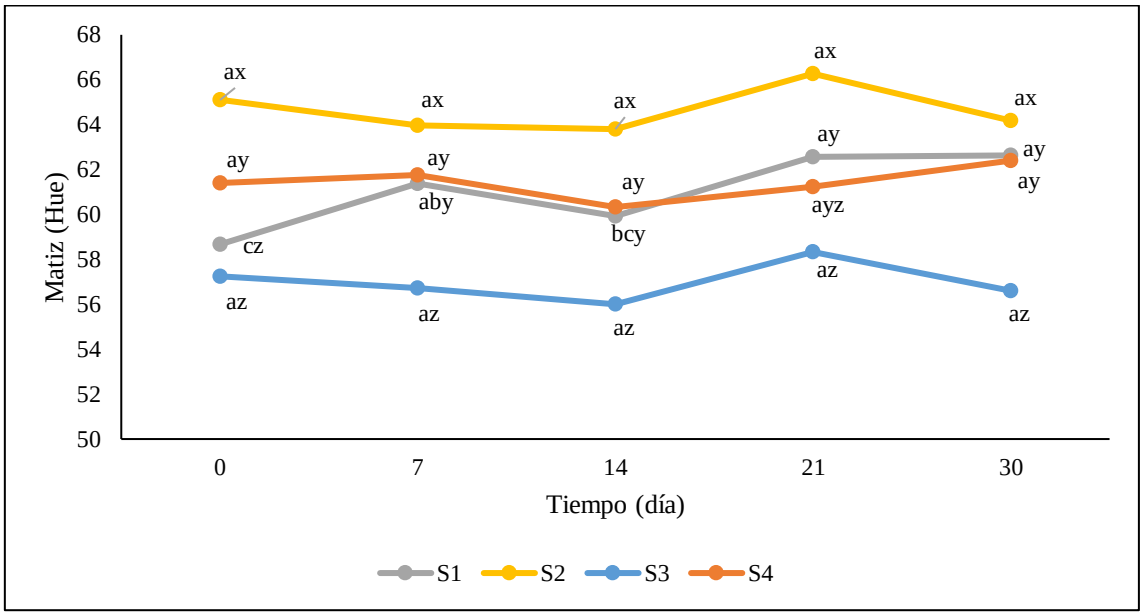



**Figura 11.** Evolución del matiz (H) de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

**Índice de blancura**

Finalmente, el índice de blancura de los diferentes tratamientos durante un periodo de tiempo se muestra en la Figura 12. Los tratamientos elaborados con salchichas de achira y plátano (S1 y S2) no presentan diferencia significativa a lo largo del tiempo ni entre sí, lo que indica una estabilidad en el índice de blancura durante el almacenamiento. Sin embargo, estos tratamientos mostraron valores más bajos de blancura en comparación a los tratamientos de control (S3 y S4), lo que puede estar relacionado con la composición de la achira y el plátano. Por otro lado, los tratamientos de control presentaron una blancura más alta desde el inicio (día 0) con un notable aumento en el tratamiento de control S4 al día 30, evidenciando una diferencia significativa en este punto. Estudios realizados por Grajales Herrera et al. (2011), quienes evaluaron los efectos de reemplazar

parcialmente el almidón de papa por harina de arracacha en una salchicha Frankfurt. En dicho estudio la sustitución por harina de arracacha resulto una disminución significativa en el índice de blancura de las salchichas la cual coincide con los resultados de la presente investigación.

