



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



Tema: Efecto de la incorporación de harina (pulpa-cáscara y cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

El presente trabajo es parte del Proyecto de investigación “Desarrollo de películas biodegradables activas a partir de harina de plátano (Genero *Musa*) de rechazo y su aplicación Agroalimentaria”, bajo la coordinación de Mirari Arancibia y aprobado por el Honorable Consejo Universitario mediante Resolución 1313-CU-P-2015.

Autora: Karen Lucia Raza Jimbo.

Tutor: Ing. MSc. Diego Manolo Salazar Garcés.

Ambato-Ecuador

Enero-2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

Msc. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

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

Ambato, 5 de diciembre del 2018



Ing. MSc. Diego Salazar

C.I. 1803124294

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Karen Lucia Raza Jimbo, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Karen Lucia Raza Jimbo
C.I. 131146136-0
AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad 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:

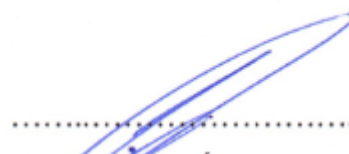


Presidente del Tribunal



Mirari Arancibia, PhD.

CI. 1800214246-1



Fernando Álvarez, MSc.

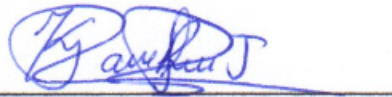
CI. 180104502-0

Ambato, 3 de enero 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente proyecto de investigación o parte de él, como 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 su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad Ecuatoriana, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Karen Lucia Raza Jimbo

C.I. 131146136-0

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen del Cisne por haberme permitido alcanzar una de las metas más anheladas de mi vida y bendecirme en el recorrido de este camino difícil de andar.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos, por abrirme sus puertas y brindarme los conocimientos necesarios para ser una gran profesional.

A mis padres y hermano, por ser el motor principal de mi vida, mi fortaleza, mi apoyo y mis ganas de seguir adelante, pero sobre todo por enseñarme a no dejarme vencer por las adversidades que la vida me pueda poner en frente. Por ustedes todo!. Los amo infinitamente.

A mi abuelito Cristóbal, mis tíos Artemio y Freddy, por estar siempre pendientes de mí desde el día que nací y brindarme siempre un gran cariño de hogar.

A Gaby, porque la considero como mi hermana mayor y mi cómplice, por cuidarme, aconsejarme, apoyarme cuando más lo necesito y en cada decisión que quiero tomar en mi vida. Te quiero mucho!

Al G+ Biofood and Engineering, de manera especial a la Dra. Mirari Arancibia y el Ing. Diego Salazar, por ser los mejores guías en el desarrollo de este trabajo, por brindarme su amistad, confianza y los mejores consejos y conocimientos para lograr este objetivo. Además de maestros son grandes amigos.

A mis amigos y equipo de trabajo, Andrea, Diego, Jorge, Adrián, Iván y Cyntia por su amistad sincera, por ayudarme en este proceso de tesis, por las risas, momentos y aventuras compartidas, pero sobre todo por apoyarme con un consejo o un simple abrazo en cada caída y momento difícil de mi vida. Gracias por siempre estar ahí para mí!

A quien fue un gran apoyo a lo largo de mi vida universitaria, por siempre motivarme y comprenderme en todo aspecto. BR

Con amor, Karen

DEDICATORIA

A mi abuelita Vicenta, mi tutu, el angelito más lindo que tengo en el cielo por cuidarme, guiarme y bendecirme en cada paso que doy, porque sé que a donde quiera que vaya ella siempre estará ahí acompañándome.

A mis padres Renato y Bachi, por su infinito amor y los valores que han sabido inculcar en mí, por ser el mejor ejemplo de vida y haberme regalado la dicha de pertenecer a la mejor familia del mundo. En fin, las palabras no me alcanzan para expresar todo lo que siento por ustedes, mis amores eternos.

A mi hermano Kevin, por siempre tener palabras de aliento para mí y motivarme en el alcance de esta meta.

Finalmente, a mi perrito Benji, mi angelito de cuatro patas, porque con sus locuras siempre lograba sacarme una sonrisa y demostrarme lo grande que es el cariño de una mascota a su familia.

INDICE GENERAL

PAGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | iii |
| APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO..... | iv |
| DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| DEDICATORIA..... | vii |
| INDICE GENERAL..... | viii |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| CAPITULO I..... | 3 |
| EL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.1 EL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2. JUSTIFICACION..... | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 4 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 4 |
| CAPITULO II..... | 5 |
| MARCO TEORICO..... | 5 |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 5 |
| 2.1.1. El Banano..... | 5 |
| 2.1.2. Composición y propiedades nutricionales del banano..... | 5 |
| 2.1.3. Almidón..... | 6 |
| 2.1.4. Fibra..... | 6 |
| 2.1.5. Fibra y almidón en embutidos..... | 7 |
| 2.1.6. Embutido tipo chorizo..... | 8 |
| 2.2. HIPOTESIS..... | 8 |
| 2.2.1. Hipótesis Nula..... | 8 |
| 2.2.2. Hipótesis Alternativa..... | 8 |
| 2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE | 8 |
| 2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE | 8 |
| CAPITULO III | 8 |
| 3.1.1. Obtención de la harina de banano..... | 8 |
| 3.1.2. Elaboración del embutido tipo chorizo..... | 9 |
| 3.2. Análisis fisicoquímico del chorizo | 10 |
| 3.2.1. Determinación de iones de hidrógeno (pH)..... | 10 |
| 3.2.2. Determinación de acidez titulable | 10 |
| 3.3. Análisis Proximal | 11 |
| 3.3.1. Determinación del contenido de humedad..... | 11 |
| 3.3.2. Contenido de cenizas | 12 |
| 3.2.4. Grasa | 12 |
| 3.2.5. Proteína | 13 |
| 3.2.6. Fibra dietética | 13 |
| 3.4. Textura..... | 14 |
| 3.5. Análisis Microbiológico | 15 |
| 3.6. Análisis sensorial..... | 15 |
| 3.7. Diseño Experimental | 15 |
| CAPITULO IV | 16 |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 16 |
| 4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS..... | 16 |
| 4.1.1. Análisis fisicoquímicos..... | 16 |
| 4.1.2. Análisis proximal..... | 18 |
| 4.1.3. Análisis microbiológico..... | 20 |
| 4.1.4. Análisis sensorial | 21 |
| 4.1.5. Análisis de textura | 22 |
| 4.2. Verificación de la hipótesis | 23 |
| CAPITULO V | 24 |
| CONCLUSIONES | 24 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS | 25 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Formulación del embutido tipo chorizo</i> | 9 |
| Tabla 2. Valores de pH y acidez del embutido tipo chorizo..... | 17 |
| Tabla 3. Análisis bromatológico de las muestras de chorizo | 20 |
| Tabla 4. Análisis de perfil de textura de las muestras de chorizo | 23 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Proceso de obtención de las harinas de banano | 9 |
| Figura 2. Elaboración del embutido tipo chorizo con adición de harina de banano | 10 |
| Figura 3. Medición de la acidez titulable..... | 11 |
| Figura 4. Equipo soxhlet utilizado para la determinación de grasa | 13 |
| Figura 5. Determinación del contenido de fibra dietética. A) Adición de enzimas, B) Incubación a 60°C por 30mins, C) Ajuste de pH, D) Filtración y lavados, E) Secado en estufa a 70°C..... | 14 |
| Figura 6. Recuento microbiológico de las muestras de chorizo con incorporación de harina de banano. A) Aerobios mesófilos, B) Mohos y levaduras. | 21 |
| Figura 7. Perfil sensorial de las muestras de chorizo con incorporación de harina de banano. | 22 |

INDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| $\% \text{ ácido láctico} = V \text{ NaOH} * N \text{ NaOH} * 0,09Pm$ (Ecuación 1)..... | 11 |
| $\% H = (W1 - W2)Pm * 100$ (Ecuación 2) | 11 |
| $\% \text{ Cenizas totales} = PcPm * 100$ (Ecuación 3) | 12 |
| $\% \text{ Grasa cruda} = m2 - m1m * 100$ (Ecuación 4)..... | 12 |
| $B = m - Pb - Cb$ (Ecuación 5) | 14 |
| $\% FDT = m1 - P - C - Bm * 100$ (Ecuación 6)..... | 14 |

RESUMEN

Actualmente, la industria alimentaria se ha enfocado en encontrar ingredientes alternativos que puedan ser adicionados a productos cárnicos para que su consumo sea más saludable a un menor costo. En este sentido, el presente trabajo se basa en la evaluación de los efectos de la incorporación de las harinas de banano de rechazo (pulpa-cáscara (P+Csc) y cáscara (Csc)) infrautilizado en un embutido tipo chorizo mediante el análisis de sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y de textura.

