



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



Tema: “Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt”

Trabajo de Titulación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: Desarrollo de películas biodegradables activas a partir de harina de plátano (género Musa) de rechazo y su aplicación agroalimentaria. Aprobado por el H. Consejo Universitario con resolución 1313-CU-P-2015 y coordinado por Mirari Arancibia, PhD.

Autor: Lenin Adrian Calderón Altamirano

Tutora: Mirari Yosune Arancibia Soria, PhD.

AMBATO – ECUADOR

Noviembre - 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mirari Arancibia, PhD.

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 26 de septiembre del 2018



Mirari Yosune Arancibia Soria, PhD.

CI:1802142461

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lenin Adrian Calderón Altamirano, manifiesto que los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, previo la obtención del título de Ingeniería en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Lenin Adrian Calderón Altamirano

CI. 180461716-3

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal



Carlos Alberto Rodríguez Meza, PhD.

CI. 180216650-2



Diego Manolo Salazar Garcés, MSc.

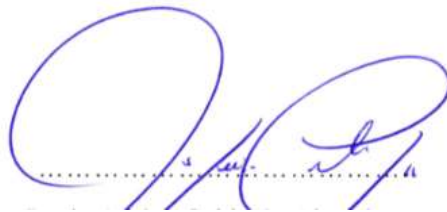
CI. 180312429-4

Ambato, 26 de octubre del 2018

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto de Investigación 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 Proyecto de Investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este proyecto dentro de las regularizaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dotted line.

Lenin Adrian Calderón Altamirano

CI. 180461716-3

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y los logros de mi vida a mis padres Lenin y Martha por su amor, sacrificio, enseñanzas, sustento y apoyo para alcanzar mis metas y nunca rendirme.

A mi hermana Adriana por ser también mi apoyo, mi consejera y también mi sustento en este largo camino de la Universidad.

A mis cuatro abuelos Juan, Mariana, José y Amada por sus enseñanzas, cariño y sus bendiciones y cuidados que desde el cielo me mandan a mí y a mi familia.

Con todo amor y respeto

Adrian Calderón Altamirano

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su cariño y bondad, por saber guiarme y cuidarme en cada uno de los pasos que doy en mi vida y para lograr mis objetivos universitarios.

A mis padres Lenin y Martha, sobran las palabras para agradecer lo que han hecho de mi persona, por ser mi pilar no solo en mi vida universitaria y formativa, por enseñarme los valores y estar siempre conmigo. A mi hermana Adriana por ser mi ejemplo a seguir, mi ayuda y apoyo en muchas ocasiones, por ser mi compañía y que conjuntamente con la cane formamos un gran equipo.

A toda mi familia, en especial la Familia Altamirano por sus valiosos consejos y preocupación a lo largo de mi vida universitaria y por enseñarme lo que es una familia unida

A la FCIAL porque es sus aulas adquirí todos los conocimientos y por haberme formado como persona y como profesional.

A mis amigos Jorge C., Pepe, Jorge G., Leo, Sebas, Majo, porque a lo largo de estos años formamos un gran grupo no solo de trabajo si no de amistad, por todas las anécdotas, locuras que hicieron de la universidad la mejor etapa de mi vida.

A todas las personas que caminaron conmigo en este proyecto y trabajo de manera especial Karen, Jorge G y mis amigos y compañeros tesisistas UODIDE.

A la mejor de todas, mi tutora Dra. Mirari Arancibia, por compartir sus conocimientos, por su ayuda, confianza, paciencia, por ser el pilar fundamental de este trabajo de titulación y por demostrar una gran calidad humana y por hacerme parte de este gran proyecto.

A mis calificadores Ing. Diego Salazar, por ser parte fundamental del proyecto, por aporte de sus conocimientos, excelente maestro y gran ser humano y al Dr. Carlos Rodríguez por los consejos en la realización del trabajo de titulación

A todos ustedes infinitas gracias

Adrian Calderón Altamirano

ÍNDICE GENERAL

PAGINAS PRELIMINARES

TEMA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	III
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	IV
DERECHOS DE AUTOR.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	15
EL PROBLEMA	15
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	18
2.1.1. La Banana.....	18
Composición química y nutricional de la banana	19
2.1.2. Almidón.....	19
2.1.3. Fibra	21
2.1.4. Embutidos tipo salchicha	22
2.2. HIPÓTESIS	24
2.2.1. Hipótesis nula (Ho)	24
2.2.2. Hipótesis alternativa (Hi)	24
2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES	24
Variable independiente.....	24

Variable dependiente.....	24
CAPÍTULO III	25
3.1. MATERIAL Y MÉTODOS.....	25
3.1.1. Obtención de la harina de banana	25
3.2.2. Elaboración de la salchicha tipo frankfurt.....	26
3.1.3. Análisis microbiológico	27
3.1.4. Análisis fisicoquímico.....	27
3.1.5. Análisis proximal	28
Proteína	28
Contenido de humedad.....	30
Contenido de cenizas.....	30
Contenido de fibra dietética	31
3.2.6. Análisis sensorial de las salchichas	32
3.2. ANALISIS EXPERIMENTAL	33
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
4.1.1. Análisis microbiológico	34
4.1.2. Estudios fisicoquímicos.....	35
4.1.3. Análisis proximal	36
4.1.4. Análisis sensorial.....	38
4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	40
Hipótesis nula (Ho)	40
Hipótesis alternativa (Hi)	40
CAPÍTULO V	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1. CONCLUSIONES	41
5.2. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de la banana en estado no maduro por cada 100 g de parte comestible cruda (Pareek, 2016)	19
Tabla 2: Formulación utilizada para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt ..	26
Tabla 3: pH y acidez de las salchichas tipo Frankfurt	36
Tabla 4: Resultados del análisis proximal de las salchichas tipo Frankfurt	38
Tabla 5: Análisis sensorial de los 4 tratamientos de salchicha tipo Frankfurt	39
Tabla 6: Prueba triangular entre los tratamientos P+Cs y C.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspecto de la banana de exportación (A)(Dicyt., 2013), y rechazo (B) (Ramírez, 2012).....	18
Figura 2. Estructura química de la amilosa (Meneses, Corrales, & Valencia, 2007)....	20
Figura 3. Estructura química de la amilopectina (Meneses et al., 2007).....	20
Figura 4. Clasificación de la fibra	21
Figura 5. Proceso de obtención de la harina de pulpa y cáscara (P + Cs), pulpa (P) y cáscara (Cs) de banana verde de rechazo	25
Figura 6. Elaboración de las salchichas tipo Frankfurt con la incorporación de harina de banana verde.	26
Figura 7. Esquema de las etapas para el análisis de proteína: A) preparación de muestra; B) digestión; C) enfriamiento; D) destilación; E) valoración.	29
Figura 8. Equipo utilizado durante la extracción de grasa.	30
Figura 9. Etapas para la determinación de fibra dietética: (A) adición de enzimas, (B) incubación; (C) control de pH; (D) filtración y lavado; (E) secado y calcinado; (F) valoración de proteína.	32
Figura 10. Recuentos microbiológicos (log UFC/g) en salchichas tipo Frankfurt elaboradas con harina de pulpa (P), pulpa - cáscara (P-Cs) y cáscara (Cs) de banana verde, almacenadas en refrigeración a 4 °C. Mesófilos aerobios totales (izquierda) y mohos y levaduras (derecha)	35
Figura 11. Perfil sensorial de las 4 formulaciones de salchichas tipo frankfurt con incorporación de harina de banana de rechazo	39

ÍNDICE DE ECUACIONES

$\% \text{ ácido láctico} = \frac{V \text{ NaOH} * N \text{ NaOH} * \text{Meq} (\text{ac. láctico})}{\text{peso de la muestra}} * 100$ Ec. 1	27
$\text{Kjeldahl nitrógeno } \% = \frac{VS * VB * M * 14,01W}{100} * 10$ Ec. 2	28
$\text{Proteína cruda, } \% = \frac{\% \text{ Kjeldahl } N * F}{100}$ Ec. 3	28
$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m2 - m1m}{m} * 100$ Ec. 4	29
$\% \text{ pp humedad (LOD)} = \frac{\text{muestra seca (g)}}{\text{muestra original (g)}} * 100$ Ec. 5	30
$\% \text{ cenizas totales} = \frac{m2 - m0}{m1 - m0} * 100$ Ec. 6	30
$B (\text{blanco, mg}) = \frac{\text{masa del residuo} - Pb - Cb}{m}$ Ec. 7	31
$\% \text{ FDT} = \frac{(m1 - P - C - B)}{m} * 100$ Ec. 8	32

RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado la evolución de las características de calidad de salchichas tipo Frankfurt elaboradas con harina de pulpa de banano, harina de pulpa-cáscara y harina de cáscara, durante su almacenamiento refrigerado.

Las determinaciones analíticas realizadas fueron: recuentos microbianos de mesófilos aerobios, enterobacterias, *Staphylococcus aureus* y mohos y levaduras, análisis químicos (pH, composición proximal), y análisis sensorial

Los recuentos microbianos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, determinaron el tiempo de vida útil del producto a 15 días, con ausencia de Enterobacterias y *S. aureus*. El contenido de cenizas y grasa se vio influenciado por la cantidad de fibra dietética de la muestra Cs (7,304%), pero no influyó en la determinación de los parámetros proximales restantes como humedad y proteína en donde no mostraron un efecto significativo ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos.

En el estudio fisicoquímico se determinó valores de pH cercanos a la neutralidad, debido al bajo porcentaje de acidez en todas las salchichas, obteniendo el valor más bajo en la muestra Cs (6,490), debido al contenido superior fibra en su estructura frente a los demás tratamientos.

Palabras clave: Salchichas tipo Frankfurt, banana de rechazo, vida útil de alimentos, productos cárnicos, embutidos.

ABSTRACT

In this work we have studied the evolution of the quality characteristics of Frankfurt-type sausages made with banana pulp flour, pulp-shell meal and shell meal, during refrigerated storage.

The analytical determinations carried out were: microbial counts of aerobic mesophiles, enterobacteria, *Staphylococcus aureus* and molds and yeasts, chemical analysis (pH, proximal composition), and sensory analysis

The microbial counts of mesophilic aerobes, molds and yeasts, determined the shelf life of the product at 15 days, with the absence of *Enterobacteriaceae* and *S. aureus*. The content of ash and fat was influenced by the amount of dietary fiber in the Cs sample (7.304%), but it did not influence the determination of the remaining proximal parameters such as humidity and protein where they did not show a significant effect ($P \leq 0.05$) between treatments.