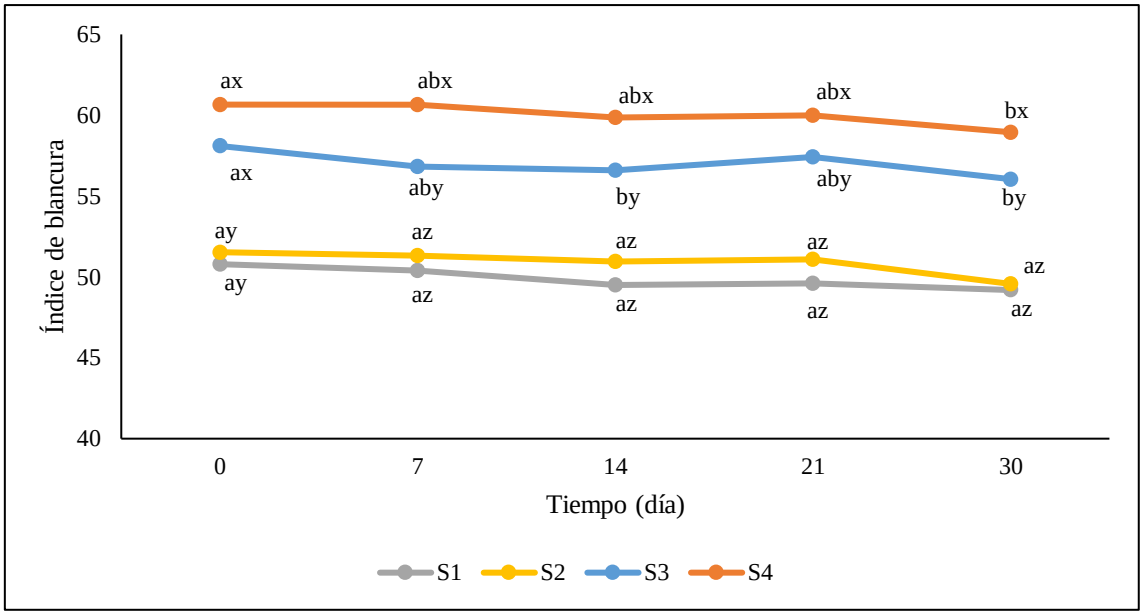



**Figura 12.** Evolución del índice de blancura de las salchichas tipo Frankfurt en función del tiempo de almacenamiento durante 30 días. Los resultados corresponden a los valores promedio a partir de tres replicas y sus respectivas desviaciones estándar. Las diferentes letras (a, b, c..) indican diferencia significativa entre las formulaciones evaluada, mientras que las letras diferentes (x,y,z..) señalan diferencias significativas entre muestras al mismo intervalo de tiempo (cada siete días).

# CAPÍTULO IV

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de la composición proximal y propiedades fisicoquímicas indican que la adición de las harinas no convencionales constituye una alternativa viable para el desarrollo de salchichas tipo Frankfurt. La inclusión de estas harinas incrementó significativamente el contenido de fibra, cenizas y carbohidratos a la vez que redujo la cantidad de grasa, proteínas, calorías totales y acidez. En cuanto a los parámetros de color las salchichas con harina de achira y plátano presentaron valores bajos, resultando en tonalidades más oscuras en comparación con las muestras control. Por otro lado, el perfil de textura se evaluaron la dureza, masticabilidad, elasticidad y adhesividad. Reflejando que la incorporación de las harinas no convencionales mejora el valor nutricional y funcional en los productos cárnicos.
- En el análisis sensorial se evaluó la apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptabilidad de los cuatro tratamientos. Los resultados indicaron que la salchicha con harina de achira y plátano al 12 % (S2) obtuvo las mayores puntuaciones en los parámetros de olor, sabor y textura. En términos de aceptabilidad mostró una calificación promedio de 3.93 en comparación con salchicha con harina de achira y plátano al 8 % (S1), lo cual sugiere una buena aceptación por parte de los panelistas. Además, el uso de estas harinas ofrece nuevas alternativas en el desarrollo de productos cárnicos innovadores con características organolépticas, nutricionales y funcionales para los consumidores así contrarrestando diversas enfermedades.
- Con respecto a la estabilidad de pH, acidez y color, se observó que estos parámetros cambiaron durante el tiempo establecido en todos los tratamientos, siendo los cambios más pronunciados en las salchichas elaboradas con harina de achira y plátano (S1 y S2). Esto debido a la naturaleza de sus ingredientes.

## BIBLIOGRAFÍA


Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J., Kuri, V. J. F. S., & International, T. (2005). Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. *11*(2), 89-97.

Alkarkhi, A. F., bin Ramli, S., Yong, Y. S., & Easa, A. M. J. F. C. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *129*(2), 312-318.