La muestra en la que se incluyó harina de cáscara (Csc) obtuvo el mayor contenido de fibra (7,847%) y cenizas (3,34%), así como menor contenido de grasa (8,71%), probablemente debido a la cantidad y características funcionales y nutricionales que posee la fibra de banano. Así mismo, el análisis sensorial permitió establecer que el tratamiento con puntuaciones más altas fue el chorizo con harina de pulpa-cáscara (P+Csc) gracias a la mezcla de fibra y almidón que podrían mejorar las cualidades sensoriales del embutido. La evaluación de las propiedades texturales demostró que la inclusión de harinas de banano produjo cambios en la dureza, masticabilidad y elasticidad durante el tiempo de almacenamiento del chorizo como resultado de la concentración de fibra y pérdida de agua. Finalmente, la calidad microbiológica del embutido tipo chorizo no se vio afectada por la incorporación de harinas de banano de rechazo, obteniéndose valores de conteo microbiano dentro de los límites establecidos en la normativa vigente (aerobios mesófilos: 1×10^6 UFC/g, Enterobacterias: 1×10^2 UFC/g y *Staphylococcus aureus*: 1×10^3 UFC/g). El tiempo de vida útil fue de 5 días establecido por el recuento de mohos y levaduras.

Palabras Clave: chorizo, fibra dietética, embutido, banana, productos cárnicos.

ABSTRACT

Currently, the food industry has focused on finding alternative ingredients that can be added to meat products so that their consumption is healthier and at a lower cost. In this sense, the present work is based on the evaluation of the effects of the incorporation of banana flours reject (pulp-shell (P + Csc) and shell (Csc)) underutilized in a sausage-type sausage by analyzing its physicochemical, nutritional, and sensory and texture properties.

The sample in which peel meal was included (Csc) was the one that obtained the highest content of fiber (7.847%) and ash (3.34%), as well as the lowest fat content (8.71%), probably due to the quantity and the functional and nutritional characteristics of banana fiber. Likewise, the sensory analysis allowed establishing that the treatment with higher scores was the chorizo with pulp-shell meal (P + Csc) thanks to the mixture of fiber and starch that improve the sensory qualities. The evaluation of the textural properties showed that the inclusion of banana flours produced changes in the hardness, chewiness and elasticity during the storage time of the chorizo as a result of fiber concentration and water loss. Finally, the microbiological quality of sausage type sausage was not affected by the incorporation of banana flours rejection, obtaining values of microbial count within the limits established in the current regulations (aerobic mesophilic: 1×10^6 UFC/g, Enterobacterias: 1×10^2 UFC/g y *Staphylococcus aureus*: 1×10^3 UFC/g). The shelf life was 5 days established by the count of molds and yeasts.

Keywords: chorizo, dietary fiber, sausage, underused banana, meat products

INTRODUCCION

El banano (*Musa Cavendish*) es una fruta originaria del sudeste de Asia, específicamente de la selva de Malasia, Indonesia y Filipinas; forma parte de la familia de las musáceas y es considerada como uno de los cultivos con mayor territorio agrícola destinado para su sembrío (Crespo y Romero, 2014; Silva Yanes, 2016). En Ecuador es un producto de exportación que influye en la economía del país pues según datos del Banco Central del Ecuador (BCE), durante el año 2017, se vendieron un total de 5.333 toneladas de la fruta por \$ 2.490 millones de dólares. Además, debido a sus cualidades climáticas Ecuador se ha convertido en uno de los países líderes a nivel mundial en la producción y exportación de banano, con un aporte del 32% al comercio mundial y el 3,84% al producto interno bruto (PIB) del país (Martínez, Calderón, Rodríguez, Cabrera, y Valle, 2015). Al ser una fruta de clima tropical, su cultivo se concentra en la región litoral, principalmente en las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas, en las cuales se concentra la mayor parte de la superficie nacional sembrada (MAGAP, 2014).

Los rigurosos sistemas de control de calidad como normas fitosanitarias o especificaciones técnicas para la exportación de este producto, las cuales incluyen longitud, calibre y estado de madurez, así mismo, un manejo pos cosecha inapropiado de la fruta y defectos generados por insectos, microorganismos, químicos y genética producen aproximadamente un 30% de producto rechazado, el cual es destinado en gran parte para consumo interno en el país así como para alimentación animal (Martínez et al., 2015; Moreno Mejia, Blanco Urina, y Mendoza Torres, 2009). El banano en estado verde es una importante fuente de carbohidratos, pues en su composición figura un alto contenido de almidón total (73,4%), almidón resistente (17,5%) y fibra dietética (aproximadamente 14,5%), los cuales pueden aportar beneficios en la salud humana al ser considerados como ingredientes funcionales (Saifullah, Abbas, Yeoh, y Azhar, 2009). Por todo ello, la industria ha considerado como una estrategia económica de aprovechamiento del banano verde de rechazo la producción de la harina y su incorporación en diversos productos como pan, galletas, snacks y productos de pastelería (Wang, Zhang, y Mujumdar, 2012).

Los embutidos tipo chorizo son productos cárnicos de corta duración, elaborados a base de carne de res, cerdo y tocino con una reducida incorporación de fibras o almidones; condimentados con sal, especias y aditivos. Tradicionalmente estos son embutidos en tripa natural, pudiendo recibir o no tratamiento térmico para su consumo (Peñalba, 2011). Por otro lado, en la actualidad varios investigadores han realizado estudios enfocados en la modificación de las formulaciones en embutidos con el fin de reducir el efecto perjudicial del colesterol en la salud humana gracias a la inclusión de ingredientes funcionales como la fibra dietética, la cual ha sido altamente efectiva en estos productos, pues contribuye al mejoramiento nutricional, así como parámetros de textura, reducción de tiempo de cocción y sobre todo una reducción considerable en costos de producción debido al aprovechamiento de fuentes no convencionales de materias primas (Pinero et al., 2008).

En consecuencia, debido al alto valor nutricional del banano y como alternativa de aprovechamiento de su rechazo, se propone la idea de desarrollar un embutido tipo chorizo con la inclusión de harinas provenientes de banano de rechazo, mejorando así las características nutricionales y tecno-funcionales del producto.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 EL PROBLEMA

“Efecto de la incorporación de harina (Pulpa-Cáscara y Cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo”

1.2. JUSTIFICACION

El banano de rechazo comúnmente se comercializa a nivel local como alimento para animales o abono, incluso por el volumen que se genera es desechado al aire libre ocasionando problemas ambientales (Vargas García, 2018). Por otra parte, el interés por la utilización del banano de rechazo como una fuente alternativa de fibra y almidón se ha incrementado en las últimas décadas debido a las propiedades tecno-funcionales que estas materias primas pueden aportar en el desarrollo de productos innovadores con alto valor nutricional, ya que debido a su composición tiene un efecto importante en la nutrición del consumidor. Así mismo, el banano verde es una importante fuente de fibra dietética (14,5%) y almidón resistente (17,5%) lo que hace factible su uso a nivel industrial ya que podría ser utilizado como ingrediente funcional.

En la industria alimenticia para la producción de derivados cárnicos representa una gran oportunidad debido a que los estudios demuestran que la harina de banano posee gran capacidad para formar suspensiones debido a su alto contenido de almidón, polisacárido compuesto por amilosa y amilopectina, que influye considerablemente en las características fisicoquímicas, estructurales, funcionales y reológicas (De la Torre-Gutiérrez, Chel-Guerrero, y Betancur-Ancona, 2008). En la actualidad, el consumo de embutidos se ha incrementado notablemente, debido principalmente al cambio constante en el estilo de vida del ser humano que hace que este se incline hacia una mayor ingesta de productos con alto contenido de grasa y escasa cantidad de nutrientes, y cuyo consumo a largo plazo se convierte en un riesgo para la salud. Organizaciones internacionales como la FAO (Food and Agriculture Organization) sugieren que en la elaboración de productos cárnicos se considere la inclusión de elementos nutritivos como la fibra dietética, la cual proviene de fuentes como frutas o legumbres y

contribuye al mejoramiento de la estabilidad de la emulsión, rendimiento de cocción, características sensoriales, de textura, y nutricionales, ayudando de esta manera a reducir el riesgo de enfermedades provocadas por el exceso de colesterol (Muguerza, Gimeno, Ansorena, y Astiasarán, 2004). Por otro lado, los almidones y polisacáridos considerados también como parte de la fibra dietética favorecen a la estabilidad, la consistencia, fijación de agua y grasa, cohesividad y aumento de la jugosidad del producto cárnico.