In the physicochemical study, pH values close to neutrality were determined, due to the low percentage of acidity in all the sausages, obtaining the lowest value in the sample Cs (6,490), due to the higher fiber content in its structure compared to the rest treatments.

Key words: Frankfurt type sausages, reject bananas, food shelf life, meat products, sausages.

INTRODUCCIÓN

La banana es una fruta procedente de la familia Musaceae, originaria de la región Indomalaya en el Sudeste asiático, sus cultivos se extienden en todos los países con clima tropical y en algunos casos su producción sirve de impulso para países en vías de desarrollo. El Ecuador es el cuarto productor de la fruta a nivel mundial y se consolida como líder en la exportación de la misma, debido a que su producción aumenta en un intervalo del 20 – 25% por año. La mayor parte de la superficie de cultivo de banano está distribuido en el litoral ecuatoriano, específicamente en las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas, donde se concentra la mayor producción del cultivo en el país (MAGAP, 2013).

En el Ecuador la variedad de banana que más se cultiva es la *Musa cavendish*, la misma que se somete a un proceso de control de calidad intensivo, para que llegue a su comercialización en un estado de madurez adecuado, sin manchas y sin abolladuras de maltrato. Sin embargo, los inadecuados tratamientos postcosecha de parte de un gran número de agricultores generan una cantidad considerable de banana de rechazo, que en la actualidad su comercialización interna no se dinamiza (Afanador, 2005).

La banana es muy rica en carbohidratos indigeribles, especialmente fibra dietética (6.0% -15.5%) y almidón resistente (aproximadamente 40.9% -58.5%) (Tribess et al., 2009), que promueven efectos fisiológicos beneficiosos que incluye la atenuación de la glucosa en sangre y mejoramiento del sistema gastrointestinal (Verma & Banerjee, 2010). Por lo tanto, la producción de harina de banana verde ha despertado el interés de la industria alimentaria como la cárnica debido a su alto valor nutricional, además de ser un ingrediente de bajo costo y una alternativa para minimizar los desechos de la fruta.

En la industria cárnica las Frankfurt son ejemplos de salchichas cocidas y ahumadas. Se producen a partir de carne fresca y tienen sabores que se imparten mediante la adición de ingredientes de curado, y a través de varios procesos de cocción y ahumado. Aunque están completamente cocidos, no tienen un tiempo de anaquel prolongado y deben almacenarse a temperatura de refrigeración hasta el momento del consumo (Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós, & Martín-Belloso, 1999).

Por consiguiente, varios estudios científicos han desarrollado y propuesto embutidos con incorporación de fibras y almidones. Sin embargo, es bien sabido que la adición de este

componente puede reducir la sensibilidad y calidad del producto final, en factores como la textura, jugosidad, elasticidad, ternura cohesión y principalmente aceptación. Aun así los productos cárnicos pueden formularse con ingredientes funcionales, como fibras dietéticas (Méndez et al., 2015).

Las fibras dietéticas, particularmente la inulina y la pectina, han sido escasamente utilizadas en embutidos. Sin embargo, tienen la capacidad para retener agua, interactuar con la grasa y proporcionar textura (Nowak, von Muegging, Grotheer, Klein, & Watkinson, 2007). A pesar de que se sabe que el uso de fibra y almidones especiales como el de banana, yuca o maíz en productos emulsionados, pueden generar problemas en su aceptación, es posible que sus propiedades tecnológicas mejore las características sensoriales y funcionales del embutido (García, Cáceres, & Selgas, 2006).

Por lo tanto, considerando las tendencias actuales en el consumo de alimentos, se plantea desarrollar un embutido tipo salchicha con la incorporación de harina de banana de rechazo, con el fin de cubrir la necesidad de productos apetecibles, saludables y funcionales que exige el mercado y crear una alternativa para el aprovechamiento del remanente de la fruta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Aprovechamiento integral de banana infrautilizada en la elaboración de salchichas tipo frankfurt”.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador, la producción de banana (*Musa spp*) tiene gran relevancia no solo porque representa la principal actividad agrícola del país sino además porque es uno de los rubros de mayor exportación a nivel mundial. La banana se cultiva a lo largo de toda la costa ecuatoriana y cubre alrededor de 210.720,80 hectáreas, con una productividad de 1500 cajas/ha/año destinadas principalmente a la exportación. En los últimos años se estima que existen 218,000 hectáreas de cultivo de la fruta, esa diferencia en producción se debe a cultivos no legalizados, no técnicos y artesanales que finalmente generan una sobreproducción (del cioppo & Zalazar, 2015).

Con el fin de mantener las propiedades morfológicas de la banana aptas para la comercialización, ésta se somete a rigurosos tratamientos post cosecha. Sin embargo, del total de la fruta cosechada, un 15% no cumple con los requisitos de calidad para la exportación, lo que provoca un remanente considerable que es desechado, destinado al consumo animal o que se comercializa internamente a precios relativamente bajos, (Ramírez, 2012). En la actualidad, este remanente conocido como banana de rechazo puede ser utilizado para fines energéticos a partir de la biomasa lignocelulósica o para la producción de bioetanol, minimizando así el impacto ambiental que genera la descomposición de la fruta al aire libre (Zapata & Peláez, 2010).

La banana, en estado verde, es rica en almidón y fibra y podría ser una alternativa al uso de almidones tradicionales importados, como el de papa y el trigo. En este sentido, su alto contenido de almidón resistente, que reducen el índice glucémico y la curva de glucosa postprandial (Englyst, Kingman, & Cummings, 1992), permitiría su incorporación como

ingrediente a la hora de elaborar productos alimenticios sin el uso de harina de trigo; por ejemplo embutidos. Además, su uso limitaría la importación de almidones no tradicionales favoreciendo el mercado nacional.

Los embutidos son fuente importante de nutrientes esenciales como proteínas y minerales. Su ingesta dietética, en raciones moderadas, es esencial para el crecimiento y desarrollo humano (J. Seo, Yum, Kim, Jeong, & Yang, 2016). Aunque se ha intentado desacreditar a estos productos, por su considerable contenido de grasa, el interés en el mercado se mantiene no solo por su sabor agradable y textura firme sino además por su valor nutricional y su elevado porcentaje de proteína (15%), presencia de hierro y vitaminas como B9, B12 y K (Herrero, 2018).

La creciente demanda de productos saludables, que mejoren la calidad de vida del consumidor, ha hecho que la industria alimenticia incursione en el desarrollo de alimentos funcionales. Entre los ingredientes funcionales se encuentran fibras dietéticas, derivadas de vegetales y frutas como la banana, que pueden prevenir enfermedades cardiovasculares, digestivas y oncológicas (Ben Slima et al., 2018).

Teniendo en cuenta el interés nutricional, el beneficio para la sociedad, economía y el mercado ecuatoriano y tomando en cuenta la disponibilidad de la materia prima, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características de calidad fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en salchichas tipo Frankfurt con la incorporación de harina de pulpa, pulpa-cáscara y cáscara de banana verde infrautilizada.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Elaborar salchichas tipo Frankfurt con la incorporación de almidón y fibra proveniente de banana infrautilizada y sus residuos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la aptitud de almidones y fibra como ingrediente para su incorporación a salchichas tipo Frankfurt.
- Establecer experimentalmente la influencia de almidones y fibras en las propiedades fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales de las salchichas tipo Frankfurt.
- Determinar tiempos de vida útil del producto mediante análisis microbiológicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. La Banana

La banana (*Musa spp.*) es una de las frutas más consumida a nivel mundial. En algunos países, como en el Ecuador, es la base de su economía. La producción de banana es una de las actividades agrícolas de gran importancia para la economía del país por la calidad de cultivos y altos niveles de exportación. Para su comercialización, que predomina como producto fresco, la fruta debe cumplir con regulaciones morfológicas, sanitarias y fisicoquímicas respectivas al país al que se exporta. En el proceso de selección y clasificación de la producción, se rechaza una gran cantidad de fruta que no cumple con los requisitos y regulaciones necesarias para la comercialización internacional (Quiceno, Giraldo, & Villamar, 2014).

Si bien, la mayor parte de las frutas cumplen entre un 70% – 85% los requisitos de exportación (Figura 1A), queda un remanente considerable (Ramírez, 2012). Con frecuencia se rechaza la fruta sucia (manchas de látex, quemaduras, tierra o grasa), fruta maltratada (golpeada), fruta con picadura de insectos, dedos cortos o deformes, frutos cercanos a la madurez (jechos), dedos con rajaduras, dedos muy angostos o muy anchos y dedos con manchas de sol (quemados) (Figura 1B)(Ulloa, 2012).

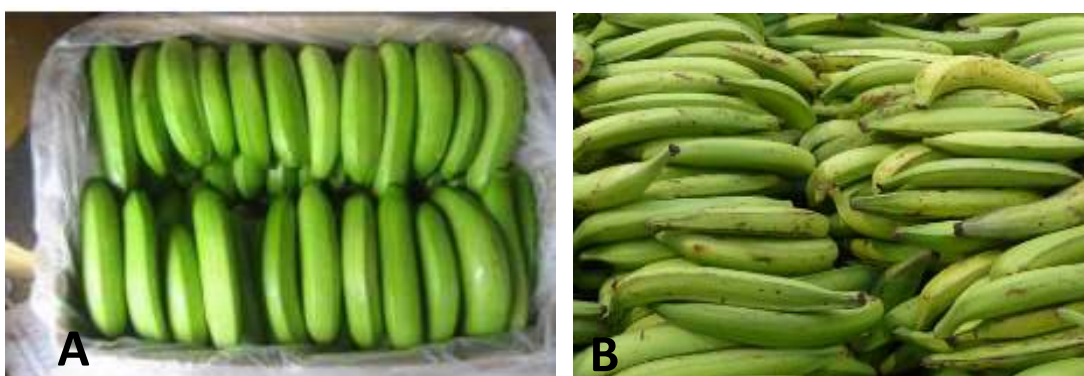


Figura 1. Aspecto de la banana de exportación (A)(Dicyt., 2013), y rechazo (B) (Ramírez, 2012).