Alvarado-Ramírez, M., Santana-Gálvez, J., Santacruz, A., Carranza-Montealvo, L. D., Ortega-Hernández, E., Tirado-Escobosa, J., . . . Jacobo-Velázquez, D. A. (2018). Using a functional carrot powder ingredient to produce sausages with high levels of nutraceuticals. *Journal of food science*, *83*(9), 2351-2361.

Andrade-Mahecha, M. M., Tapia-Blácido, D. R., & Menegalli, F. C. J. C. p. (2012). Development and optimization of biodegradable films based on achira flour. *88*(2), 449-458.

Andrade, M., Tapia, D., & Menegalli, F. (2012). Physical–chemical, thermal, and functional properties of achira (Canna indica L.) flour and starch from different geographical origin. *Starch-Stärke*, *64*(5), 348-358.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, MD, USA.*, *18th ed.*

Basantes, F., Aragón, J., & Albuja, M. J. E. U. I., Ecuador. (2022). Cultivos andinos de importancia agro productiva y comercial en la zona 1 de Ecuador. 192.

Caguana Telenchana, V. E. (2018). *Evaluación de la Achira (canna indica) para elaboración de Vajilla Desechable Biodegradable* Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].

Caicedo, G. J. R. A. C. a. c. y. a. l. c. (2004). El cultivo de achira: Alternativa de producción para el pequeño productor. (11), 149-156.

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 …].

Carrillo Bernal, A. L., & Tobito Herrera, I. S. (2019). Desarrollo y elaboración de una salchicha tipo frankfurt para la empresa san marcos carnes y embutidos.

Carrillo, J. V. (2014). Determinación de los requerimientos de riego del cultivo de Achira (Canna edulis, Ker Gawier; Canna indica, L) y sus estadios fenológicos, con riego por asperción, en el sector Cabrería-Chumberos, perteneciente al sistema de riego Palmira.

Carrillo, M. (2021). *Evaluación del almidón de achira (Canna Indica L.) producido en el cantón Santa Isabel como retenedor de humedad en la elaboración de Salchichas tipo Viena* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. Cuenca. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/37666/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf

Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., & Kim, C.-J. J. M. s. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *93*(4), 849-854.

Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Jeong, J.-Y., . . . Kim, C.-J. J. M. s. (2010). Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *84*(3), 557-563.

Clara Raquel, E. S., & Miguel Ángel, Q. S. (2017). Sustitución de nitrito de sodio por antocianinas de flores de mastuerzo atomizado, en el color, capacidad antioxidante y aceptabilidad de salchichas tipo Frankfurt.

de Oliveira Faria, M., Cipriano, T. M., da Cruz, A. G., Dos Santos, B. A., Pollonio, M. A. R., & Campagnol, P. C. B. J. M. s. (2015). Properties of bologna-type sausages with pork back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose. *104*, 44-51.

Decker, E. A., & Park, Y. J. M. s. (2010). Healthier meat products as functional foods. *86*(1), 49-55.

Díaz-Vela, J., Totosaus, A., Escalona-Buendía, H. B., Pérez-Chabela, M. L. J. J. o. F. S., & Technology. (2017). Influence of the fiber from agro-industrial co-products as functional food ingredient on the acceptance, neophobia and sensory characteristics of cooked sausages. *54*, 379-385.

dos Santos Alves, L. A. A., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Dos Santos, B. A., Heck, R. T., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. J. M. s. (2016). Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *121*, 73-78.

Effiong, E. J. Z. A. (2003). Fabricación de embutidos.

Elizabeth, L., Machado, P., Zinöcker, M., Baker, P., & Lawrence, M. (2020). Ultra-Processed Foods and Health Outcomes: A Narrative Review. *Nutrients*, *12*(7). https://doi.org/10.3390/nu12071955

FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura-Tendencias y desafíos.

Fernández-Ginés, J., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. J. M. s. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *67*(1), 7-13.

Fernández-López, J., Fernández-Ginés, J., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Pérez-Alvarez, J. J. T. i. F. S., & Technology. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *15*(3-4), 176-185.

Fonseca-Florido, H., Méndez-Montealvo, G., Velazquez, G., & Gómez-Aldapa, C. J. F. H. (2016). Thermal study in the interactions of starches blends: Amaranth and achira. *61*, 640-648.