El objetivo de la investigación es aprovechar el banano de rechazo por medio de su contenido de fibra y almidón para el mejoramiento de las características fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y de textura de un producto cárnico tipo chorizo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Desarrollar un embutido tipo chorizo con adición de harina de pulpa-cáscara y cáscara proveniente del banano de rechazo género *Musa cavendish*.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Proponer una metodología para la elaboración de chorizo con la utilización de una fuente alternativa de almidón y fibra.
- Establecer el efecto de la incorporación de harinas de banano en las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y de textura de un embutido tipo chorizo.
- Evaluar la calidad microbiológica y tiempo de vida útil del producto elaborado
- Evaluar los atributos sensoriales del embutido tipo chorizo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. El Banano

El banano (*Musa spp.*) es una de las frutas de mayor consumo en todo el mundo, únicamente superado por el consumo de frutas cítricas (Alkarkhi, bin Ramli, Yong, y Easa, 2011). La producción de banano representa el segundo rubro de mayor exportación en el Ecuador cuya cuota de mercado a nivel mundial asciende a un 30%. Debido a las exigencias de los consumidores esta fruta es cultivada y cosechada con un control minucioso de los parámetros requeridos para su exportación que en su gran mayoría es en fruta fresca (Silva Yanes, 2016). Por consiguiente y debido a las exigencias de los consumidores, el banano es cultivado y cosechado con un control minucioso de los parámetros requeridos para su exportación que en su gran mayoría es en fruta fresca (Silva Yanes, 2016). Sin embargo, del total de la producción, en el país se genera aproximadamente un 20-30% de rechazo atribuido principalmente a que no satisfacen los estándares de calidad establecidos por normas internacionales como forma, tamaño y apariencia, necesarios para su comercialización en el exterior. A pesar de ello, se considera que este cultivo infrautilizado podría ser aprovechado como materia prima en la producción de otros alimentos (Crespo y Romero, 2014; Moreno Toasa, 2015).

2.1.2. Composición y propiedades nutricionales del banano

El banano se cultiva en zonas tropicales y subtropicales, y constituye el cuarto cultivo más importante después del arroz, trigo y maíz, posee un alto contenido de vitamina B, C y minerales como sodio y potasio (Bezerra, Amante, de Oliveira, Rodrigues, y da Silva, 2013). La composición química del banano depende del estado de madurez y las condiciones ambientales en las que se encuentre (Afanador, 2005). En estado de inmadurez su principal constituyente es el almidón, aunque también se considera una fuente de proteína (1,0-2,5 %), lípidos (0,2-0,5 %), fibra (1,5-2,5 %) y sustancias antioxidantes naturales, como los polifenoles, lo cual provee múltiples beneficios para la salud de los seres humanos. (Rodríguez-Ambriz, Islas-Hernández, Agama-Acevedo, Tovar, y Bello-Perez, 2008; Zhang, Whistler, BeMiller, y Hamaker, 2005).

La pulpa del banano constituye alrededor del 60% del peso total de la fruta y posee aproximadamente un 20% de almidón, el cual se considera almidón resistente, además contiene polisacáridos no amiláceos con bajo índice glucémico (Afanador, 2005). Todo ello lo convierte en un ingrediente ideal para la producción de alimentos funcionales (Mohapatra, Mishra, y Sutar, 2010). Por otra parte la cáscara que representa el 40% del peso total de la fruta es una fuente rica en fibra (43,2-49,7%), además cuenta con un 3% de almidón, 6-9% de proteína cruda, ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos esenciales y micronutrientes, así como sustancias antioxidantes. (Fatemeh, Saifullah, Abbas, y Azhar, 2012; Mohapatra et al., 2010).

2.1.3. Almidón

El almidón representa el 80-90% de los polisacáridos en la dieta, es la principal fuente de carbohidratos de almacenamiento en gran parte de los alimentos (Bezerra et al., 2013). Está constituido por gránulos que contienen dos tipos de polisacáridos, la amilosa y la amilopectina, los cuales son polímeros de α -D-glucosa (Eliasson, 2004). La amilopectina, es el componente principal del almidón, consiste en un gran número de cadenas cortas que están unidas en su extremo final por enlaces 1-6. La amilosa constituye el 20-30% de la estructura del almidón, es una molécula compuesta por una cadena lineal larga de 1-4 α -D-glucosilo y tiene una gran influencia en las propiedades del almidón (Eliasson, 2004). Gracias al arreglo estructural de cada uno de estos polisacáridos dentro de los gránulos de almidón, se considera que este otorga propiedades tecnológicas dentro del procesamiento de alimentos como textura, espesor, estabilidad y gelificación (Bezerra et al., 2013). Se estima que el banano es una fuente alternativa de almidón para uso considerable en alimentos ya que posee propiedades específicas como contenidos bajos de amilosa y alto contenido proteico, baja solubilidad y bajo poder de hinchamiento, lo que refleja una estructura de gránulos más densa, ordenada y de unión fuerte que le proporciona un importante valor alimenticio e industrial (Zhang et al., 2005).

2.1.4. Fibra

Se conoce como fibra dietética a los polímeros de carbohidratos que no son digeridos ni absorbidos en el intestino delgado y que pueden o no someterse a la fermentación microbiana en el intestino grueso. Debido a los diferentes compuestos como

arabinosilano, inulina, β -glucano, pectina, salvado y almidones resistentes, la fibra le provee efectos beneficiosos a la salud humana como: (a) prevención de la obesidad y (b) diabetes (Lattimer y Haub, 2010). En la cáscara del banano se encuentra una gran cantidad de fibra dietética, la cual se compone principalmente de lignina (6-12%), pectina (10-21%), celulosa (7,6-9,6%), hemicelulosa (6,4-9,4%) y ácido galacturónico (Mohapatra et al., 2010). Este contenido hace que este cultivo se considere como una alternativa de carbohidratos no digeribles que podrían ser utilizados como ingredientes funcionales para ser explotados en la industria y en la investigación científica (Aguirre-Cruz, Álvarez-Castillo, Yee-Madeira, y Bello-Pérez, 2008).

2.1.5. Fibra y almidón en embutidos

En los últimos años, investigaciones realizadas aseguran que existe una estrecha relación entre la salud y la alimentación, promoviendo el mercado de alimentos funcionales, los cuales se producen generalmente mediante la reformulación de los productos tradicionales. Por ejemplo, en la industria de embutidos se han incorporado ingredientes saludables como fibras, proteínas, prebióticos, probióticos y sustancias antioxidantes (Eliasson, 2004; Kumar, Kumar Biswas, Kumar Chatli, y Sahoo, 2011). En este sentido el almidón ha sido utilizado en la industria de productos cárnicos para mejorar sus atributos de calidad y atributos sensoriales debido principalmente a que contribuye en la estabilización del agua añadida para la formación de una masa viscoelástica y una emulsión estable. Propiedades como la textura, apariencia y color se ven influenciadas de manera positiva. Así mismo, las características dependen de varios factores como el origen del almidón, concentración, procesamiento y temperatura de cocción, por lo cual es importante tener en cuenta este tipo de factores al momento de la elección del almidón para la producción de embutidos (Resconi et al., 2016; Shand, 2000; Skrede, 1989). Por otro lado, la fibra dietética ha sido ampliamente estudiada en el campo de la ciencia de los alimentos en especial en la producción de embutidos debido a que se considera un elemento beneficioso para la salud y por su composición podría considerarse como mimético de la grasa animal y podría ser un ingrediente ideal para la formación de emulsiones ya que mejora la capacidad de retención de agua, reduce pérdidas por cocción, mantiene la jugosidad y posee un sabor neutro (Ramírez-Camargo, Marulanda, y Orrego, 2016; Schmiele, Mascarenhas, da Silva Barretto, y Pollonio, 2015; Verma y Banerjee, 2010).

2.1.6. Embutido tipo chorizo

El chorizo es un producto cárnico clasificado como embutido fresco que se elabora con carne picada, grasa, una reducida incorporación de fibras o almidones y al que se han añadido sal, especias, condimentos y aditivos, embutidos en tripa natural. Estos embutidos para su conservación necesitan de refrigeración, así como de un proceso de cocción antes de ser consumido (Fernández Díez, 2013). El aspecto de la masa final de este tipo de productos es pastoso, su estructura está conformada por fibras musculares pequeñas e intactas, tejidos conjuntivos y partículas de grasa (Martínez Montes, Viana, y Fuentes Rosado, 2012).

2.2.HIPOTESIS

2.2.1. Hipótesis Nula

- La incorporación de harina (Pulpa-Cáscara y Cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo no influye directamente en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo

2.2.2. Hipótesis Alternativa

- La incorporación de harina (Pulpa-Cáscara y Cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo influye directamente en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo

2.3.SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Harina de banano de rechazo, pulpa-cáscara, cáscara

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Propiedades nutricionales, propiedades tecno-funcionales de un embutido tipo chorizo.

CAPITULO III

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Obtención de la harina de banano

El banano verde fue adquirido en un mercado local de la ciudad de Ambato. Para la obtención de la harina se empleó la pulpa-cáscara y cáscara de banano (*Musa*

Cavendishii), siguiendo la metodología propuesta por Ortega Alvarado (2016) con algunas modificaciones.

Los bananos fueron lavados con agua potable hasta la completa eliminación de suciedad, luego se procedió a realizar cortes de la siguiente manera: (a) las bananas con cáscara (P+Csc) se cortaron en rodajas de aproximadamente 0,03 cm de espesor y (b) la cáscara de banano (Csc) se cortó con un espesor de 0,5 cm. Todos los cortes se distribuyeron uniformemente en bandejas metálicas para posteriormente ser sometidos a un proceso de deshidratación en un secador de bandejas (Gander MTN) a 60°C por 24 horas, hasta alcanzar una humedad mínima de 12%. Finalmente, las muestras secas fueron molidas con la ayuda de un molino industrial (Inox Equip, Ecuador) y envasadas herméticamente, hasta su posterior utilización (Figura 1).