Composición química y nutricional de la banana

La banana es conocida por su composición en la que destacan minerales, vitaminas, varios antioxidantes, una alta proporción de carbohidratos, fibra dietética y una mínima de extracto etéreo (Yu et al., 2013). La composición química de la fruta dependerá de su estado de madurez (Blasco & Gómez, 2014), predominando el almidón cuando la fruta está verde o inmadura (Tabla 1). En la pulpa de la banana, el contenido de almidón varía entre un 14%-23% (b.h) y es considerado como fuente importante del carbohidrato para la industria (Viera Da Mota, Lajolo, Cordenunsi, & Ciacco, 2000). Desde el punto de vista nutricional, la fruta ofrece beneficios funcionales por su alto contenido en potasio que puede ayudar a disminuir la presión arterial, reduce el riesgo de accidentes cerebrovasculares, cumple un papel atenuante en el metabolismo de varios neurotransmisores (Blasco & Gómez, 2014).

Tabla 1: Composición química de la banana en estado no maduro por cada 100 g de parte comestible cruda (Pareek, 2016)

Calorías (Kcal)	110
Agua (%)	75
Proteína (%)	1
Lípidos (%)	0,5
Carbohidratos (%)	30
Fibra (%)	1
Cenizas totales (%)	1

La cáscara de banana representa aproximadamente el 35% del peso total del fruto, es rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados, además es fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas (Blasco & Gómez, 2014). Generalmente, esta porción se desecha sin aprovechamiento alguno pese a que podría ser aprovechado para la extracción de almidón y fibra útiles para la industria alimentaria (Melo, Torres, Serna, & Torres, 2015).

2.1.2. Almidón

El almidón es fundamentalmente un material de reserva en los vegetales, su concentración varía según el estado de madurez del alimento. Está formado por partículas discretas llamadas gránulos, que en su estructura están compuestos por una mezcla de dos polímeros; uno esencialmente lineal llamado amilosa y el otro ramificado denominado amilopectina (Damodaran, Parkin, & Fennema, 2010).

La amilosa es producto de la condensación de D-glucopiranososa por medio de enlaces glucosídicos $\alpha(1,4)$ que establece largas cadenas lineales (Fig. 2), en una α -D-(1,4)-glucano, cuya unidad respectiva es la α -maltosa (Badui, 2006). La amilopectina tiene un peso molecular elevado y consta de una cadena que contiene el único grupo terminal reductor con enlaces α -D-(1,6). A esta cadena se unen numerosas cadenas ramificadas las cuales forman racimos y se presentan en forma de doble hélice (Fig. 3) (Damodaran et al., 2010).

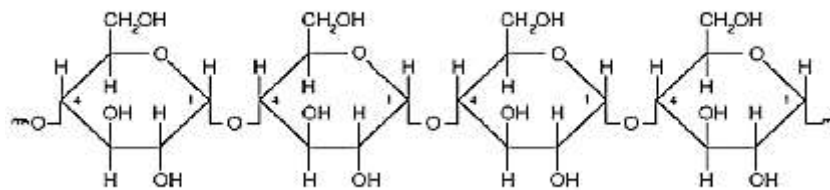


Figura 2. Estructura química de la amilosa (Meneses, Corrales, & Valencia, 2007)

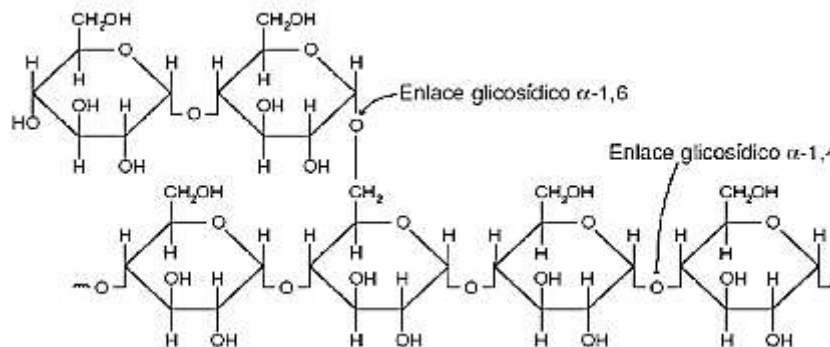


Figura 3. Estructura química de la amilopectina (Meneses et al., 2007)

En términos generales los almidones contienen aproximadamente 17% - 27% de amilosa y el resto de amilopectina, la concentración relativa de estos polímeros está regida por factores genéticos típicos de cada alimento que los contiene. Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización (Badui, 2006).

En el caso de la banana en estado inmaduro, el almidón constituye la mayor fracción de los hidratos de carbono ya que los azúcares son muy escasos (Badui, 2006). En los

alimentos existen almidones que pueden escapar de la digestión en el intestino delgado humano y pasan al colon, esta fracción se refiere como almidón resistente. El almidón de banana es conocido por presentar una baja susceptibilidad a las amilasas de ahí que ha ganado gran importancia como una nueva fuente de fibra dietética (Faisant et al., 1995). La mayor concienciación de los consumidores con respecto a la relación entre los alimentos, el estilo de vida y la salud ha sido una de las razones para la popularidad de los alimentos ricos en fibra. En la actualidad, se busca métodos para incorporar la banana en los diferentes campos de la industria y así aprovechar al máximo nutrientes como el almidón y la fibra.

2.1.3. Fibra

La fibra dietética está constituida por componentes estructurales en las paredes celulares de algunas frutas y vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas. Respecto a la composición de la fibra de un alimento, la fibra cruda normalmente es menor que la dietética, ya que esta última representa el contenido total de polímeros antes indicados (Fig. 4). La composición de las fibras es muy variada y depende de muchos factores entre los que destaca la madurez del producto (Badui, 2006).

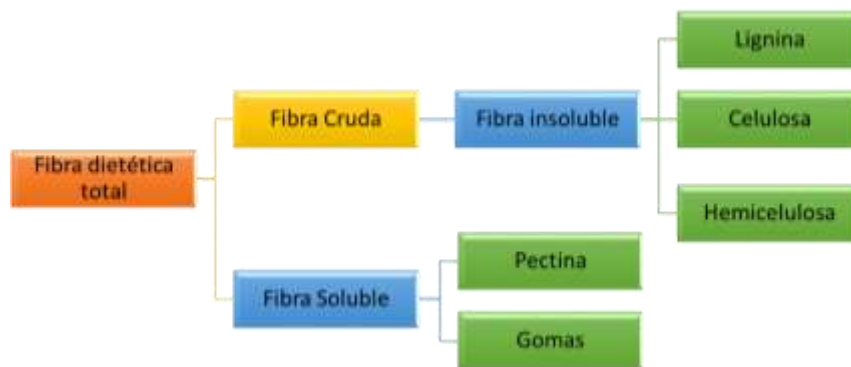


Figura 4. Clasificación de la fibra

La importancia de la fibra dietética radica en que es resistente a la digestión y absorción en el intestino delgado humano y se somete a una fermentación completa o parcial en el intestino grueso humano. Se ha demostrado que diversas fuentes de fibra dietética tienen la capacidad de regular el tránsito intestinal de los alimentos, con beneficios para la salud, como prevenir la diabetes, enfermedades cardiovasculares y obesidad (Alba et al., 2018).

Además, puede tener efectos sobre el apetito y el peso corporal, dependiendo de la solubilidad y la viscosidad (Arildsen et al., 2014).

2.1.4. Embutidos tipo salchicha

Una salchicha es un producto cárnico ya sea de ave, res, cerdo o pescado. Generalmente se elabora a partir de carne picada y condimentada que puede ser fresca o ahumada y grasa de cerdo que, finalmente se rellena en una tripa. Son considerados como productos de acidez baja (pH final > 5) (Marcos, Viegas, de Almeida, & Guerra, 2016). En la formulación se puede utilizar material de relleno, diluyente, aglutinante y extensor para mejorar características físicas. En este sentido es común incluir en la formulación harinas, como la de trigo y almidones (Hleap, Burbano, & Mora, 2017).

Diferentes autores han estudiado el efecto de la incorporación de harinas o almidones no tradicionales en la formulación de las salchichas e incluso, algunos han incursionado en la incorporación de fibras de diferentes fuentes vegetales como sustituto de la grasa. Por ejemplo, se ha observado que el salvado y la fibra de avena proporcionan sabor, textura y sensación de grasa en salchichas de cerdo (García, Dominguez, Galvez, Casas, & Selgas, 2002). Para salchichas fermentadas secas y bajas en grasa la fibra dietética de durazno, manzana y naranja, permitieron el desarrollo del sabor característico del embutido (Eim, Simal, Rosselló, & Femenia, 2008). En salchichas elaboradas con almidón de trigo, tapioca y papa, la textura, firmeza y la calidad sensorial mejoró considerablemente y las pérdidas de peso por cocción no cambiaron a medida que aumentó la temperatura (Skrede, 1989).

En conclusión, el diseño de embutidos con harinas no tradicionales y enriquecidos en fibra alimentaria permite mejoras en ciertos aspectos relacionados con las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y de textura y la reducción del contenido calórico; sin embargo, la aceptación final del producto depende de sus características sensoriales, siendo este aspecto uno de los factores limitantes a la hora de incorporar harinas no tradicionales o fibras en la formulación.

Almidón y fibra en embutidos

Los modelos de emulsiones cárnicas son sistemas que se componen principalmente del producto cárnico y que además pueden contener alguna porción de un componente o

ingrediente funcional generalmente proteínas, grasas y almidones (Araya, Morales, Wexler, & Vargas, 2014). Los almidones actúan como agentes de adhesión, unión, estabilización de la emulsión, gelificación y retención de humedad de productos cárnicos como mortadelas y salchichas (Seo, Kang, Cho, Ba, & Seong, 2015). En productos cárnicos, tradicionalmente se ha utilizado para mejorar la calidad y ocasionalmente extender la masa cárnica. El efecto se basa en la capacidad del almidón para gelatinizar cuando se calienta en un medio que contiene agua (Skrede, 1989).

La fibra soluble e insoluble actúa principalmente en la estructura de la emulsión de un embutido debido a su excelente capacidad de retención de agua, además, tiene olor neutro y mejora el corte de los productos. Sus propiedades funcionales y tecnológicas hacen de las fibras dietéticas un sustituto ideal de la grasa (Da Silva, Bertoldo, & M., 2015). La fibra dietética puede compensar el efecto negativo de algunos ingredientes en las propiedades de textura y, además, mejorarlos (Cardoso, Mendes, & Nunes, 2008). La adición de fibra a un producto cárnico desafía a la palatabilidad y la vida útil, debido a que la sustitución parcial de la grasa animal por la adición de fibra puede dar como resultado la pérdida de dureza, disminución del tamaño de partícula de la emulsión, oscurecimiento del producto, pérdida de sabor y una disminución en la vida útil desde un punto de vista microbiológico (Da Silva, Bertoldo, & M., 2015).