Fuentes, C., Perez-Rea, D., Bergenståhl, B., Carballo, S., Sjöö, M., & Nilsson, L. J. I. J. o. B. M. (2019). Physicochemical and structural properties of starch from five Andean crops grown in Bolivia. *125*, 829-838.

García Corrales, C. (2016). Caracterización de parámetros de calidad de salchichas tipo frankfurt adicionadas con Compuestos funcionales a partir de la cáscara de piña (ananás comosus var. Esmeralda).

García, M. L., Cáceres, E., Selgas, M. D. J. J. o. t. S. o. F., & Agriculture. (2007). Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. *87*(4), 624-631.

Grajales Herrera, M. A., & Zipasuca Huertas, I. K. (2011). Evaluación física, química y sensorial de salchichas tipo Frankfurt sustituyendo parcialmente almidón de papa (Solanum tuberosum) como extendedor por harina de arracacha (Arracacha xanthorrhiza).

Herrero, A., De la Hoz, L., Ordóñez, J., Herranz, B., De Ávila, M. R., & Cambero, M. J. M. s. (2008). Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. *80*(3), 690-696.

Huang, S., & Bohrer, B. M. J. M. s. (2020). The effect of tropical flours (breadfruit and banana) on structural and technological properties of beef emulsion modeling systems. *163*, 108082.

INEN-786. (1985). Carne y Prodctos Cárnicos. Determinación de Cenizas. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.

Intriago, R., Gortaire Amézcua, R., Bravo, E., O'Connell, C. J. A., & Systems, S. F. (2017). Agroecology in Ecuador: historical processes, achievements, and challenges. *41*(3-4), 311-328.

Isaza Maya, Y. L., Restrepo Molina, D. A., & López Vargas, J. H. J. R. F. N. d. A. M. (2012). Efecto de la Inclusión de un Extracto de Cereza (Prunus avium L.) sobre el Estado de Oxidación y las Características Fisicoquímicas y Sensoriales de Salchichas Tipo Frankfurt. *65*(1), 6541-6552.

ISO. (2017). Determinación de actividad de agua (ISO 18787). *Organización Internacional de Normalización* https://cdn.standards.iteh.ai/samples/63379/23d8fe4b776149fcb7b4cb0fd89d28c8/ISO-18787-2017.pdf

Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. J. M. s. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *59*(1), 5-13.

Jin, S.-k., Kim, S.-H., Choi, J.-S., Yim, D.-G. J. J. o. F. M., & Characterization. (2019). Effect of diverse binder materials and their addition levels on physico-chemical characteristics of sausages. *13*, 1558-1565.

Kaur, L., Dhull, S. B., Kumar, P., & Singh, A. J. I. J. o. B. M. (2020). Banana starch: Properties, description, and modified variations-A review. *165*, 2096-2102.

Kraithong, S., Lee, S., & Rawdkuen, S. J. J. o. C. S. (2018). Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *79*, 259-266.

Lee, J., Hah, Y., Lee, J., Kim, K., Lee, J., Kim, K., . . . Technology. (2004). Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. *46*(2), 209-216.

Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., . . . Jacobsen, S.-E. (2018a). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of functional foods*, *51*, 86-93.

Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., . . . Jacobsen, S.-E. J. J. o. f. f. (2018b). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *51*, 86-93.

Lewis, D. A., Fields, W. N., & Shaw, G. P. J. J. o. e. (1999). A natural flavonoid present in unripe plantain banana pulp (Musa sapientum L. var. paradisiaca) protects the gastric mucosa from aspirin-induced erosions. *65*(3), 283-288.

Lobo-Arias, M., Medina-Cano, C. I., Grisales-Arias, J. D., Yepes-Agudelo, A. F., & Álvarez-Guzmán, J. A. J. C. y. T. A. (2017). Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira, Canna edulis Ker Gawl.(Cannaceae). *18*(1), 47-73.

Malav, O., Sharma, B., Talukder, S., Mendiratta, S., Kumar, R. J. J. o. F. S., & Technology. (2015). Quality characteristics and storage stability of restructured chicken meat blocks extended with different combinations of vegetative extenders. *52*, 391-398.