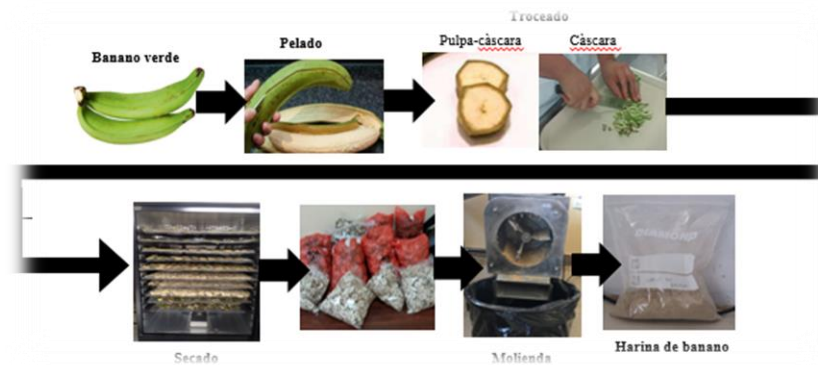


Figura 1. Proceso de obtención de las harinas de banano

3.1.2. Elaboración del embutido tipo chorizo

Para el procesamiento del producto, las carnes de res, cerdo (molidas) y demás ingredientes se pesaron de acuerdo a la formulación establecida en la tabla 1. Se añadieron especias, condimentos y sustancias curantes a la carne. Para formar la emulsión se utilizó un cutter (Mainca CM-21, España) y se embutió en un embutidor automático (Mainca EI-20, España) utilizando como material de envoltura tripas de cerdo natural que previamente fueron sometidas a un proceso de desinfección con una solución de ácido acético al 3%. Para evitar la disminución de la presión en el interior del embutido, las tripas rellenas se ataron de inmediato. Finalmente se envasó el producto en bolsas de polietileno y se almacenó en refrigeración a 4 C durante 5 días (Figura 2).

Tabla 1. Formulación del embutido tipo chorizo

| | Fórmula 1 (%) | Fórmula 2 (%) | Control (%) |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Carne de vacuno | 31 | 31 | 31 |
| Carne de cerdo | 27 | 27 | 31 |
| Grasa de cerdo | 3 | 3 | 15 |
| Hielo | 9 | 9 | 9 |
| Harina Trigo | 0 | 0 | 8 |
| Harina Pulpa-cáscara | 0 | 24 | 0 |
| Harina Cáscara | 24 | 0 | 0 |



Figura 2. Elaboración del embutido tipo chorizo con adición de harina de banano

3.2. Análisis fisicoquímico del chorizo

3.2.1. Determinación de iones de hidrógeno

El pH se determinó según la metodología propuesta por la norma técnica ecuatoriana (INEN, 1985), se pesaron 10g del producto y se homogenizó en 100ml de agua destilada, se filtró la mezcla y se midió el pH con la ayuda de un potenciómetro (OAKTON, modelo WD-35610-10) previamente calibrado con soluciones buffer 4.0 y buffer 7.0. El ensayo se realizó por triplicado.

3.2.2. Determinación de acidez titulable

La acidez titulable, expresada como porcentaje de ácido láctico, se determinó según la técnica AOAC 16.247, (1990) (Mata, 1999). Para lo cual se pesaron 10g de muestra y se homogenizó en 200ml de agua destilada, se filtró y se tomó 10ml de la mezcla para aforar en un matraz con agua destilada, seguidamente se añadieron 2-3 gotas del indicador fenolftaleína y se valoró con una solución de NaOH 0,01, hasta observar el viraje de color rosa. Finalmente se calculó el porcentaje de ácido láctico mediante la ecuación 1. El ensayo se realizó por triplicado (Figura 3).

$$\% \text{acido láctico} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0,09}{Pm} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

V (NaOH): Volumen gastado de hidróxido de sodio

N (NaOH): Concentración de la solución de hidróxido de sodio

Pm: Peso de la muestra en g

Factor 0,09: Peso equivalente de ácido láctico



Figura 3. Medición de la acidez titulable

3.3. Análisis Proximal

3.3.1. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó según la norma AOAC 934.01, (1998) (ME-711.02-023, 2015). Para ello se pesaron 2g de muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada para someter a secado en estufa (Memmert, 854 Schwabach) a 105°C por 24 horas. Finalizado el tiempo de secado las muestras se colocaron en un desecador hasta peso constante y el porcentaje de humedad se calculó mediante la ecuación 2:

$$\% H = \frac{(W1-W2)}{Pm} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

W1: peso de la cápsula + muestra antes del secado en g

W2: peso de la cápsula + muestra después del secado en g

Pm: Peso de la muestra en g

3.3.2. Contenido de cenizas

Para determinar el contenido de cenizas se siguió la metodología propuesta por la norma AOAC 942.05, (1984) (IDAL, 2011). Se pesaron 2g de muestra en crisoles de porcelana previamente tarados, estos se sometieron a incineración en la mufla (Thermolyne, FBI315M) a 550°C por 8 horas, hasta obtener cenizas blancas o grisáceas. Los crisoles fueron colocados en un desecador hasta peso constante. El porcentaje de cenizas se obtuvo siguiendo la ecuación 3:

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{P_c}{P_m} * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

Pc: peso de las cenizas en g

Pm: Peso de la muestra en g

3.2.4. Grasa

El contenido de grasa fue determinado de acuerdo a la norma (INEN0779, 1985). Para ello se pesó 1,5 g de la muestra en un dedal con papel filtro, se tapó con algodón desengrasado y se registró su peso, así como el peso del matraz de extracción previamente seco. Se colocó el matraz en el sistema soxhlet, el dedal en el tubo y se adicionó hexano como solvente; la muestra se extrajo con el solvente de 2-3 horas de manera directa. Una vez finalizada la extracción el solvente fue recuperado por evaporación, hasta no detectar el olor del mismo. El matraz con la grasa se secó en la estufa a 103°C por 10 min, se enfrió en el desecador y se registró su peso. El porcentaje de grasa se determinó utilizando la ecuación 4. Este ensayo fue realizado por triplicado.

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

m: peso de la muestra, en g

m1: Peso del matraz solo, en g

m2: Peso del matraz con la grasa, en g



Figura 4. Equipo soxhlet utilizado para la determinación de grasa

3.2.5. Proteína

La determinación del contenido de proteína se realizó según el método de Dumas propuesto en la norma AOAC 990.03 (2005) (Lanza, Churión, y Gómez, 2016). Para lo cual, se pesaron 50 mg de muestra en cápsulas tin foil y se analizó el contenido de proteína mediante combustión y detección de conductividad térmica con la ayuda del equipo Dumas Nitrogen Analyzer (VELP NDA 701). Previo al análisis de proteína el equipo fue calibrado con el patrón EDTA que contiene un 9,58% de nitrógeno. El experimento se ejecutó por triplicado y utilizando un factor de conversión de 6,25 para el cálculo del valor de proteína (%).

3.2.6. Fibra dietética

La fibra dietética se determinó según la metodología de la norma AOAC 985.29, (1990) (PRT-701.03-019, 2009). Para ello se pesó por duplicado 1g de muestra, se colocó en vasos de precipitación de 400ml y se añadieron 50ml de tampón fosfato pH 6. Seguidamente se adiciono 0,1ml de la solución α -amilasa, se cubrió con papel aluminio y se sometió a un baño de agua caliente por 15 minutos con agitación constante, hasta llegar a una temperatura de 95-100°C. Se enfrió a temperatura ambiente y se ajustó el pH a 7,5 con 10ml de NaOH 0,275N.

A continuación, se agregaron 10mg de proteasa y se incubó a 60°C por 30 minutos con agitación continua, se enfrió y se añadieron 10ml de HCl 0,325N hasta un pH de 4-4,6. Se adiciono 0,3 ml amilogucosidasa y se incubo por 30 minutos a 60°C, finalizado el tiempo de incubación se agregaron 280ml de etanol al 95% previamente calentado a 60°C y se dejó precipitar por 1 hora. Se pesó y humedeció el crisol que contiene cèlite, para redistribuir el mismo en el crisol usando etanol al 78%. El residuo se lavó

de forma sucesiva con tres porciones de 20 ml de etanol al 78 %, dos porciones de 10 ml de etanol al 95 % y dos porciones de 10 ml de acetona, el tiempo de lavado y filtrado puede variar de 0,1 a 6 horas. Se secó el residuo del filtrado durante toda la noche a 105°C, se enfrió en un desecador y se registró su peso.

Posteriormente se analizó el contenido de proteínas de uno de los residuos, utilizando 6,25 como factor de conversión. Se llevó a calcinación el otro residuo de los duplicados a 550°C por 5 horas, se enfrió y se pesó para el cálculo de cenizas. El ensayo mencionado anteriormente fue realizado para correr un blanco. Todos los ensayos se realizaron por duplicado. El blanco se determinó mediante la ecuación 7.

$$B = m - P_b - C_b \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

B = Blanco en mg, m = promedio de masa del residuo (mg) para la determinación blanco. P_b y C_b = masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de los blancos.

