

**SUSTITUCION PARCIAL DE GRASA POR FIBRA DIETARIA DE  
CASCARA DE PLATANO HARTON (MUSA PARADISIACA) EN  
SALCHICHON CERVECERO**

**Investigador Principal**

**JHON WILLIAM MENDOZA CALDERON**

**Estudiante de Ingeniería de Alimentos**

**Universidad de Pamplona**

**Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos**

**“GINTAL”**

**Grupo de Investigación:**

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y VIDA ÚTIL DE LOS PRODUCTOS  
AGROALIMENTARIOS**

**INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA**

**2019**

**SUSTITUCION PARCIAL DE GRASA POR FIBRA DIETARIA DE  
CASCARA DE PLATANO HARTON (MUSA PARADISIACA) EN  
SALCHICHON CERVECERO**

autor

**JHON WILLIAM MENDOZA CALDERON**

Director

**YANINE Y. TRUJILLO NAVARRO**

**PhD. Tecnología, Calidad y Marketing en Industrias Agroalimentarias**



**INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, DICIEMBRE DE 2019**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado va dedicado primeramente a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin rendirme.

A mis padres, novia y hermana que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar esta etapa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con este objetivo.

A mis padres Wilson Mendoza y Nohelia Calderón quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia y buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

A mi novia Leidy Laverde por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

A mi hermana Paola Mendoza por su apoyo incondicional, respeto, amor y confianza.

A mis amigos Daniel, Mayerly, David y Diego por su lealtad apoyo y confianza.

A la PhD Yanine Trujillo, por su liderazgo, paciencia, dedicación, y por aportarme conocimientos para el desarrollo de este proyecto

A todos los docentes que me aportaron conocimientos académicos y valores, en especial a los profesores Oscar Fiallo y María Lucila Monroy.

Y a todos los compañeros con los que compartí algún espacio académico.

## TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN .....	1
2. MARCO REFERENCIAL .....	3
2.1 SALCHICHÓN CERVECERO .....	3
2.1.1 Proceso de elaboración de salchichón cervecero.....	3
2.1.2 Componentes principales en la elaboración de salchichón cervecero .....	4
2.2 FIBRA DIETARIA.....	13
2.2.1 Clasificación de la fibra dietaria .....	14
2.2.2 Fibra dietaria como sustituto de grasa en productos cárnicos.....	16
2.2.3 Fuentes de fibra dietaria.....	17
2.2.4 Propiedades fisiológicas de la fibra dietaria .....	22
2.2.5 Propiedades tecnológicas de la fibra dietaria .....	23
3. OBJETIVOS .....	25
3.1 Objetivo General.....	25
3.2 Objetivos Específicos .....	25
4. METODOLOGÍA.....	26
4.1 Extracción de fibra dietaria de plátano hartón .....	26
4.1.1 Composición química de la fibra .....	26
4.1.2 Funcionalidad tecnológica .....	28
4.2 Elaboración del salchichón cervecero .....	30
4.2.1 Pruebas fisicoquímicas al salchichón cervecero .....	32
4.2.2 Evaluación sensorial.....	35

4.2.3 Determinación de la formulación optima.....	36
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DIETARIA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO HARTÓN.....	37
5.2 FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE FIBRA DIETARIA, OBTENIDA DE CÁSCARA DE PLÁTANO, EN SALCHICHÓN CERVECERO A PARTIR DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA, TECNOLÓGICA Y SENSORIAL.....	40
6. CONCLUSIONES.....	48
7. RECOMENDACIONES.....	50
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	60

## INDICE DE FIGURAS

		<b>PAG</b>
<b>Figura 1.</b>	Efectos del remplazo de grasa animal en productos cárnicos	12
<b>Figura 2.</b>	Aporte nutricional por cada 100g de plátano hartón	19
<b>Figura 3.</b>	Rendimiento de la cáscara de plátano al ser sometida al proceso de obtención de una fuente de fibra dietaria	22
<b>Figura 4.</b>	Formato para la evaluación sensorial	36

## INDICE DE TABLAS

		PAG
<b>Tabla 1.</b>	Requisitos de composición y formulación productos cárnicos cocidos	4
<b>Tabla 2.</b>	Formulaciones estudiadas	31
<b>Tabla 3.</b>	Características fisicoquímicas de la fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano Hartón	37
<b>Tabla 4.</b>	Características tecnológicas de la fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano Hartón	39
<b>Tabla 5.</b>	Composición proximal y índices	41
<b>Tabla 6.</b>	Características fisicoquímicas y tecnológicas de las diferentes formulaciones	44
<b>Tabla 7.</b>	Perdidas por cocción del salchichón cervecero	44
<b>Tabla 8.</b>	Pérdidas por goteo en salchichón para las diferentes formulaciones	45
<b>Tabla 9.</b>	Pérdidas por goteo en salchichón cervecero durante el almacenamiento	46



## INDICE DE GRAFICOS

	PAG
<b>Grafico 1.</b> Prueba discriminativa apareada simple para las formulaciones de salchichón cervecero estándar	47

## **1. RESUMEN**

El progresivo interés de los consumidores por su salud y bienestar, contiguo con la preocupación por adquirir en su alimentación habitual alternativas que favorezcan a elevar su nivel de complacencia, ha obligado a la industria de alimentos a orientarse en la búsqueda de medios que le permitan satisfacer estas necesidades. De este modo, en la actualidad el consumidor valora de forma positiva aquellos alimentos que, además de proporcionar nutrientes esenciales para el normal desarrollo y funcionamiento del organismo (fibra, vitaminas, hidratos de carbono, lípidos, proteínas), poseen sustancias con posibles efectos saludables a largo plazo.