La banana es rica en carbohidratos indigeribles, especialmente fibra dietética (6,0-15,5%) y almidón resistente (40,9 - 58,5%) (dos Santos Alves et al., 2017), y puede ser utilizada como sustituto de la grasa o incorporada en la matriz cárnica para mejorar la calidad tecnológica y las propiedades sensoriales (Alves et al., 2016). La incorporación de harina de banana en la emulsión cárnica provoca un incremento en la capacidad de absorción de agua, debido a su contenido en almidón, y una mejor gelificación del producto manteniendo la emulsión cárnica en el tiempo. Sin embargo, la sustitución o la adición de harina de banana comprometen las características físicas y sensoriales del embutido. El almidón de banana da lugar a pastas cárnicas cortas que durante el enfriamiento producen geles de gran fuerza, más resistentes a daños mecánicos (Araya et al., 2014).

Finalmente, no se han encontrado estudios sobre el aprovechamiento integral de cáscara y pulpa con cáscara de banana para la elaboración de embutidos tipo salchicha. Este hecho abre la posibilidad de desarrollar una formulación con la incorporación de estos ingredientes y evaluar sus propiedades funcionales, sensoriales y microbiológicas durante el almacenamiento refrigerado.

2.2. HIPÓTESIS

2.2.1. Hipótesis nula (H₀)

La harina de pulpa, pulpa-cáscara y cáscara de banana infrautilizada, no incide significativamente en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales de la salchicha tipo Frankfurt.

2.2.2. Hipótesis alternativa (H₁)

La harina de pulpa, pulpa-cáscara y cáscara de banana infrautilizada, incide significativamente en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales de la salchicha tipo Frankfurt.

2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

Variable independiente

- Harina de banana verde infrautilizada, pulpa, pulpa-cáscara y cáscara

Variable dependiente

- Propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales de la salchicha tipo Frankfurt.

CAPÍTULO III

3.1. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.1. Obtención de la harina de banana

Las bananas verdes utilizadas en este trabajo se adquirieron en el mercado popular de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato (Ecuador). Las frutas se seleccionaron por su uniformidad y color regular. Siguiendo la metodología planteada por Lalaleo (2017) con algunas modificaciones. La banana de rechazo entera (pulpa y cáscara, P+Cs) se lavó minuciosamente en agua y se cortaron en rodajas de aproximadamente 0,03 cm de espesor y 3,30 cm de diámetro. Las bananas sin cáscara (pulpa, P) fueron cortadas en rodajas de aproximadamente 0,020 cm de espesor y 2,15 cm de diámetro, la cáscara restante (Cs) fue cortada con un espesor y longitud de 0,5 cm aproximadamente. Todas las muestras fueron distribuidas de manera uniforme en bandejas y secadas en un secador convectivo (Gander MTN) a 60 °C por 24 horas o hasta alcanzar el porcentaje de humedad mínimo aproximado de 12%. Una vez secas fueron trituradas en un molino industrial (Inox Equip, Ecuador) y envasadas herméticamente a temperatura ambiente hasta posterior utilización (Fig. 5).

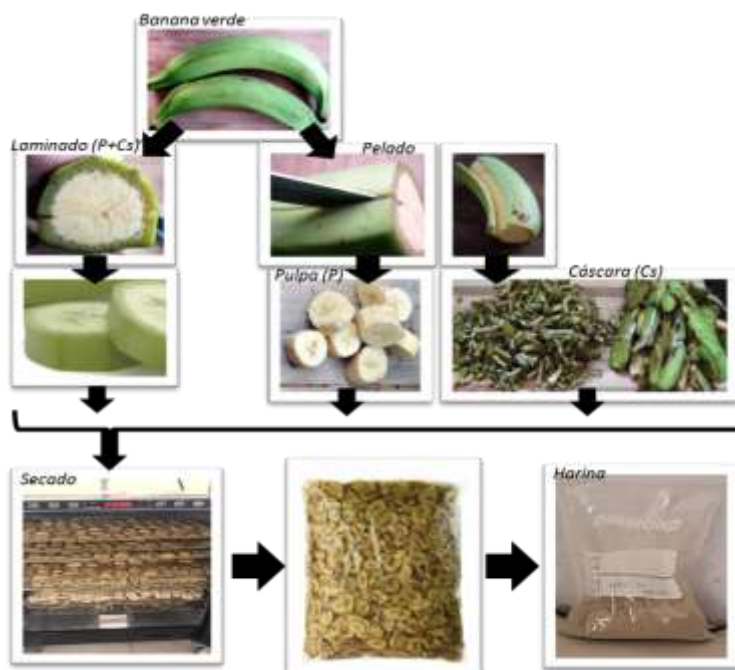


Figura 5. Proceso de obtención de la harina de pulpa y cáscara (P + Cs), pulpa (P) y cáscara (Cs) de banana verde de rechazo

3.2.2. Elaboración de la salchicha tipo Frankfurt

Para elaborar las salchichas tipo Frankfurt se realizaron cuatro formulaciones (Tabla 2), la primera que corresponde al control en la que se utilizó como extensor cárnico harina de trigo, las otras tres formulaciones corresponden al uso de harina de banana de cáscara (Cs), pulpa (P) y pulpa con cáscara (Cs). La masa cárnica se formó con la ayuda de una cutter (Mainca CM-21, España), y se embutió en una tripa artificial de celofán con la ayuda de un embudidor automático (Mainca EI-20, España), posteriormente se realizó el tratamiento térmico a 80 °C durante 30 minutos. Finalmente, las salchichas se enfriaron y se almacenaron en bolsas de polietileno en refrigeración durante 15 días (Fig. 6).

Tabla 2: Formulación utilizada para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt

Materia prima	Kg
Carne de res	1,0
Carne de cerdo	1,0
Grasa	0,5
Hielo	0,3
Harina (trigo, P+Cs, P, o Cs)	0,25
Aditivos	
Nitrito	200 ppm
Fosfatos K7	4,20 g.
Ácido ascórbico	1,80 gr

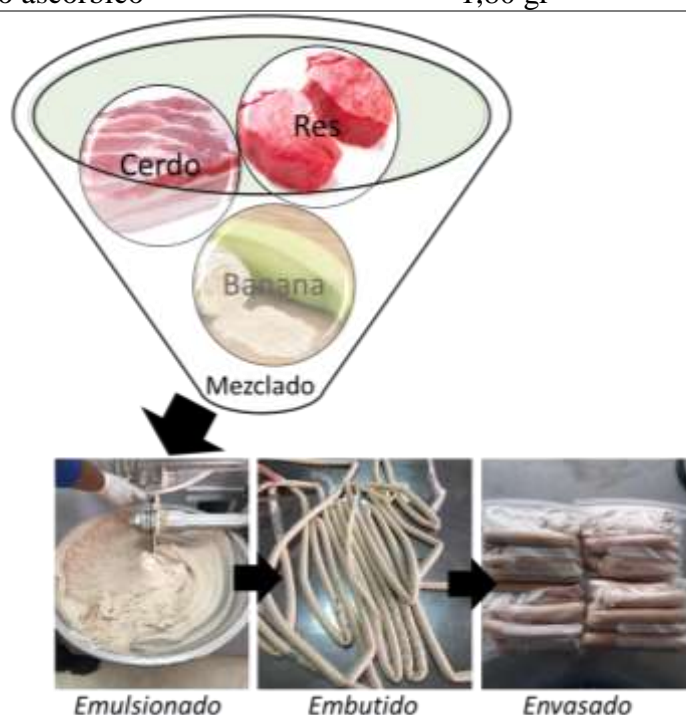


Figura 6. Elaboración de las salchichas tipo Frankfurt con la incorporación de harina de banana verde.

3.1.3. Análisis microbiológico

Para los ensayos microbiológicos se pesaron 10 g de cada muestra, previamente homogenizada, en bolsas estériles (Sterilin, Stone, Staffordshire, Reino Unido) con 90 ml de agua de peptona esteril (Difco, Le Pont de Claix, France) y se agitaron vigorosamente durante 1 min en un homogenizador Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido). A continuación se prepararon diluciones apropiadas para las siguientes determinaciones de microorganismos (i) recuento de mohos y levaduras en placas de agar PDA (Difco, Le Pont de Claix, France), incubadas a 25 °C, (ii) organismos mesófilos aerobios viables en placas agar para recuento en placa, PCA (Difco, Le Pont de Claix, France) incubadas a 30 °C durante 72 h, (iii) *Enterobacteriaceae* en doble capa de agar bilis rojo violeta (Acumedia, Michigan, EE.UU) que se incubaron a 30 °C durante 48 h, (iv) *Staphylococcus aureus* en placas de agar Baird Parker (Difco, Le Pont de Claix, France) incubadas a 30 °C durante 48 h. Todos los recuentos se expresaron como el logaritmo de las unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (log UFC/g). Todos los análisis se realizaron por duplicado. El ensayo se llevó a cabo durante 15 días.

3.1.4. Análisis fisicoquímico

Acidez y pH

El porcentaje de ácido láctico se determinó por medio de acidez titulable siguiendo la metodología del punto final (Braña et al., 2011). Para ello se homogenizaron 10 g de muestra en 200 ml de agua destilada, se filtró y se vertieron 10 ml del sobrenadante en un matraz que se aforó con agua destilada, se añadió fenolftaleína como indicador y se tituló con solución valorada de NaOH 0,01N. Para el cálculo se utilizó la ecuación 1. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * \text{Meq}(\text{ac. láctico})}{\text{peso de la muestra}} * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: V (NaOH), volumen gastado en la titulación; N (NaOH), normalidad del NaOH; Meq (ac. láctico), mili equivalentes del ácido láctico (0.09).