El contenido de fibra dietética total se obtuvo mediante la ecuación 8.

$$\% FDT = \frac{m_1 - P - C - B}{m} * 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

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 en duplicado (mg).

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

B = blanco

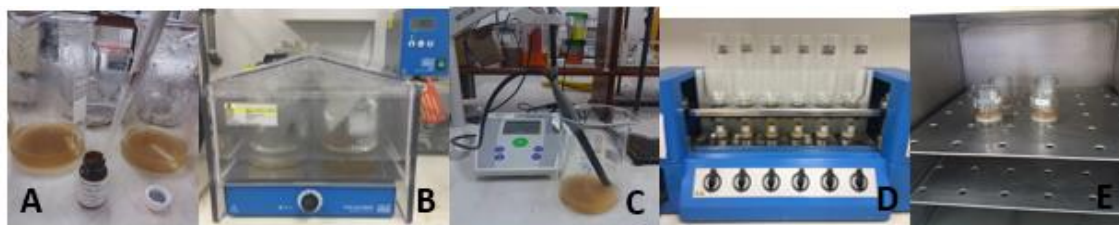


Figura 5. Determinación del contenido de fibra dietética. **A)** Adición de enzimas, **B)** Incubación a 60°C por 30mins, **C)** Ajuste de pH, **D)** Filtración y lavados, **E)** Secado en estufa a 70°C.

3.4. Textura

El análisis del perfil textura (Singh, Kaur, Shevkani, y Singh) se realizó de acuerdo a la metodología de Velasco (2010). Para lo cual se cortó el producto en cubos de 1,5

cm de ancho, 1,5 cm de largo y 1,0 cm de alto. Se realizó una doble compresión hasta un 75% de deformación y a una velocidad del cabezal de 1 mm/s con la ayuda de un texturómetro (Brookfield, CT3). Los parámetros a medir fueron, dureza, elasticidad, cohesividad, y masticabilidad.

3.5. Análisis Microbiológico

Para el estudio microbiológico, se pesaron de cada tratamiento 10g de muestra previamente homogenizada y se trasladó a bolsas estériles (Sterilin, Stone, Staffordshire, Reino Unido) donde se añadieron 90ml de agua de peptona y se sometieron a agitación exhaustiva por 1 min en un homogenizador Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido). Seguidamente se realizaron diluciones seriadas de acuerdo a cada determinación microbiológica requerida; para recuento de aerobios mesófilos se realizó siembra en placas de agar para recuento en placa, PCA (Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubó a 37°C por 24 horas; para mohos y levaduras se sembró en placas de agar Rosa de Bengala, RBC (Difco, Le Pont de Claix, France) incubándose a 25°C por 5 días; para recuento de *Enterobacteriaceae* se utilizó la técnica de siembra en doble capa con agar bilis rojo violeta (Acumedia, Michigan, EE.UU) y se incubó a 37°C por 24 horas; finalmente para recuento de *Staphylococcus aureus*, la siembra se realizó en placas de agar Baird Parker (Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubó a 30°C por 48 horas. Los ensayos se realizaron por triplicado durante 5 días y los recuentos se expresaron como el logaritmo de las UFC por gramo (log UFC/g).

3.6. Análisis sensorial

Para la evaluación de aceptabilidad del producto se aplicó una prueba sensorial con una escala hedónica de 5 puntos siguiendo la metodología de Hleap-Zapata, González-Ochoa, y Mora-Bonilla (2017). Se utilizó un panel de 20 catadores no entrenados que forman parte del equipo de deportistas de la Universidad Técnica de Ambato, durante los 5 días que duró el experimento.

3.7. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño experimental de un solo factor completamente aleatorizado. El análisis estadístico se realizó con el programa GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software, San Diego, California, EE. UU) para el análisis de varianza ANOVA de una

vía. La comparación por pares se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significación de $P \leq 0,05$. El único factor del diseño fue el tipo de harina que tendrá 4 niveles: sin harina de banano, con pulpa y cáscara y con cáscara de banano. Para el manejo y tabulación de los datos experimentales se utilizó el programa Microsoft Excel 2017 (EE.UU.)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Análisis fisicoquímicos

En la tabla 2 se muestran los resultados de pH y acidez. Los valores de pH en todas las muestras mostraron valores superiores a los reportados por Pietrasik y Janz (2010) en salchichas con harina de arveja reducidas en grasa con variaciones entre 6.3-6.6; los valores de pH en los productos cárnicos se incrementan durante el proceso de cocción debido a la exposición del aminoácido de carácter básico histidina (Y.-S. Choi et al.,

2014). El análisis estadístico mostró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos. La variación de pH en embutidos depende directamente de la fuente de fibra o almidón que se haya añadido, así como de microorganismos que podrían producir fermentación (Cofrades, Guerra, Carballo, Fernández-Martín, y Colmenero, 2000), en este caso la harina de trigo posee un pH de 6,3 (Guerra et al., 2017), mientras que las harinas de pulpa-cáscara y cáscara de banano oscilan entre (4.37-5.65) y (4.30-5.33) respectivamente (Alkarkhi et al., 2011), razón por la cual en la muestra C se obtuvo un pH más alto. Además, el contenido de grasa utilizado en la elaboración del producto también influye en esta propiedad, ya que una reducción de grasa ($< 20\%$) genera valores de pH inferiores en relación a los que se obtienen con un contenido de grasa normal ($> 20\%$) (Y.-S. Choi et al., 2014). Por otra parte, en cuanto a los valores de acidez se evidenció diferencia significativa entre muestras ($P < 0,05$), así como una falta de correlación entre los valores de pH y el contenido de ácido láctico, variaciones que pudieron deberse gracias a la formación de compuestos alcalinos producto de la degradación de proteínas, lo cual impide el descenso de pH a pesar de la producción de ácido láctico (Fanco, Prieto, Cruz, López, y Carballo, 2002).

Tabla 2. Valores de pH y acidez del embutido tipo chorizo

| Tratamientos | pH | Acidez (% ácido láctico) |
|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| C | 6,93±0,412 ^{ab} | 0,0997±0,0628 ^a |
| P+Csc | 6,84±0,0407 ^a | 0,0768±0,0131 ^b |
| Csc | 6,88±0,0557 ^b | 0,074±0,0101 ^b |

C (chorizo control con harina de trigo), P+Csc (chorizo con harina de pulpa-cáscara), Csc (chorizo 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

Los datos concernientes al tiempo de almacenamiento del chorizo (refrigeración 4°C) mostraron diferencia significativa ($P < 0,05$) en el día 3, pues la muestra C presentó valores más bajos. La disminución del pH en el tiempo es el resultado de la fermentación realizada por las bacterias ácido lácticas de acuerdo a la disponibilidad de carbohidratos fermentables en la matriz del producto y/o la disolución de dióxido

de carbono en la carne (Kumar et al., 2011), este hecho explicaría los cambios en los valores de pH durante el tiempo de almacenamiento, pues la harina de trigo se considera una fuente rica en sustrato para este tipo de microorganismos en comparación a las harinas de banano (P+Csc y Csc). Así mismo, según Eim, Simal, Rosselló, y Femenia (2008) a mayor concentración de fibra dietética se logra mayor estabilidad en los valores de pH.

4.1.2. Análisis proximal

El análisis bromatológico del embutido tipo chorizo se muestra en la tabla 3. Los valores de humedad muestran diferencia significativa ($P < 0,05$) entre muestras, siendo el tratamiento Csc el de mayor contenido de humedad, debido al efecto que ejerce la inclusión de una fuente de fibra insoluble a la emulsión cárnica, que beneficia las propiedades de unión al agua, pues según Pietrasik y Janz (2010) las fibras pueden unirse a los polisacáridos insolubles de carácter hidrófilico presentes en la cáscara de banano gracias a interacciones iónicas, puentes de hidrógeno y tensión superficial en los poros de la matriz, lo que resulta en un incremento apreciable en el porcentaje de humedad. Sin embargo, pese a las diferencias halladas, todos los tratamientos se encontraron dentro del rango adecuado de humedad de acuerdo a los hallazgos de Henning, Tshalibe, y Hoffman (2016), quienes reportaron valores entre 58,1% - 68,1% en salchichas reducidas en grasa, pues sugieren que la cantidad de grasa y agua tienen una relación inversamente proporcional.