Manayay, D., & Ibarz, A. J. S. A. (2010). Modelamiento de la cinética de reacciones del pardeamiento no enzimático y el comportamiento reológico, en el proceso térmico de jugos y pulpas de fruta. *1*(2), 155-168.

Mehta, N., Ahlawat, S., Sharma, D., Dabur, R. J. J. o. f. s., & technology. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. *52*, 633-647.

Mendoza, G. R. C., Leyva, Y. H. L. J. J. o. N., & Health, P. (2023). Tarea de clasificación en el análisis sensorial de productos alimenticios: una revisión. *3*(1), 341-348.

Morales, J. J., Torres, J. D., & Severiche, C. A. J. I. (2015). Análisis de la calidad de un producto cárnico escaldado elaborado con harina de Prosopis juliflora. *9*(26).

Morin, L., Temelli, F., & McMullen, L. J. J. o. f. s. (2002). Physical and sensory characteristics of reduced-fat breakfast sausages formulated with barley β-glucan. *67*(6), 2391-2396.

Moscoe, L. J. (2016). *On-Farm Conservation and Diversity of the Andean Tuber Crop, Oca (Oxalis tuberosa Molina; Oxalidaceae)*. The University of Wisconsin-Madison.

NTE INEN 1338. (1996). Carne y Productos cárnicos. Salchichas. Requisitos *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/4/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201338.pdf

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 …].

Ortega, M. C., Mojica-Ramos, S. L., Vergara-Navarro, E. V., & Sotelo-Cardona, P. J. R. C. d. E. (2020). Entomofauna asociada al cultivo de achira Canna indica (Cannaceae) en tres zonas de Colombia. *46*(1).

Özvural, E. B. (2011). Grape seed flour is a viable ingredient to improve the nutritional profile and reduce lipid oxidation of frankfurters. *Vural, Halil %J Meat science*, *88*(1), 179-183.

Pereira, A. G. T., Ramos, E. M., Teixeira, J. T., Cardoso, G. P., Ramos, A. d. L. S., & Fontes, P. R. J. M. s. (2011). Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *89*(4), 519-525.

Pinzón-Zárate, L. X., Hleap-Zapata, J. I., & Ordóñez-Santos, L. E. J. I. t. (2015). Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de chontaduro (Bactris gasipaes). *26*(5), 45-54.

Quiceno, M. C., Giraldo, G. A., & Villamizar, R. H. J. U. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa paradisiaca sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *20*(1), 48-54.

Ranken, M. (2003). Manual de industrias de la carne.

Roberfroid, M. B. (2000). A European consensus of scientific concepts of functional foods.

Rodríguez Jiménez, J. R. E. (2019). *Efecto de la incorporación de harinas de origen vegetal sobre las propiedades tecnofuncionales y actividad biológica en un modelo cárnico* Universidad Autónoma de Nuevo León].

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. *Foods*, *10*(5). https://doi.org/10.3390/foods10051142

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. J. F. (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. *Agronomy*, *11*(9), 1693.

Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. J. A. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, *11*(9), 1693.

Salazar, D., Arancibia, M., Silva, D. R., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Exploring the Potential of Andean Crops for the Production of Gluten-Free Muffins. *Agronomy*, *11*(8), 1642.

Salazar Garcés, D. M. (2022). Caracterización y aptitud tecnológica de residuos agroindustriales y cultivos andinos para el diseño y desarrollo de alimentos.

Salejda, A. M., Olender, K., Zielińska-Dawidziak, M., Mazur, M., Szperlik, J., Miedzianka, J., . . . Szmaja, A. J. F. (2022). Frankfurter-type sausage enriched with buckwheat by-product as a source of bioactive compounds. *11*(5), 674.

Sam, F. E., Ma, T.-Z., Atuna, R. A., Salifu, R., Nubalanaan, B.-A., Amagloh, F. K., & Han, S.-Y. J. F. (2021). Physicochemical, oxidative stability and sensory properties of frankfurter-type sausage as influenced by the addition of carrot (Daucus carota) paste. *10*(12), 3032.

Sáyago-Ayerdi, S., Brenes, A., Goñi, I. J. L.-F. S., & Technology. (2009). Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *42*(5), 971-976.

Schmiele, M., Mascarenhas, M. C. C. N., da Silva Barretto, A. C., Pollonio, M. A. R. J. L.-F. S., & Technology. (2015). Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. *61*(1), 105-111.