El pH se determinó utilizando un potenciómetro (OAKTON, modelo WD-35610-10) previamente calibrado con soluciones buffer 4,0 y buffer 7,0 siguiendo la metodología descrita por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN - ISO 2917, 2013). Para ello se

pesaron 10 g de cada muestra, se homogenizó con 100 ml de agua destilada, se filtró y en el sobrenadante se midió el pH. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

3.1.5. Análisis proximal

Proteína

Para la determinación del contenido de proteína se siguió la metodología de la norma A.O.A.C (AOAC 2001.11, 2001). Para ello se pesó 1 g muestra previamente triturada y homogenizada, la muestra se envolvió en papel filtro y se colocó en un tubo para digestión por Kjeldahl. Para la digestión se agregaron una tableta de catalizador en el tubo con la muestra, añadiendo posteriormente 20 ml de H₂SO₄ (para convertir la proteína N en NH₄) debido a que es una muestra rica en grasa (Fig. 7A). Las muestras se colocaron en un bloque precalentado en el colector de humo o aspirador de agua (digestor) generando vacío. Se mantuvo una zona de condensación dentro de los tubos y una vez que se produjo abundante óxido de azufre se redujo la fuente de vacío para evitar la pérdida de H₂SO₄ (Fig. 7B). El tiempo total de digestión fue de 60 min. Una vez terminada la digestión se enfrió la muestra y se añadió 75 ml de agua destilada (Fig. 7C).

Para la destilación se colocaron 40 ml de NaOH, en el tanque alcalino de la unidad de destilación, y se ajustó el volumen dispensado a 50 ml. Se colocó un matraz con 30 ml de solución H₃BO₃ como indicador en la plataforma receptora, y se sumergió el tubo del condensador por debajo de la superficie de la solución H₃BO₃. La destilación se homogenizó a vapor hasta alcanzar 150 ml de destilado (Fig. 7D). Finalmente, se valoró la solución H₃BO₃ y la del blanco con HCl estándar de 0,1 M hasta el punto final violeta (Fig. 7E). El contenido de proteína cruda se calculó mediante las ecuaciones 2 y 3. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

$$Kjeldahl\ nitrógeno\ \% = \frac{(V_S * V_B) * M * 14,01}{W * 10} \quad \text{Ec. 2.}$$

$$Proteína\ cruda,\ \% = \% Kjeldahl\ N * F \quad \text{Ec. 3.}$$

Donde:

V_S = volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar una prueba, V_B = volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar el blanco de reactivo, M = molaridad de

HCl estándar, 14,01 = peso atómico de N; W = peso (g) de la porción o estándar de prueba; 10 = factor para convertir mg / g en porcentaje; F = factor para convertir N en proteína 6,25.



Figura 7. Esquema de las etapas para el análisis de proteína: A) preparación de muestra; B) digestión; C) enfriamiento; D) destilación; E) valoración.

Contenido de grasa

El contenido de grasa se determinó siguiendo la metodología descrita por la AOAC 991.36 (PRT-701-02-031, 2011), para ello se pesaron 1,5 g de muestra, en un dedal de papel filtro. Se cubrió con algodón desengrasado y se registró el peso de la muestra. Se colocó el matraz de extracción en el sistema soxhlet y el dedal en el tubo de extracción con el solvente hexano (Fig. 8). Se extrajo la muestra con el solvente por un tiempo 2 a 3 horas, y se procedió a la extracción en el soxhlet de manera indirecta. Una vez que concluyó la extracción se recogió el solvente por evaporación hasta que no se detectó olor a hexano. Se secó la muestra en un desecador por 10 min., se enfrió y se registró su peso final. El porcentaje de grasa cruda se determinó mediante la ecuación 4. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

m, peso de la muestra; m₁, tara del matraz solo y m₂, peso matraz con grasa.



Figura 8. Equipo utilizado durante la extracción de grasa.

Contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó de acuerdo a la A.O.A.C (AOAC 934.01, 1934). Para ello, se pesaron aproximadamente 2 g de muestra que fueron desecados a una temperatura constante entre 95 – 100 °C en una balanza de humedad (Kern MLS 50-3). Se utilizó un plato cubierto de ≥ 50 mm de diámetro y 40 mm de profundidad. La pérdida en el secado (LOD), como estimación del contenido de humedad, se determinó a partir de la ecuación 5. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

$$\% \left(\frac{p}{p} \right) \text{ humedad (LOD)} = \frac{\text{muestra seca (g)}}{\text{muestra original (g)}} * 100 \quad \text{Ec. 5}$$

$$\% \text{ de materia seca} = 100 - \% \text{ LOD}$$

Contenido de cenizas

El contenido de cenizas totales se determinó por el método gravimétrico de acuerdo a lo descrito en la AOAC 923.03 (PRT-701.02-011, 2011). En una cápsula, previamente calcinada, se pesaron 2 g de muestra homogeneizada y tarada. La muestra se precalcinó sin inflamación en una placa calefactora y se colocó en una mufla (Furnace 1400) para incinerar a 550 °C por 8 horas. Una vez obtenidas cenizas blancas o grisáceas se registró el peso final. El porcentaje de cenizas totales se determinó mediante la ecuación 6. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

$$\% \text{ cenizas totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100 \quad \text{Ec. 6.}$$

Donde:

m_2 , masa en gramos de la cápsula con las cenizas; m_1 , masa en gramos de la cápsula con la muestra; m_0 , masa en gramos de la cápsula vacía.

Contenido de fibra dietética

La fibra dietética total se determinó por el método enzimático – gravimétrico (AOAC 985.29) (PRT-701.03-019, 2011). Para ello se pesó 1 g de muestra y se mezcló con 50 ml de tampón fosfato pH 6,0. Se vertieron 0,1 ml de solución de α -amilasa (Fig. 10A) y se incubó a 95 – 100 °C durante 15 minutos con agitación continua a intervalos de 5 minutos (Fig. 10B). Se ajustó el pH hasta $7,5 \pm 0,2$ (Fig. 10C) con aproximadamente 10 ml de NaOH 0,275 N. Posteriormente se añadió 0,1 ml de proteasa y se incubó por 30 minutos a 60 °C con agitación continua.

Se dejó enfriar y se añadieron 10 ml de HCl 0,325 N (el pH final alcanzado fue 4,0 - 4,6). Se adicionó 0,3 ml amiloglucosidasa y se incubó por 30 minutos a 60 °C con agitación continua, a esto se adicionaron 280 ml de etanol al 95% precalentado a 60 °C. La muestra se dejó reposar por 60 minutos. Posteriormente se tomó un crisol que contenía tierra de diatomeas (celite 281, Merck, Alemania) la cual se humedeció y se redistribuyó en el crisol con etanol al 78%. El residuo se lavó sucesivamente con tres porciones de 20 ml de etanol al 78%, dos porciones de 10 ml de etanol al 96% y dos porciones de 10 ml de acetona. El tiempo de filtración y lavado varió de 0,1 a 6 horas con un promedio de 1½ horas por muestra (Fig. 10D). El residuo se secó en estufa (Lab Incubator Model: IN-0.10) a 70 °C por 12 horas, se dejó enfriar y se registró su peso. Se calcinó el residuo de una de las muestras por 5 horas a 550°C (Fig. 10E), para determinar cenizas. Finalmente se realizó el análisis de proteínas (Fig. 10F) en el residuo de la muestra restante. Para la determinación del blanco se utilizó la ecuación 7. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

$$B \text{ (blanco, mg)} = \text{masa del residuo} - P_b - C_b \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

masa del residuo, promedio de masa del residuo (mg) para la determinación del blanco.

P_b y C_b , masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos del blanco.

El cálculo del porcentaje de fibra dietética total se determinó mediante la ecuación 8.

$$\% FDT = \frac{(m_1 - P - C - B)}{m} * 100$$

Ec. 8

Donde:

m, masa de la muestra (promedio de la masa de 2 muestras, mg); m₁, masa del residuo (promedio de las masas de las muestras determinadas por duplicado, mg); P y C, masa (mg) de proteína y cenizas respectivamente, en los residuos de las muestras; B, blanco.

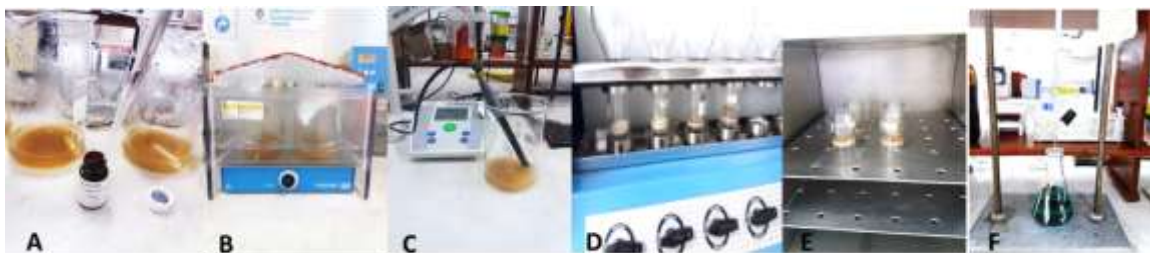


Figura 9. Etapas para la determinación de fibra dietética: (A) adición de enzimas, (B) incubación; (C) control de pH; (D) filtración y lavado; (E) secado y calcinado; (F) valoración de proteína.

3.2.6. Análisis sensorial de las salchichas

Para determinar la aceptabilidad de las salchichas se realizaron dos evaluaciones sensoriales; en la primera se utilizó una escala hedónica estructurada para aceptabilidad (Ramirez, 2012) y en la segunda se llevó a cabo una prueba triangular para identificar diferencias entre la mejor muestra, seleccionada de la primera evaluación sensorial, y un control (Olivias, 2008). Para las evaluaciones se trabajó con un panel semientrenado formado por 15 catadores que evaluaron las muestras a ciegas durante 15 días.

Para identificación de muestras se realizó una prueba triangular entre el tratamiento mejor puntuado en aceptabilidad frente al control, en la que se aplicó un criterio de selección forzada y para lo cual se planteó una hipótesis nula unilateral.

H₀ = Los catadores no identificaron la muestra frente al control

H_i= Los catadores identificaron la muestra frente al control.