En cuanto al contenido de cenizas, las muestras se encontraron en un rango de 2,96% - 3,34%, lo que es similar a lo documentado por Dos Santos Alves et al. (2016) con valores entre 3,07%-3,91% en salchichas bajas en grasa con harina de banano. En todos los tratamientos se observó diferencia significativa ($P < 0,05$), lo que podría explicarse debido a que el contenido de cenizas se incrementa de acuerdo a la concentración de fibra al interior de la matriz cárnica (Y.-S. Choi et al., 2010). Por esta razón, se puede afirmar que la muestra con mayor contenido de cenizas fue el chorizo con harina de cáscara de banano (Csc), dado que la cáscara de banano posee un alto porcentaje de cenizas (3,4%) gracias a la presencia de minerales como sodio, potasio, calcio y magnesio (Kayisu, Hood, y Vansoest, 1981; Mohapatra et al., 2010) que sumado al 13% de fibra presente da como resultado un aumento significativo de este componente (Emaga, Andrianaivo, Wathélet, Tchango, y Paquot, 2007).

El contenido de proteína en las muestras de chorizo osciló entre 7,88% – 12,05%, estos valores son inferiores a los reportados por Choe, Kim, Lee, Kim, y Kim (2013) en salchichas bajas en grasa con incorporación de una mezcla de fibra de trigo y piel de cerdo con un 12,60% - 13,79%, principalmente atribuido al porcentaje de proteína presente en cada una de las harinas utilizadas en la elaboración del producto (harina de trigo 10-12%, harina de pulpa-corteza de banano 3,53% y harina de corteza 4,24-5,15%) (Goesaert et al., 2005; Lalaleo Córdova, 2017). A su vez, se encontraron diferencias significativas entre muestras ($P < 0,05$), siendo el tratamiento control el de mayor porcentaje de proteína, pues al ser la muestra con mayor cantidad de grasa la disponibilidad de las proteínas de la carne en la misma aumentan, ya que las proteínas miofibrilares forman una matriz tridimensional que atrapa la grasa, además permiten las interacciones entre lípidos y proteínas gracias a las cadenas no polares de las mismas (E. Anderson y Berry, 2001; Henning et al., 2016).

En relación al contenido de grasa, se observa diferencia significativa ($P < 0,05$) en todos los tratamientos, dado que la cantidad de grasa añadida en cada formulación fue distinta (15% para la muestra C y 9% para las muestras P+Csc y Csc), además la capacidad de retención de agua de la fibra agregada hace que esta sea un reemplazo de la grasa dentro de la matriz cárnica lo que genera una reducción en el contenido de la misma y un aumento en el porcentaje de humedad (H.-S. Choi et al., 2016), lo que explicaría que la muestra Csc sea la que presente la menor cantidad de extracto etéreo. Por otro lado, Pinero et al. (2008) mencionan que el proceso de cocción en embutidos atribuye a una pérdida considerable en la cantidad de grasa. Cabe señalar que se obtuvieron porcentajes de grasa semejantes a los documentados (5,07%-13,85%) por Barretto, Pacheco, y Pollonio (2015) en salchichas reducidas en grasa enriquecidas con inulina y fibra de avena.

Finalmente, con respecto al contenido de fibra dietética, todos los tratamientos evidenciaron diferencia significativa ($P < 0,05$) esto se debe a que el contenido de la misma incrementa de acuerdo a la concentración de fibra presente en cada una de las harinas utilizadas en la elaboración del producto (Fernandez-Gines, Fernandez-Lopez, Sayas-Barbera, Sendra, y Perez-Alvarez, 2004). La harina de trigo posee un 3,96%, de fibra, mientras que la harina de pulpa-cáscara y cáscara de banano un 11,27% y 13,7%, respectivamente, razón por la cual la muestra Csc posee el valor más alto de fibra

dietética en su composición (J. Anderson y Bridges, 1988; Haslinda, Cheng, Chong, y Aziah, 2009; Lalaleo Córdova, 2017). Además, es importante mencionar que los resultados obtenidos son superiores a los hallados por (Huang, Tsai, y Chen, 2011) con 0-5,91% de fibra dietética total en salchichas enriquecidas con fibra de trigo, fibra de avena e inulina.

Tabla 3. Análisis bromatológico de las muestras de chorizo

| Tratamientos | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Proteína (%) | Fibra (%) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| C | 62,8±0,842 ^a | 3,2±0,05 ^a | 13,44±0,574 ^a | 12,052±0,267 ^a | 4,317±0,297 ^a |
| P+Csc | 62,25±0,575 ^b | 2,96±0,05 ^b | 11,06±1,248 ^b | 7,877±0,646 ^b | 5,084±0,465 ^b |
| Csc | 67,74±0,857 ^c | 3,34±0,061 ^c | 8,71±0,462 ^c | 10,159±0,009 ^c | 7,487±0,133 ^c |

C (chorizo control con harina de trigo), P+Csc (chorizo con harina de pulpa-cáscara), Csc (chorizo con harina de cáscara). Los superíndices a, b, c indican diferencia significativa, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza

4.1.3. Análisis microbiológico

La figura 6A muestra los resultados del conteo microbiológico de aerobios mesófilos. Todos los tratamientos evidenciaron recuentos entre 4-5 log UFC/g, que coincide con lo reportado por Hayes, Canonico, y Allen (2013) con valores de hasta 5 log UFC/g en muestras de salchichas de cerdo con pulpa de tomate y a lo documentado por Yousefi, Farshidi, y Ehsani (2018) en salchichas de pollo con un rango de 4,12 – 8,47 log UFC/g. Se observó un comportamiento constante durante el tiempo de almacenamiento en refrigeración (4°C), lo que se puede atribuir a la baja disponibilidad de carbohidratos fácilmente utilizables y a los valores de pH obtenidos que son de gran importancia para el crecimiento de dichas bacterias (Kumar et al., 2011). En cuanto al recuento de mohos y levaduras (Figura 6B) se observó un aumento progresivo de este tipo de microorganismos en todos los tratamientos. Según Sachindra, Sakhare, Yashoda, y Rao (2005) el incremento de mohos y levaduras en este tipo de productos depende del contenido de almidón presente en las harinas incorporadas (harina de trigo 75%, harina de pulpa-cáscara y cáscara de banano 68,7% y 44,6%, respectivamente) (Goesaert et al., 2005; Lalaleo Córdova, 2017), pues el mismo es utilizado como sustrato por estos microorganismos para su crecimiento. También se afirma que la baja temperatura de almacenamiento (4°C) en conjunto con la cantidad de almidón disponible genera un efecto dominante de mohos y levaduras en la microflora del producto (Wolter, Laing, y Viljoen, 2000).

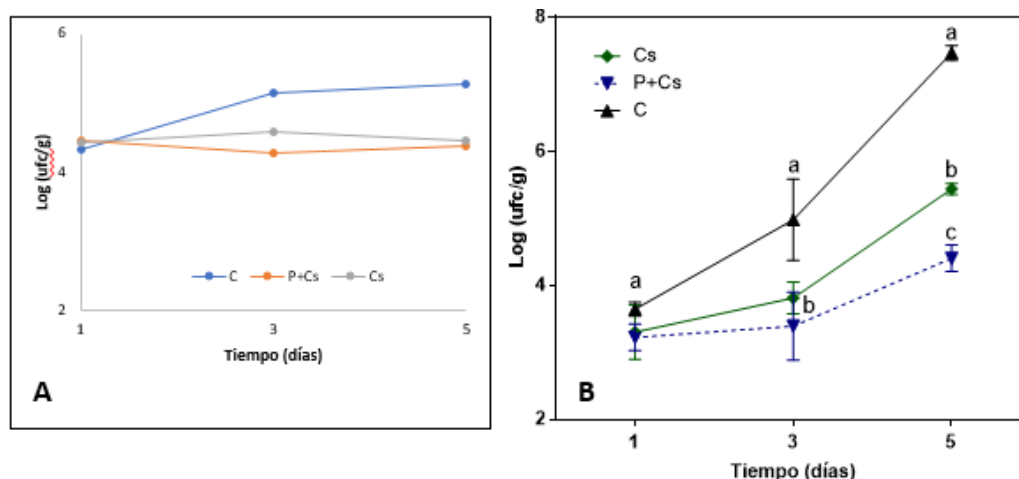


Figura 6. Recuento microbiológico de las muestras de chorizo con incorporación de harina de banano. **A)** Aerobios mesófilos, **B)** Mohos y levaduras.

Los recuentos de *Enterobacterias* y *Staphylococcus aureus* en las muestras de chorizo evidenciaron ausencia, siendo los límites de aceptación 1×10^2 y 1×10^3 UFC/g respectivamente (INEN1338, 2010). La principal causa es el uso de nitrito como preservante ya que tiene un efecto inhibitorio en el crecimiento de las bacterias mediante la limitación de oxígeno e inhibición de enzimas metabólicas (Alahakoon, Jayasena, Ramachandra, y Jo, 2015; Hospital et al., 2015). De igual forma el nitrito es indispensable en el control de otros microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* y *Clostridium botulinum* (Alahakoon et al., 2015).