Stragliotto, L. K., Ferrari, G. T., Campagnol, P. C. B., Strasburg, V. J., Zandonadi, R. P., de Oliveira, V. R. J. I. J. o. G., & Science, F. (2022). Green banana by-products on the chemical, technological and sensory quality of meat products. *30*, 100614.

Toldrá, F. (2010). *Handbook of meat processing*. John Wiley & Sons.

Torres-Rapelo, A. L., Montero-Castillo, P., & JULIO-GONZÁLEZ, L. C. J. B. e. e. S. A. y. A. (2014). Utilización de almidón de Malanga (Colocasia esculenta L.) en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. *12*(2), 97-105.

Torres González, J. D., González Morelo, K. J., Acevedo Correa, D., & Jaimes Morales, J. d. C. J. T. (2016). Efecto de la utilización de harina de Lens culinaris como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *20*(49), 15-28.

Zapata, J. I. H., Burbano-Portillo, M. Y., & MORA VERA, J. J. B. e. e. s. A. y. A. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchiichas con inclusión de harina de quinua (chenopodium quinoa w.). *15*(SPE2), 61-71.

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. J. M. s. (2010). Improving functional value of meat products. *86*(1), 15-31.

Zigerlig, C. (2008). The influence of water activity (aw) in meat products. In.

# ANEXOS



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

LACONAL

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

01487

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Certificado No:24-145** | | | | R01-7.8 03 |
| Solicitud N°: 24-145 | | | | Pág.: 1 de 1 |
| Fecha recepción: | 16 de octubre de 2024 | Fecha de ejecución de ensayos: 16 al 28 de octubre de 2024 | | |
| **Información del cliente:** | | | | |
| Empresa: | | C.I./RUC: | 1804341988 | |
| Representante: | Lizbeth Nuñez | Tlf: | 0979027431 | |
| Dirección: | Ambato | Email: | lnuñez1988@uta.edu.ec | |
| Ciudad: | Ambato | | | |
| **Descripción de las muestras:** | | | | |
| Producto: | Salchicha de Achira 8%; Salchica de Achira al 12% | Volumen: | 1.200g; 2, 270g | |
| Marca comercial: n/a | | Tipo de envase: | Funda Ziplox de aluminio | |
| Lote: | n/a | No de muestras: | dos | |
| F. Elb.: | 14 de octubre de 2024 | F. Exp.: | n/a | |
| Conservación: Ambiente: | Refrigeración:X Congelación: | Almac. en Lab: | 8 días | |
| Cierres seguridad: Ninguno: | X Intactos: Rotos: | Muestreo por el cliente: | 14 de octubre de 2024 | |

RESULTADOS OBTENIDOS

| Muestras | Código del laboratorio | Código cliente | Ensayos solicitados/ Técnica | Métodos utilizados | Unidades | Resultados |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Salchicha de Achira al 8%** | **14524342** | **Ninguno** | *Proteína total, Kjeldhal | PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11 | % (Nx6,25) | 12,5 |
| | | | Grasa, Gravimetría | PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36 | % | 9,70 |
| | | | *Fibra dietética total, Gravimetrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed. 22, 2023 | % | 0,800 |
| **Salchicha de Achira al 12%** | **14524343** | **Ninguno** | *Proteína total, Kjeldhal | PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11 | %(Nx6,25) | 11,3 |
| | | | Grasa, Gravimetría | PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36 | % | 8,76 |
| | | | *Fibra dietética total, Gravimetrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed. 22, 2023 | % | 1,15 |

Conds. Ambientales: 22,6°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: 30 de octubre de 2024 FP