3.2. ANALISIS EXPERIMENTAL

Los datos fueron procesados y analizados con el programa GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software, San Diego, California, EE. UU.), empleando la prueba ANOVA de un solo factor y cuándo éste fue significativo, la comparación de las medias fue realizada mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Análisis microbiológico

En la Figura 11A se muestran los resultados del recuento de aerobios mesófilos. Los recuentos al inicio del experimento registraron valores de entre 2 - 3 log UFC/g. Todas las muestras evolucionaron de manera similar, excepto el lote Cs cuyos recuentos en el día 12 y 15 estuvieron entre 1 y 2 ciclos logarítmicos por debajo de las demás muestras. Resultados similares fueron observados por (Fernández-López, Sendra, Sayas-Barberá, Navarro, & Pérez-Alvarez, 2008) en muestras de salchichón con valores entre 5.29 – 7.47 Log UFC/g y a los obtenidos por Nowak et al. (2007) en salchichas bolonia con citrato e inulina con 4,7 Log UFC/g. Un comportamiento similar fue observado en los recuentos de mohos y levaduras (Fig. 11B) para todas las muestras. Entre el primer y último día de ensayo la muestra Cs mostró un incremento de 2 ciclos logarítmicos y una reducción en 1 ciclo logarítmico al día 15. El resto de las muestras aumentaron 2 ciclos logarítmicos al final del estudio. Los resultados obtenidos fueron similares (hasta 4,6 Log UFC/g) a los publicados por (Hussein, Razavi, & Djomeh, 2017) en muestras de salchichas fermentadas bajas en grasa. Las muestras C, P y P+Cs mostraron valores similares debido probablemente a concentración de almidón en la harina, pues los mohos y levaduras consumen almidones para su reproducción (Rawat, 2015). La cantidad de almidón presente en la harina de pulpa y harina de cáscara fue de 74,63% y 68,95% respectivamente (Ortega, 2016), lo que da lugar a que la muestra Cs tenga un menor recuento de mohos y levaduras. Estos microorganismos tienen actividad lipolítica y por consecuencia se encuentran en recuentos más bajos a comparación de otros grupos microbianos como en este caso los aerobios mesófilos (Capita, Llorente-Marigómez, Prieto, & Alonso-Calleja, 2006). Tanto los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras y enterobacterias en su mayoría no se ven afectados por la incorporación de fibra (Fernández-López et al., 2008; Nowak et al., 2007).

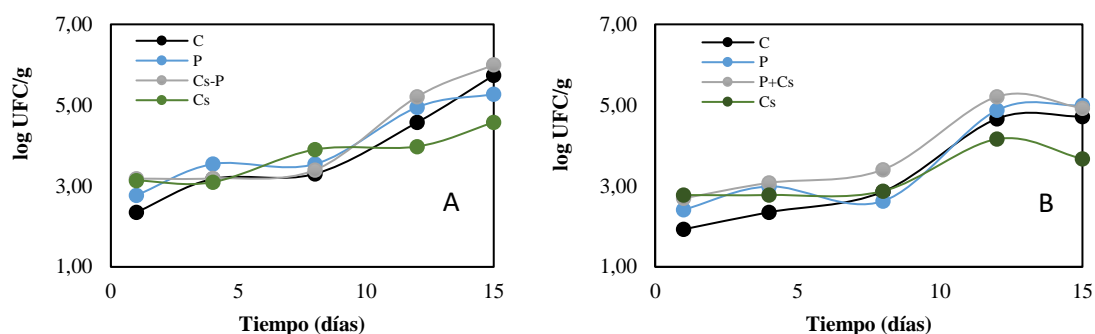


Figura 10. Recuentos microbiológicos (log UFC/g) en salchichas tipo Frankfurt elaboradas con harina de pulpa (P), pulpa - cáscara (P-Cs) y cáscara (Cs) de banana verde, almacenadas en refrigeración a 4 °C. Mesófilos aerobios totales (izquierda) y mohos y levaduras (derecha)

Respecto a *Enterobacterias* y *Staphylococcus aureus*, durante el tiempo de ensayo no se obtuvieron recuentos. La ausencia de estos microorganismos se debe a la presencia de nitritos que se incorpora en la formulación, los mismos que inhiben el transporte activo, la absorción de oxígeno y la fosforilación oxidativa en bacterias tales como *Escherichia coli*, *S. aureus* y bacterias patógenas como *Clostridium botulinum* (Yarbrough, Rake, & Eagon, 1980).

4.1.2. Estudios fisicoquímicos

En la tabla 3 se muestran los resultados de pH y acidez. Todas las muestras presentaron un pH mayor a 5,5; las salchichas tipo Frankfurt elaboradas en este trabajo se pueden clasificar como embutidos de baja acidificación (Ramos et al., 2015), el pH obtenido se relaciona directamente con el bajo porcentaje de acidez alcanzado en las muestras. En los resultados se establece que en el pH existe un efecto significativo ($P \leq 0,05$), entre los tratamientos C y Cs. El pH de los embutidos ricos en fibra y almidón depende de la fuente, la cáscara de banano posee un pH cercano al 4,77; la pulpa de banano 5,73; mientras que el pH de la harina de trigo oscila entre 6,2 y 6,5 (Abbas, Saifullah, & Azhar, 2009; Moss, Miskelly, & Moss, 1986), este hecho podría explicar el pH menor obtenido en la salchicha Cs y el pH mayor obtenido en la muestra C. Además, las fibras interactúan a través de asociación electrostática (atracción y repulsión) entre grupos polares y no polares de las proteínas, lo que resulta en la variación de pH en la salchicha Cs con respecto a las demás muestras (Méndez et al., 2015). Los resultados obtenidos fueron similares a los presentados por (Park et al., 2012) en salchichas de pollo enriquecidas con fibra de makgeolli con un pH entre 6,4 y 6,5 y a los obtenidos por (Pietrazik & Janz, 2010), en

salchicha bolonia con fibra de guisantes con un pH de 6,47 a 6,63. En ambos estudios, los investigadores observaron que el pH de los productos cárnicos se ve afecto por la presencia de fibra dietética.

Tabla 3: pH y acidez de las salchichas tipo Frankfurt

Muestras	pH	% de Acidez (Ácido láctico)
C	6,722 ± 0,0325 ^a	0,00783 ± 0,00126 ^a
P	6,613 ± 0,0401 ^{ab}	0,00900 ± 0,00147 ^a
P+Cs	6,608 ± 0,0485 ^{ab}	0,00831 ± 0,00170 ^a
Cs	6,490 ± 0,0230 ^b	0,00846 ± 0,00136 ^a

C (salchicha control con harina de trigo), P (salchicha con harina de pulpa), P+Cs (salchicha con harina de pulpa y cáscara), Cs (salchicha con harina de cáscara). Los superíndices a y b que indican diferencia significativa entre filas en pH, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza

La fibra y almidón de banana cumplen un rol neutralizante en el embutido, que evita el descenso o aumento de pH en cada muestra durante el tiempo de almacenamiento, asegurándose que las salchichas no sufran cambios sensoriales y de textura por variaciones de pH (Araya et al., 2014). Las muestras presentaron un pH cercano a la neutralidad probablemente relacionado con el proceso de alcalinización provocado por cambios endógenos como la liberación de productos básicos como la treonina, serina, metionina, etc., producto de la degradación de cadenas proteicas en la salchicha (Flores, 2016).

4.1.3. Análisis proximal

La composición proximal de las salchichas se detalla en la Tabla 4. Respecto al contenido de humedad, no existieron diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre muestras, debido a que en todas las formulaciones se utilizó la misma cantidad de agua y grasa y se mantuvo las mismas condiciones de almacenamiento (refrigeración a ~ 4 °C). Las salchichas son consideradas como un alimento de humedad intermedia alta, cuyos valores oscilan entre 50% > 75% (Chin, Lee, & Chun, 2003), todas las muestras estuvieron dentro de este rango. Sin embargo, la incorporación del almidón y fibra de banana en la matriz cárnica permiten mantener el contenido de humedad en el proceso y mejora la capacidad de retención de agua en todas las muestras. Esto explicaría que salchicha Cs tenga un

porcentaje de humedad ligeramente superior. Además, este hecho se vería favorecido por la incorporación de harina de cáscara de banana que según se ha documentado, posee aminoácidos como treonina, valina, metionina, cisteína que tienen carácter hidrofílico (Rosero & Serna, 2016).

En el contenido de grasa existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las muestras P, P+Cs y Cs, que se atribuye a la presencia de fibra en la formulación. Fibras como la de avena, remolacha azucarera, etc., aumentan las pérdidas por cocción en embutidos principalmente a través de la pérdida de grasa (Pietrazik & Janz, 2010). Según Limberger et al. (2011), las fibras tienen una baja capacidad de absorción y retención de grasa, por tanto la salchicha Cs, que tiene un porcentaje superior de fibra, mostró un contenido menor de extracto etéreo debido a la exudación de grasa durante el tratamiento térmico (escaldado) (Choe, Kim, Lee, Kim, & Kim, 2013). Sin embargo, el contenido de grasa fue similar al encontrado por Selgas, Cáceres, and García (2005) de 25,4% y 17,7% en salchichas Frankfurt convencionales con incorporación de inulina.

El contenido de proteína de las muestras no presentó diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre sí, debido a que la proporción de proteína de la carne, grasa y harina fue la misma en cada formulación. Estos resultados fueron similares a los presentados por Choe et al. (2013) quienes mostraron valores de 12,60% y 12,85% en salchichas Frankfurt con fibra de trigo, e inferiores a los presentados por Ospina, Restrepo, and López (2011) en hamburguesas con inclusión de fibra y almidón de banana, en el que se detalla valores del 15%.

En el contenido de cenizas las muestras P, C y Cs se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), estas diferencias pueden ser producto de la incorporación de fibra en la formulación de las muestras, del tipo de carne como materia prima (Méndez et al., 2015) y del contenido de cenizas y fibra en las harinas. La muestra con mayor contenido de cenizas fue Cs, debido a que la harina cáscara de banana tiene mayor contenido de fibra y cenizas (13,70% y 8,31% respectivamente), a comparación de la harina de pulpa que posee 3,11% de fibra y 2,64% de cenizas (Lalaleo, 2017), lo que da lugar a que la muestra P tenga un menor contenido de cenizas. Cabe destacar que la muestra C presenta un porcentaje superior en comparación a las salchichas P y P+Cs debido a que en la formulación se utilizó harina de trigo fortificada con la presencia de minerales como hierro y calcio. El contenido de cenizas obtenido es inferior a los presentados por Barbut and Mittal (1996) en salchichas Frankfurt bajas en grasa con incorporación de celulosa

con un 2,5%, y a las expuestas por Alves et al. (2016) con un valor de 1,7% en una salchicha Bolonia baja en grasa con incorporación de fibra de banana verde. Estas diferencias se deben a la sustitución de grasa por las fibras (Tabla 4).

El contenido de fibra dietética mostró diferencias significativa ($P \leq 0,05$) entre las muestras C y Cs frente a P y P+Cs, el contenido de fibra depende directamente de la composición y concentración de la misma en las harinas utilizadas en la matriz cárnica (Yalinkılıç, Kaban, & Kaya, 2012). Según (Heshe, Haki, Woldegiorgis, & Gemedede, 2016; Lalaleo, 2017) la fibra presente en la harina de cáscara de banano es aproximadamente 13,70%, mientras que la pulpa posee un 3,11%. La harina de trigo contiene un 2,5% de fibra, por lo que se evidencia que la muestra Cs posee mayor cantidad de fibra en relación a los demás tratamientos (Tabla 4).