4.1.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial permitió establecer que el embutido tipo chorizo tuvo un nivel de aceptación alto por parte de los consumidores (Figura 7). Resultados similares fueron reportados por Shand (2000) quienes mencionan que la adición de fibra de avena a salchichas bajas en grasa no tuvo un efecto significativo en el perfil sensorial del producto. Además, la incorporación de fibra dietética a los productos cárnicos bajos en grasa ayuda a mantener sus características de calidad (Y.-S. Choi et al., 2014). Bastos et al. (2014) sugieren que las harinas de pulpa-cáscara y cáscara de banano resultan ser excelentes sustitutos de grasa en hamburguesas debido al aumento en la aceptabilidad y mejoramiento de las características físicas del producto. El análisis de varianza aplicado permitió establecer diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), siendo la muestra P+Csc la de mayor puntuación en sus atributos sensoriales, ya que la mezcla de fibra y almidón de banano utilizada en el chorizo contribuyó al

mejoramiento de atributos sensoriales la textura y el sabor pese al bajo contenido de grasa (Yang, Choi, Jeon, Park, y Joo, 2007). Estos resultados son similares a los hallados por Modi, Yashoda, y Naveen (2009) quienes informaron que la adición de carragenina y harina de avena mejoró la textura, jugosidad y aceptabilidad general de un embutido reducido en grasa. Sin embargo, es importante destacar que entre catadores no se encontró diferencia significativa, es decir, el consumidor no detectó diferencias en olor, sabor, textura y aceptabilidad de los tratamientos presentados.

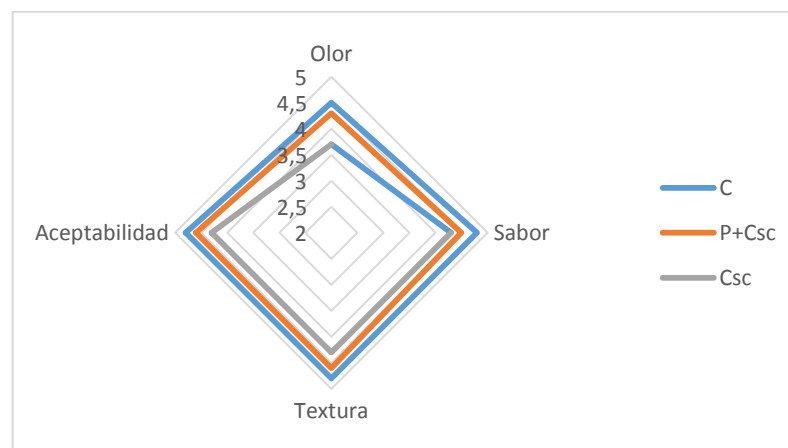


Figura 7. Perfil sensorial de las muestras de chorizo con incorporación de harina de banano.

4.1.5. Análisis de textura

El análisis (T.P.A) de las muestras de chorizo se muestra en la tabla 5. Las propiedades texturales tuvieron un efecto significativo entre tratamientos ($P < 0,05$), especialmente entre los tratamientos P+Csc y Csc y en los parámetros de dureza, elasticidad y masticabilidad, esto se debe a la reducción del contenido de grasa y aumento en el contenido de fibra y agua en el producto pues al presentar menor disponibilidad de grasa, las proteínas presentes en la carne forman un gel más duro y firme, lo que da como resultado una disminución en la elasticidad y un aumento en la dureza y energía requerida para la masticación (Varga-Visi y Toxanbayeva, 2017). Además, las diferencias halladas también se pueden explicar gracias a que las harinas de banano de acuerdo a su contenido de fibra y alta capacidad de retención de agua pueden proporcionar productos más duros (Dos Santos Alves et al., 2016; Lalaleo Córdova, 2017). Por otra parte, respecto al tiempo de almacenamiento se observó diferencia significativa ($P < 0,05$), para la dureza y masticabilidad. Estos parámetros están directamente relacionadas con la concentración de fibra incorporada al producto (Y.-S. Choi et al., 2014) dando lugar a que durante el tiempo de almacenamiento el mismo

se vuelva más duro y difícil de masticar, consecuencias que se atribuyen a la coagulación de las proteínas presentes y una pérdida considerable de agua (Lorenzo, Temperán, Bermúdez, Cobas, y Purriños, 2012).

Tabla 4. Análisis de perfil de textura de las muestras de chorizo

| Muestra | Dureza | Cohesividad | Elasticidad | Masticabilidad |
|----------------|----------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| C | 50,592 ^{ab} | 0,281 ^a | 6,189 ^{ab} | 0,090 ^a |
| P+Csc | 34,380 ^a | 0,245 ^a | 5,127 ^a | 0,106 ^{ab} |
| Csc | 50,027 ^b | 0,261 ^a | 4,971 ^b | 0,060 ^b |

C (chorizo control con harina de trigo), P+Csc (chorizo con harina de pulpa-cáscara), Csc (chorizo con harina de cáscara). Los superíndices a y b que indican diferencia significativa, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza.

4.2. Verificación de la hipótesis

Hipótesis Nula

- La incorporación de harina (Pulpa-Cáscara y Cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo no influye directamente en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo.

Hipótesis Alternativa

- La incorporación de harina (Pulpa-Cáscara y Cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo influye directamente en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo

Una vez concluidos los estudios correspondientes a todas las muestras de chorizo, se acepta la hipótesis alternativa, pues la adición de las harinas de banano incidió en propiedades nutricionales del producto, como el aumento en el contenido de proteína y fibra, así como una disminución en el contenido de grasa. A su vez, las propiedades tecno-funcionales como la textura y atributos sensoriales fueron mejoradas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- El estudio permitió establecer las proporciones adecuadas de harina de banano en la producción de un embutido tipo chorizo, la inclusión de fuentes alternativas permitió obtener un producto de características sensoriales y nutricionales estables.
- Las propiedades fisicoquímicas como el pH y acidez, así como las propiedades nutricionales se vieron afectadas por la concentración de las harinas de banano utilizadas, debido a un aumento en el contenido de fibra y cenizas (7,847% y 3,34% respectivamente) y una disminución en el contenido de grasa (8,71%) especialmente en la muestra Csc atribuido a la alta capacidad de retención de agua de la fibra de banano. La fibra dietética proveniente del banano de rechazo influyó en las propiedades texturales como la dureza, elasticidad y masticabilidad de los tratamientos P+Csc y Csc pues la fibra añadida y la disminución de grasa provocan la formación de un gel más duro, consistente y menos elástico.

- El chorizo elaborado posee un tiempo de vida útil de 5 días reflejado en el recuento microbiológico de mohos y levaduras, además se evidenció ausencia en cuanto a Enterobacterias y *Staphylococcus aureus*.
- El análisis sensorial del chorizo permitió establecer un alto nivel de aceptación del producto por parte de los catadores dado que la adición de la harina de banano no interfirió en las propiedades sensoriales como el sabor, textura o aceptabilidad. Sin embargo, se evidenciaron diferencias entre tratamientos específicamente en la muestra P+Csc dado que la fibra y almidón incorporado mejoraron los atributos sensoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanador, A. M. (2005). El banano verde de rechazo en la producción de alcohol carburante. *Revista EIA*(3), 51-68.
- Aguirre-Cruz, A., Álvarez-Castillo, A., Yee-Madeira, H., & Bello-Pérez, L. A. (2008). Production of fiber-rich powder by the acid treatment of unripe banana flour. *Journal of applied polymer science*, 109(1), 382-387.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., & Jo, C. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 37-49.
- Alkarkhi, A. F., bin Ramli, S., Yong, Y. S., & Easa, A. M. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, 129(2), 312-318.
- Anderson, E., & Berry, B. (2001). Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. *Food Research International*, 34(8), 689-694.
- Anderson, J., & Bridges, S. (1988). Dietary fiber content of selected foods. *The American journal of clinical nutrition*, 47(3), 440-447.
- Barretto, A. C. d. S., Pacheco, M. T. B., & Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition,

- texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Science and Technology*, 35(1), 100-107.
- Bastos, S. C., Pimenta, M. E. S., Pimenta, C. J., Reis, T. A., Nunes, C. A., Pinheiro, A. C. M., . . . Leal, R. S. (2014). Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. *Journal of food science and technology*, 51(9), 2046-2053.
- Bezerra, C. V., Amante, E. R., de Oliveira, D. C., Rodrigues, A. M., & da Silva, L. H. M. (2013). Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed—effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops and Products*, 41, 241-249.
- Cofrades, S., Guerra, M., Carballo, J., Fernández-Martín, F., & Colmenero, F. J. (2000). Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science*, 65(2), 281-287.
- Crespo, I., & Romero, D. (2014). *Estudio de factibilidad para la elaboracion de mermelada en base al rechazo de produccion del banano de la hacienda agricola Don Segundo*. Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- 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.
- Choi, H.-S., Choi, H.-G., Choi, Y.-S., Kim, J.-H., Lee, J.-H., Jung, E.-H., . . . Choi, J.-S. (2016). Effect of chicory fiber and smoking on quality characteristics of restructured sausages. *Korean journal for food science of animal resources*, 36(1), 131.
- Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., . . . Kim, C.-J. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat science*, 84(1), 212-218.
- Choi, Y.-S., Kim, H.-W., Hwang, K.-E., Song, D.-H., Choi, J.-H., Lee, M.-A., . . . Kim, C.-J. (2014). Physicochemical properties and sensory characteristics of reduced-fat frankfurters with pork back fat replaced by dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat science*, 96(2), 892-900.