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

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

*"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".*

UTA

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

**Anexo 1.** Resultados de las salchichas de achira y plátano (S1 y S2).



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

LACONAL

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008" 01484

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

| Certificado No:24-142 | | | | R01-7.8 03 |
|---|---|---|---|---|
| Solicitud Nº: 24-142 | | | | Pág.: 1 de 1 |
| Fecha recepción: | 16 de octubre de 2024 | Fecha de ejecución de ensayos: 16 al 23 de octubre de 2024 | | |
| **Información del cliente:** | | | | |
| Empresa: | | C.I./RUC: | 0604003517 | |
| Representante: | Jessica Quinzo, Anahí Santana; Lizbeth Nuñez; Johana Zapata | Tlf: | 0981681402 | |
| Dirección: | Ambato | Email: | jquinzo3517@uta.edu.ec | |
| Ciudad: | Ambato | | | |
| **Descripción de las muestras:** | | | | |
| Producto: | Salchicha Control al 8%; Salchica de Control al 12% | Volumen: | 1.280g; 2,200g | |
| Marca comercial: n/a | | Tipo de envase: | Funda Ziplox de aluminio | |
| Lote: | n/a | No de muestras: | dos | |
| F. Elb.: | 14 de octubre de 2024 | F. Exp.: | n/a | |
| Conservación: Ambiente: | Refrigeración:X Congelación: | Almac. en Lab: | 8 días | |
| Cierres seguridad: Ninguno: X | Intactos: Rotos: | Muestreo por el cliente: | 14 de octubre de 2024 | |

RESULTADOS OBTENIDOS

| Muestras | Código del laboratorio | Código cliente | Ensayos solicitados/ Técnica | Métodos utilizados | Unidades | Resultados |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Salchicha Control al 8%** | **14224336** | **Ninguno** | *Proteína total, Kjeldhal | PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11 | % (Nx6,25) | 12,6 |
| | | | Grasa, Gravimetría | PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36 | % | 13,5 |
| | | | *Fibra dietética total, Gravimetrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed. 22, 2023 | % | 0,346 |
| **Salchicha Control al 12%** | **14224337** | **Ninguno** | *Proteína total, Kjeldhal | PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11 | %(Nx6,25) | 12,9 |
| | | | Grasa, Gravimetría | PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36 | % | 12,2 |
| | | | *Fibra dietética total, Gravimetrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed. 22, 2023 | % | 0,477 |

Conds. Ambientales: 22,2°C; 48,1%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: 30 de octubre de 2024 FP

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

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

*"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".*

UTA

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

**Anexo 2.** Resultados LACONAL de las salchichas control (S3 y S4).

**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 una 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 salchicha y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continue con la siguiente muestra.

| Características | Alternativa | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Control |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 91430 | 20210 | 76122 | |
| APARIENCIA | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |
| COLOR | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |
| OLOR | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3.Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |
| TEXTURA | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |
| SABOR | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |
| ACEPTABILIDAD | 1. Me disgusta mucho | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | |

**OBSERVACIONES:**

_____

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

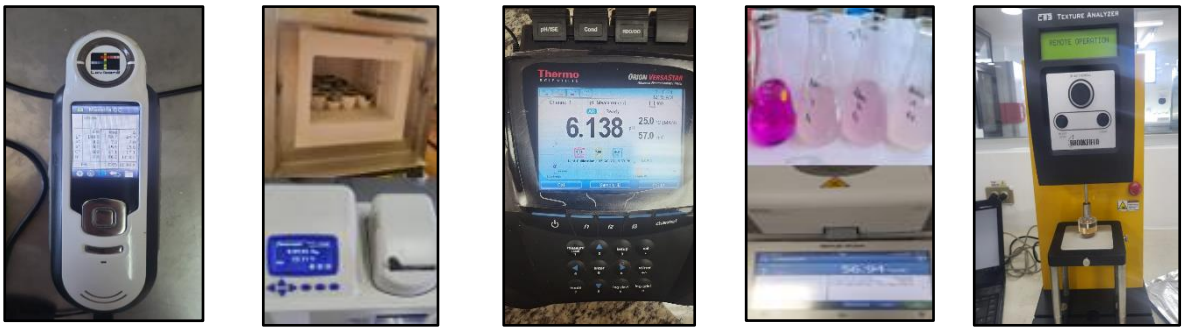
**Anexo 3.** Formato de evaluación sensorial (hoja de cata).



**Anexo 4.** Elaboración de harinas no convencionales (achira y plátano).




**Anexo 5.** Elaboración de las salchichas Frankfurt.




**Anexo 6.** Análisis de las muestras de las salchichas Frankfurt



**Anexo 7.** Análisis sensorial