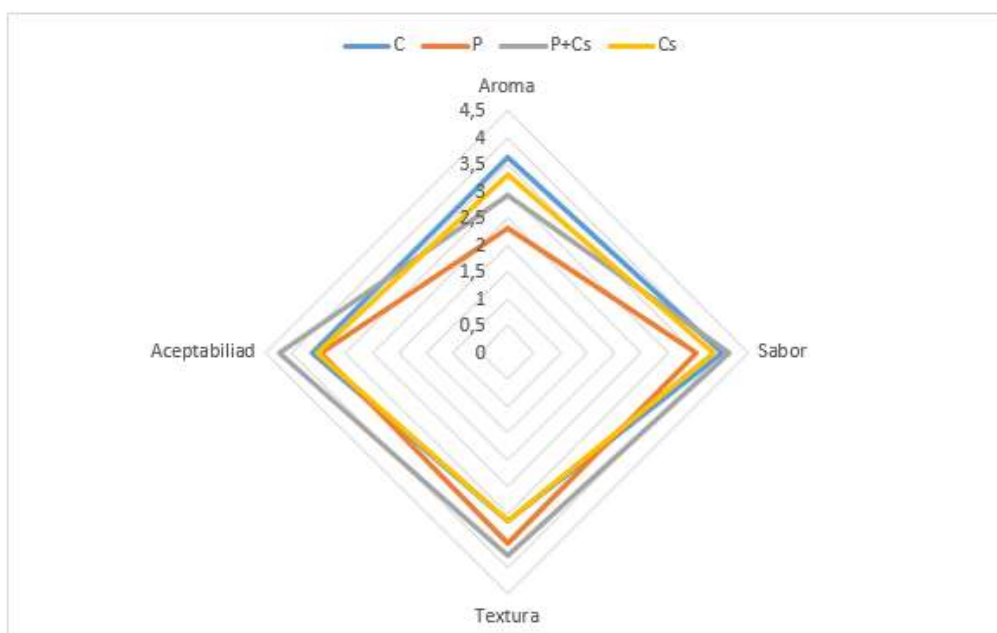
Tabla 4: Resultados del análisis proximal de las salchichas tipo Frankfurt

Muestras	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Fibras (%)
C	56,746±4,156 ^a	24,781±1,104 ^b	10,145±2,05 ^a	0,630±0,122 ^a	4,312±2,05 ^a
P	57,223±0,138 ^a	26,006±1,088 ^a	10,492±2,05 ^a	0,215±0,065 ^b	5,369±2,05 ^b
P+Cs	56,972±7,276 ^a	23,623±2,005 ^b	10,705±2,05 ^a	0,437±0,174 ^{ab}	5,195±2,05 ^b
Cs	58,702±4,909 ^a	21,056±0,370 ^c	10,511±2,05 ^a	1,06 ±0,206 ^c	7,304±2,05 ^c

C (salchicha control con harina de trigo), P (salchicha con harina de pulpa), P+Cs (salchicha con harina de pulpa y cáscara), Cs (salchicha con harina de cáscara). Los superíndices a, b y c indican diferencia significativa entre filas en cada composición, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza

4.1.4. Análisis sensorial

En la Figura 11, se muestran los resultados del análisis sensorial de las 4 muestras de salchicha. A la vista de los resultados, el tratamiento con mayor aceptabilidad fue la salchicha P+Cs, en este caso el almidón y la fibra de la harina de pulpa y cáscara mejoraron algunos atributos como la textura y el sabor. Las muestras con menos aceptabilidad fueron las salchichas P y Cs, que según los catadores las muestras presentaron un sabor picante para el primer caso y textura arenosa para el segundo.



C (Salchicha Control con harina de trigo), P (Salchicha con harina de pulpa), P+Cs (Salchicha con harina de pulpa y cáscara), Cs (Salchicha con harina de cáscara)

Figura 11. Perfil sensorial de las 4 formulaciones de salchichas tipo frankfurt con incorporación de harina de banana de rechazo

De la evaluación del panel sensorial y a la aplicación de un diseño de bloques incompletos, se determinó que entre tratamientos no existe una diferencia significativa en cuanto a las características evaluadas. Sin embargo, del análisis de varianza se evidenció que existe un efecto significativo ($P \leq 0,05$) entre catadores para los parámetros de aroma y textura (Tabla 5), estas diferencias dependen de la percepción del catador. La adición de fibra dietética mejora el perfil nutricional de las salchichas, sin tener un efecto adverso sobre las características sensoriales. Sin embargo en salchichas ricas en fibra de centeno y trigo, la textura se ve afectada por el aumento de la firmeza, textura granosa y la disminución de la jugosidad, palatabilidad y cohesión; en las salchichas el sabor y el olor tienen una correlación negativa con el sabor y el olor de la fuente de la fibra, lo que generalmente provoca la disminución en la aceptación general por parte de los consumidores (Arildsen et al., 2014).

Tabla 5: Análisis sensorial de los 4 tratamientos de salchicha tipo Frankfurt

	Razón de varianza			
	Aroma	Sabor	Textura	Aceptabilidad
Muestras	3,080	3,873	3,797	3,710
Catadores	3,083**	3,875	3,396**	3,708

** Estadísticamente significativo

En la Tabla 6, se detallan los resultados de la prueba sensorial triangular entre la muestra P+Cs y el control en la que se establece un valor_p de 0.0165 inferior al nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, por lo que se acepta la hipótesis alternativa en la que los catadores identificaron la muestra de P+Cs frente al control como diferente y en la que se establece que existen diferencias significativas o estructurales entre los atributos sensoriales de las dos muestras analizadas.

Tabla 6: Prueba triangular entre los tratamientos P+Cs y C.

	Catadores	Aciertos	Equivocaciones	P	Valor_p
Prueba triangular	13	11	2	0,9835	0,0165

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H₀)

La harina de banana infrautilizada, pulpa y cáscara, no incide significativamente en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales de la salchicha tipo Frankfurt.

Hipótesis alternativa (H_i)

La harina de banana infrautilizada, pulpa y cáscara, incide significativamente en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales de la salchicha tipo Frankfurt.

Después de haber realizado todos los estudios correspondientes a los 4 tratamientos de las salchichas tipo Frankfurt, se acepta la hipótesis alternativa, debido a que en los experimentos realizados se demuestra que las harinas de banana, sobre todo la harina de cáscara incide directamente en el análisis sensorial y proximal del alimento, específicamente en valores de grasa, cenizas y fibra. Además de tener un efecto sobre los recuentos microbiológicos especialmente en mohos y levaduras.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El almidón y la fibra presente en los tres tipos de harina (pulpa, pulpa + cáscara y cáscara) provenientes de la banana de rechazo cumplieron el rol de extensor de la masa cárnica, formando emulsiones consistentes, con una alta capacidad de retención de agua.
- La presencia de la fibra en la matriz alimentaria influyó directamente en el análisis proximal de las muestras, tomando en cuenta que la fibra no solo tiene efectos fisiológicos, también generaron importantes propiedades tecnológicas en las salchichas, como la influencia en la pérdida de grasa de las muestras, mejor capacidad de retención de agua y mayor cantidad de cenizas, evidenciado en el tratamiento Cs por su contenido de fibra (7,304%).
- El almidón y la fibra fueron determinantes en la evaluación sensorial, por las diferentes texturas aportadas por las harinas en cada muestra. A pesar de no tener una diferencia significativa entre los tratamientos por parte de los catadores, en la evaluación de aceptabilidad general, se evidenció la preferencia por la muestra P+Cs.
- En los estudios microbiológicos la fibra no tuvo un efecto significativo sobre los recuentos microbianos, el almidón de banana influyó en los recuentos de mohos y levaduras y tomando en cuenta solo estos microorganismos, se determinó que el tiempo de vida útil de las salchichas es correspondiente al tiempo de experimentación (15 días) debido a la ausencia de Enterobacterias y *Staphylococcus aureus* a lo largo del almacenamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

- Ampliar las investigaciones correspondientes a los almidones y fibra de banano como ingrediente de un embutido, mas no como sustituto del extracto etéreo en las muestras.
- Potenciar las aptitudes de las fibras y almidones de origen vegetal en la industria alimentaria.
- Concatenar el estudio sensorial con un análisis de perfil de textura durante el tiempo de vida útil del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, F., Saifullah, R., & Azhar, M. (2009). Assessment of physical properties of ripe banana flour prepared from two varieties: Cavendish and Dream banana. *International Food Research Journal*, *16*, 183-189.
- Afanador, A. (2005). El Banano Verde de Rechazo en la Producción de Alcohol Carburante. *EIA*, *3*, 51 - 68. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372005000100005
- Alba, K., MacNaughtan, W., Laws, A. P., Foster, T. J., Campbell, G. M., & Kontogiorgos, V. (2018). Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids*, *81*, 398-408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>
- Alves, L. A. A. d. S., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Santos, B. A. d., Heck, R. T., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2016). Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat Science*, *121*, 73-78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.001>
- AOAC 934.01. (1934). Loss on Drying (Moisture) at 95°-100°C por feeds. Dry matter on Oven Drying at 95°-100°C por feeds., from http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-934.01.pdf
- AOAC 2001.11. (2001). Protein Crude in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds. from <https://edoc.site/4211-aoac-official-method-200111-proteincrudein-animal-feed-pdf-free.html>
- Araya, Y., Morales, A., Wexler, L., & Vargas, P. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, *9*(1), 50 - 60.
- Arildsen, R., Vuholm, S., Dall, M., Kristensen, M., Vejrum, K., Raben, A., & Kehlet, U. (2014). Sensory characteristics and consumer liking of sausages with 10% fat and added rye or wheat bran. *Food Science & Nutrition* *2014*, *2*(5), 534 – 546. doi: 10.1002/fsn3.126
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (E. Quintanar Ed. 4 ed. Vol. 4). Mexico DF.
- Barbut, S., & Mittal, G. (1996). Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*, *31*(3), 241–247. doi: 10.1046/j.1365-2621.1996.00337.x

- Ben Slima, S., Ktari, N., Triki, M., Trabelsi, I., Abdeslam, A., Moussa, H., . . . Ben Salah, R. (2018). Effects of probiotic strains, *Lactobacillus plantarum* TN8 and *Pediococcus acidilactici*, on microbiological and physico-chemical characteristics of beef sausages. *LWT*, 92, 195-203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.038>
- Blasco, G., & Gómez, F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa* sp). *Universidad Veracruzana*, 2.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sanchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., . . . Ríos, F. (2011). *Manual de análisis de calidad en muestras de carne* Vol. 2. M. D. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (Ed.) (pp. 10 - 12). Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf>
- Capita, R., Llorente-Marigómez, S., Prieto, M., & Alonso-Calleja, C. (2006). Microbiological Profiles, pH, and Titratable Acidity of Chorizo and Salchichón (Two Spanish Dry Fermented Sausages) Manufactured with Ostrich, Deer, or Pork Meat. *Journal of Food Protection*, 69(5), 1183–1189. doi: 10.4315/0362-028x-69.5.1183
- Chin, K., Lee, H., & Chun, S. (2003). Product Characteristics of Comminuted Sausages as Affected by Various Fat and Moisture Combinations *Food & Nutrition, Sunchon National University, Sunchon*, 1, 538 - 542. https://www.ajas.info/upload/pdf/17_86.pdf
- Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., & Kim, C.-J. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 93(4), 849-854. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.054>
- Da Silva, A., Bertoldo, M., & M., R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Science and Technology*, 35(1), 100 - 107. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6496>
- Damodaran, S., Parkin, K., & Fennema, O. (2010). *Fennema Química de los Alimentos* (3 ed.). Zaragoza (España).