- De la Torre-Gutiérrez, L., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. (2008). Functional properties of square banana (*Musa balbisiana*) starch. *Food Chemistry*, *106*(3), 1138-1144.
- 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. (2016). Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat science*, *121*, 73-78.
- 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.
- Eliasson, A.-C. (2004). *Starch in food: Structure, function and applications*: CRC Press.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, *103*(2), 590-600.
- Fanco, I., Prieto, B., Cruz, J., López, M., & Carballo, J. (2002). Study of the biochemical changes during the processing of Androlla, a Spanish dry-cured pork sausage. *Food Chemistry*, *78*(3), 339-345.
- Fatemeh, S., Saifullah, R., Abbas, F., & Azhar, M. (2012). Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. *International Food Research Journal*, *19*(3), 1041.
- Fernandez-Gines, J., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat science*, *67*(1), 7-13.
- Fernández Díez, A. (2013). Estudio del efecto de diversos factores tecnológicos sobre las características de calidad del charqui, el chorizo y un embutido crudo-curado bajo en grasa, con especial interés en los compuestos volátiles.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W., Courtin, C., Gebruers, K., & Delcour, J. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, *16*(1-3), 12-30.

- Guerra, M. A., Pérez, D., Hernández, U., de Hombre Morgado, R., Frómeta, Z., Pérez, G., & Rodríguez, F. (2017). Efecto de la harina de plátano sobre la calidad de un embutido tipo mortadella. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(3).
- Haslinda, W., Cheng, L., Chong, L., & Aziah, A. N. (2009). Chemical composition and physicochemical properties of green banana (*Musa acuminata* × *balbisiana* Colla cv. Awak) flour. *International journal of food sciences and nutrition*, 60(sup4), 232-239.
- Hayes, J., Canonico, I., & Allen, P. (2013). Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll. *Meat science*, 95(3), 755-762.
- Henning, S. S. C., Tshalibe, P., & Hoffman, L. C. (2016). Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT-Food Science and Technology*, 74, 92-98.
- Hleap-Zapata, J. I., González-Ochoa, J. M., & Mora-Bonilla, M. F. (2017). Análisis sensorial de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). *Orinoquia*, 21(1), 15-25.
- Hospital, X. F., Carballo, J., Fernandez, M., Arnau, J., Gratacos, M., & Hierro, E. (2015). Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry-fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. *Food Control*, 57, 275-281.
- Huang, S., Tsai, Y., & Chen, C. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(6), 875-880.
- IDAL. (2011). Determinación de cenizas. Método Gravimétrico.
- INEN0779. (1985). Carne y productos cárnicos. Determinación de grasa libre.
- INEN1338. (2010). Carne y productos cárnicos. Productos canricos crudos, productos canricos cocidos, productos canricos curados-madurados y productos canricos semicocidos-cocidos. Requisitos.
- INEN, N. (1985). Carne y productos canricos. Determinacion de pH
- Kayisu, K., Hood, L. F., & Vansoest, P. J. (1981). Characterization of starch and fiber of banana fruit. *Journal of Food Science*, 46(6), 1885-1890.
- Kumar, V., Kumar Biswas, A., Kumar Chatli, M., & Sahoo, J. (2011). Effect of banana and soybean hull flours on vacuum-packaged chicken nuggets during

- refrigeration storage. *International journal of food science & technology*, 46(1), 122-129.
- Lalaleo Córdova, D. J. (2017). *Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir de harina y residuos de banano de rechazo*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Lanza, J. G., Churión, P. C., & Gómez, N. (2016). Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *Saber*, 28(2), 245-249.
- Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266-1289.
- Lorenzo, J. M., Temperán, S., Bermúdez, R., Cobas, N., & Purriños, L. (2012). Changes in physico-chemical, microbiological, textural and sensory attributes during ripening of dry-cured foal salchichón. *Meat science*, 90(1), 194-198.
- MAGAP. (2014). Boletín situacional del Banano (pp. 7): Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Martínez Montes, Y., Viana, B., & Fuentes Rosado, L. G. D. (2012). *Elaboración de chorizos de carne de res y de cerdo con adición de proteasas (bromelina)*. Universidad de Cartagena.
- Martínez, O., Calderón, B. L., Rodríguez, J. P., Cabrera, C. Z., & Valle, F. M. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Revista Colombiana de Química*, 44(2), 16-21.
- Mata, C. (1999). Empleo de fermentos lácticos en la fabricación de productos cárnicos. *Doctor en Veterinaria. Córdoba.: Universidad de Córdoba*.
- ME-711.02-023. (2015). Determinación de humedad en alimentos. Método de estufa universal.
- Modi, V., Yashoda, K., & Naveen, S. (2009). Effect of carrageenan and oat flour on quality characteristics of meat kofta. *International Journal of Food Properties*, 12(1), 228-242.
- Mohapatra, D., Mishra, S., & Sutar, N. (2010). Banana and its by-product utilisation: an overview.

- Moreno Mejia, J. M., Blanco Urina, C., & Mendoza Torres, R. J. (2009). Buenas prácticas agrícolas en el cultivo del banano en la Región del Magdalena.
- Moreno Toasa, G. A. (2015). *Utilización de harina de plátano (musa balbisiana), en el desarrollo de películas biodegradables activas.*
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004). New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 15(9), 452-457.
- Ortega Alvarado, J. E. (2016). *Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (Musa acuminata AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Peñalba, F. (2011). *Evaluación del efecto de tratamientos de sal y soluciones antimicrobiales en las propiedades físicas, microbiológicas y sensoriales de la tripa de cerdo en el chorizo criollo Zamorano.* Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-2012.
- Pietrasik, Z., & Janz, J. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*, 43(2), 602-608.
- Pinero, M., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., De Moreno, L. A., Ferrer, M., Araujo, S., & Barboza, Y. (2008). Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat science*, 80(3), 675-680.
- PRT-701.03-019. (2009). Procedimiento para determinar fibra dietética total. Método Enzimático - Gravimétrico.
- Ramírez-Camargo, E. E., Marulanda, A. M., & Orrego, J. A. (2016). Desarrollo de una Mezcla de Fibras y Almidones como Reemplazante de Grasa para Productos de Pasta Fina tipo Salchicha. *Información tecnológica*, 27(1), 41-52.
- Resconi, V. C., Keenan, D. F., García, E., Allen, P., Kerry, J. P., & Hamill, R. M. (2016). The effects of potato and rice starch as substitutes for phosphate in and degree of comminution on the technological, instrumental and sensory characteristics of restructured ham. *Meat science*, 121, 127-134.
- Rodríguez-Ambriz, S., Islas-Hernández, J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., & Bello-Perez, L. A. (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 107(4), 1515-1521.

- Sachindra, N., Sakhare, P., Yashoda, K., & Rao, D. N. (2005). Microbial profile of buffalo sausage during processing and storage. *Food Control*, *16*(1), 31-35.
- Saifullah, R., Abbas, F., Yeoh, S., & Azhar, M. (2009). Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. *International Food Research Journal*, *16*(3), 373-379.
- Schmiele, M., Mascarenhas, M. C. C. N., da Silva Barretto, A. C., & Pollonio, M. A. R. (2015). Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. *LWT-Food Science and Technology*, *61*(1), 105-111.
- Shand, P. (2000). Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. *Journal of Food Science*, *65*(1), 101-107.
- Silva Yanes, A. Y. (2016). *Proyecto de inversión para una productora y comercializadora de harina de banana*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas.
- Singh, J., Kaur, A., Shevkani, K., & Singh, N. (2015). Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *International journal of food science & technology*, *50*(5), 1190-1197.
- Skrede, G. (1989). Comparison of various types of starch when used in meat sausages. *Meat science*, *25*(1), 21-36.
- Varga-Visi, E., & Toxanbayeva, B. (2017). Application of fat replacers and their effect on quality of comminuted meat products with low lipid content: A review. *Acta Alimentaria*, *46*(2), 181-186.
- Vargas García, Y. E. (2018). Obtención de productos con valor agregado a partir de banana de rechazo en el contexto ecuatoriano.
- Velasco, V. A. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *INGRESAR A LA REVISTA*, *8*(2), 46-56.
- 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.
- Wang, Y., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory

- quality in two types of snacks. *LWT-Food Science and Technology*, 47(1), 175-182.
- Wolter, H., Laing, E., & Viljoen, B. C. (2000). Isolation and identification of yeasts associated with intermediate moisture meats. *Food Technology and Biotechnology*, 38(1), 69-76.
- Yang, H.-S., Choi, S.-G., Jeon, J.-T., Park, G.-B., & Joo, S.-T. (2007). Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat science*, 75(2), 283-289.
- Yousefi, M., Farshidi, M., & Ehsani, A. (2018). Effects of lactoperoxidase system-alginate coating on chemical, microbial, and sensory properties of chicken breast fillets during cold storage. *Journal of Food Safety*, e12449.
- Zhang, P., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2005). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *Carbohydrate polymers*, 59(4), 443-458.