- del cioppo, J., & Zalazar, R. (2015). *ECUADOR: EXPORTACIÓN DE BANANO (Musa sp.) ESTUDIO SECTORIAL DEL BANANO ECUATORIANO DE EXPORTACIÓN.*
- Dicyt. (2013). Premian un método que optimiza la producción de plátano. Retrieved 5/05/2018, from <http://www.dicyt.com/noticias/premian-un-metodo-que-optimiza-la-produccion-de-platano>
- Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2008). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 80(2), 173-182. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.017>
- Englyst, H., Kingman, S., & Cummings, J. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46(2), 33-50.
- Faisant, N., Buleón, A., Colonna, P., Molis, C., Lartigue, S., Galmiche, J., & Champ, M. (1995). Digestion of raw banana starch in the small intestine of healthy humans: structural features of resistant starch. *The British journal of nutriaton*, 73(1), 111 - 123.
- Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*, 80(2), 410-417. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.01.010>
- Flores, J. (2016). Efecto de la harina de fibra de trigo (*Triticum aestivum*) o de soya (*Glycine max*) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra. Retrieved 14/06/2018, from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5764/1/AGI-2016-T019.pdf>
- García, M., Cáceres, E., & Selgas, M. D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *Food Science + Technology*, 41(10), 1207-1215. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01186.x>
- García, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C., & Selgas, M. D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60(3), 227-236. doi: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00125-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00125-5)
- Grigelmo-Miguel, N., Abadías-Serós, M. a. I., & Martín-Belloso, O. (1999). Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. *Meat Science*, 52(3), 247-256. doi: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00173-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00173-9)

- Heshe, G. G., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Gemede, H. F. (2016). Effect of conventional milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in Ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread. *Food Science & Nutrition*, 4(4), 534-543. doi: 10.1002/fsn3.315
- Hleap, J., Burbano, M., & Mora, J. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 2(1), 62 - 71. doi: dx.doi.org/10.18684/bsaa(v15)
- Hussein, F., Razavi, S., & Djomeh, Z. (2017). Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Reduced Fat Fermented Functional Beef Sausage. *Applied Food Biotechnology*, 4(2). doi: http://dx.doi.org/10.22037/afb.v4i2.15181
- Lalaleo, D. (2017). Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir de harina y residuos de banano de rechazo. Retrieved 15/04/2018, from <http://repositorio.uta.edu.ec/browse?type=author&value=Lalaleo+C%C3%B3rdova%2C+Diana+Jimena>
- Limberger, V., Brum, F., Patias, L., Daniel, A., Comarela, C., Emanuelli, T., & da Silva, L. (2011). Modified broken rice starch as fat substitute in sausages. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 789 - 792.
- MAGAP. (2013). Banano Panorama Internacional Retrieved 27/05/2018, from <http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/banano.pdf>
- Marcos, C., Viegas, C., de Almeida, A. M., & Guerra, M. M. (2016). Portuguese traditional sausages: different types, nutritional composition, and novel trends. *Journal of Ethnic Foods*, 3(1), 51-60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jef.2016.01.004>
- Melo, D., Torres, Y., Serna, J., & Torres, L. (2015). Aprovechamiento de pulpa y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* spp) para la obtención del maltodextrina. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 13(2), 76 - 78.
- Méndez, G., García, J., Santellano, E., Chavez, A., Durán, L., Silva, R., & Quintero, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35(1), 25 - 31. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6417>
- Meneses, J., Corrales, C., & Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista Escuela Ingeniería de Antioquia*, 8(1).

- Moss, H. J., Miskelly, D. M., & Moss, R. (1986). The effect of alkaline conditions on the properties of wheat flour dough and cantonese-style noodles. *Journal of Cereal Science*, 4(3), 261-268. doi: [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(86\)80028-5](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(86)80028-5)
- Nowak, B., von Muegging, T., Grotheer, J., Klein, G., & Watkinson, B. (2007). Energy content, sensory properties, and microbiological shelf life of German bologna-type sausages produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. *J Food Sci*, 72(9), 29 - 38. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00566.x
- NTE INEN - ISO 2917. (2013). Carne y productos cárnicos – Medición de pH – Método de referencia (IDT). from http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/nte_inen_iso_2917extracto.pdf
- Olivias, R. (2008). Comparación y elacuación de las pruebas de diferencia Duo - Trío, Triangular, AxB e Igual diferente. *Temas selecttos de ingenieria en alimentos*, 2, 5.
- Ortega, J. (2016). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (*Musa acuminata* AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables. Retrieved 25/06/2018, from <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22874/1/AL599.pdf>
- Ospina, S., Restrepo, D., & López, J. (2011). Caracterización Microbiológica y Bromatológica de Hamburguesas Bajas en Grasa con Adición de Fibra de Banano Verde Integro. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472011000100022
- Park, K., Choi, Y., Kim, H., Kim, H., Song, D., Hwang, K., . . . Kim, C. (2012). Quality Characteristics of Chicken Emulsion Sausages with Different Levels of Makgeolli Lees Fiber. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, 32(1), 54 - 61. doi: <http://dx.doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.1.54>
- Pietrazik, Z., & Janz, J. A. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*, 43(2), 602 – 608. doi: 10.1016/j.foodres.2009.07.017
- PRT-701-02-031. (2011). Procedimiento para determinar materia grasa. Método Soxhlet. from http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf

- PRT-701.02-011. (2011). Procedimiento para determinar Cenizas Totales. Método Gravimétrico. from http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/CenizasTotales.pdf
- PRT-701.03-019. (2011). Procedimiento para determinar Fibra Dietética Total. Método Enzimático - Gravimétrico. from http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/fibradietaria.pdf
- Quiceno, M., Giraldo, G., & Villamar, R. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGciencia Universidad La Gran Colombia*, 20(1).
- Ramírez, C. (2012). Banano de rechazon para exportación en Ecuador: Propuesta de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional. Retrieved 4/04/2018, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2840/1/UPS-GT000315.pdf>
- Ramirez, G. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 83-102.
- Ramos, D., San Martín, V., Rebatta, M., F, T., Salvá, B., Caro, I., & Mateo, J. (2015). *Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú* (Vol. 2).
- Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(4), 47 - 56.
- Rosero, G., & Serna, L. (2016). Effect of plantain (*Musa paradisiaca* L. cv. Dominico Harton) peel flour as binder in frankfurter-type sausage *Agroindustry and Food Science*, 66(3), 305 - 310. doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.56695>
- Selgas, M. D., Cáceres, E., & García, M. L. (2005). Long-chain Soluble Dietary Fibre as Functional Ingredient in Cooked Meat Sausages. *Food Science and Technology International*, 11(1), 41-47. doi: 10.1177/1082013205051273
- Seo, H., Kang, G., Cho, S., Ba, H., & Seong, P. (2015). Quality Properties of Sausages Made with Replacement of Pork with Corn Starch, Chicken Breast and Surimi during Refrigerated Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(5), 638 - 645. doi: 10.5851/kosfa.2015.35.5.638
- Skrede, G. (1989). Comparison of various types of starch when used in meat sausages. *Meat Science*, 25(1), 21-36. doi: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(89\)90063-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(89)90063-6)

- Tribess, T. B., Hernández-Uribe, J. P., Méndez-Montealvo, M. G. C., Menezes, E. W., Bello-Perez, L. A., & Tadini, C. C. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 42(5), 1022-1025. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.017>
- Ulloa, S. (2012). *Manual del cultivo del plátano de exportación* Vol. 1. EEDI-ESPE (Ed.) (pp. 47). Retrieved from <http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf>
- Verma, A. K., & Banerjee, R. (2010). Dietary fibre as functional ingredient in meat products: a novel approach for healthy living — a review. *Journal of food science and technology*, 47(3), 247-257. doi: 10.1007/s13197-010-0039-8
- Viera Da Mota, R., Lajolo, F., Cordenunsi, B., & Ciacco, C. (2000). Composition and Functional Properties of Banana Flour from Different Varieties. *Starch*, 52(2-3), 63 - 68. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-379X\(200004\)52:2/3<63::AID-STAR63>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-379X(200004)52:2/3<63::AID-STAR63>3.0.CO;2-V)
- Yalınkılıç, B., Kaban, G., & Kaya, M. (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29(2), 255-259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.07.013>
- Yarbrough, J. M., Rake, J. B., & Eagon, R. G. (1980). Bacterial inhibitory effects of nitrite: inhibition of active transport, but not of group translocation, and of intracellular enzymes. *Applied and Environmental Microbiology*, 39(4), 831-834.
- Yu, Y., Xiao, G., Wu, J., Xu, Y., Tang, D., Chen, Y., . . . Fu, M. (2013). Comparing characteristic of banana juices from banana pulp treated by high pressure carbon dioxide and mild heat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 18, 95-100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.12.003>
- Zapata, A., & Peláez, C. (2010). Producción en continuo de etanol a partir de banano de rechazo (cáscara y pulpa) empleando células inmovilizadas. *Tumbaga*, 5(1), 49 - 60.