Por ello, en el presente proyecto se estableció la obtención de la fibra dietaria a partir de la cáscara de plátano variedad hartón para sustituir grasa en salchichón cervecero económico. La fibra dietaria fue extraída partiendo de la selección; pasando por un pelado a mano, lavado, troceado, arrastre de almidón, molido y secado. En el proceso de extracción de la fibra se obtuvo un rendimiento del  $\approx 4,6\%$ . Se determinaron los valores de fibra soluble y fibra insoluble, siendo (4,26 y 95,73) respectivamente, también fue caracterizada en términos de: capacidad de retención de agua (9,22g), capacidad de absorción de agua (8,44g), capacidad de absorción de moléculas orgánicas (2,20g), y capacidad de absorción de aceite (2,26g). Adicional a esto se evaluó el efecto fisicoquímico, tecnológico y sensorial de la sustitución de grasa por fibra dietaria a partir de cáscara de plátano hartón. La sustitución de grasa por fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano Hartón, es rentable técnica, económica y nutricionalmente, en donde una sustitución del 10% de la grasa por fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano mejora características tecnológicas aumentando la capacidad de retención de agua, disminuyendo la pérdida de goteo, siendo sensorialmente mejor que el producto sin sustitución de grasa. Teniendo en cuenta estos resultados es

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano  
hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

positivo y rentable para la fabricación de un salchichón cervecero estándar saludable.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 SALCHICHÓN CERVECERO**

Producto cárnico procesado, embutido, cocido, que en su superficie de corte muestra trozos de carne y grasa visibles, con la adición de sustancias de uso permitido y cuyo diámetro es mayor o igual a 40 mm (ICONTEC, 2008).

#### **2.1.1 Proceso de elaboración de salchichón cervecero**

En la elaboración de salchichón cervecero se requieren de diferentes etapas que conllevan desde la selección hasta el almacenamiento, las cuales se describen a continuación.

**Selección de las carnes:** obtener carnes lo más magras posibles., retirar cartílagos, tendones, y restos de hueso. Separar el tocino del cuero.

**Pesaje:** pesar las carnes de acuerdo con la formulación. Pesar los demás ingredientes, y colocarlos en recipientes por separado.

**Molido:** moler la carne con el disco de orificios más pequeño. Las 2/3 partes de la grasa molerlas con el disco de oficios grandes y 1/3 restante se pica con un cuchillo formando cubos de 5-10 milímetros.

**Mezclado:** en el proceso la carne y la grasa se vuelven una pasta que es la base de los embutidos escaldados. Su principio consiste en mezclar, homogeneizar carnes, grasa, agua y aditivos. La temperatura de la carne siempre debe ser muy baja, no pasar de 15 °C.

**Embutido:** para el salchichón se utiliza tripa fibrosa de un diámetro de 50 a 60 milímetros. La pasta obtenida se introduce en la embutidora con la boquilla para tal fin; se embute el producto en la tripa, evitando que quede aire en el interior y buscando que el producto quede muy firme.

**Ahumado:** el producto inicialmente es ahumado por 1 hora a una temperatura de 55°C.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**Escaldado:** este proceso se lleva a cabo en una marmita eléctrica (75 °C), en donde se disponen los salchichones por un tiempo que depende del calibre de la tripa, siendo necesario un minuto por cada mm.

**Choque térmico:** cumplido el tiempo de escaldado se aplica agua a chorro con el fin de enfriar el producto.

### 2.1.2 Componentes principales en la elaboración de salchichón cervecero

De acuerdo a la norma NTC 1325, el salchichón es un producto cárnico cocido que debe contener en su formulación proteína, grasa, agua, almidón y proteína no cárnica, los cuales determinan si el producto es clasificado como Premium, seleccionada o estándar (Tabla 1).

**Tabla 1.** Requisitos de composición y formulación productos cárnicos cocidos

Parámetro*	Premium		Seleccionada		Estándar	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Proteína (N x 625), en fracción de masa	14		12		10	
Grasa, en fracción de masa		28		28		28
Humedad más grasa, en fracción de masa		86		88		90
Almidón, en fracción de masa		3		6		10
Proteína no cárnica, en fracción de masa		3		3		6

El salchichón es un derivado cárnico con un elevado contenido de proteínas de elevado valor biológico por su composición en aminoácidos esenciales y con un contenido mínimo en hidratos de carbono sin significación cuantitativa. Constituye una buena fuente de minerales (hierro hemo, magnesio, zinc, fósforo, selenio y sodio) y de vitaminas del grupo B, especialmente de niacina. Contiene pequeñas cantidades de vitamina E y trazas de vitamina A. Debido

a su contenido en grasa y en sodio (derivado del proceso de elaboración del embutido), su consumo debe realizarse de manera ocasional y en cantidad moderada.

### **2.1.2.1 Grasa**

La grasa es definida por la norma INCONTEC 1325 como tejido adiposo comestible de los animales de abasto, presente en los productos cárnicos cocidos hasta en un 28%.

Este componente constituye la reserva energética más importante del organismo, aportan 9 kilocalorías por gramo (Kcal/g), transportan vitaminas liposolubles y se encuentran en gran variedad de alimentos y preparaciones. Además, desarrollan funciones fisiológicas, inmunológicas y estructurales.

El consumo de alimentos ricos en grasas trans y saturadas es creciente. Según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 (ENSIN), 95% de la población consume alimentos fritos, 73% consume embutidos, 69.6% consume productos de paquete y 50% consume comidas rápidas.

Esta grasa es fundamentalmente saturada y monoinsaturada, mientras que el contenido en colesterol es similar a la media de los alimentos del grupo de cárnicos y derivados. Actualmente, las recomendaciones nutricionales van en la línea de disminuir el contenido en grasa de la dieta, especialmente, la grasa saturada, y de colesterol por el impacto que tienen en la etiología de algunas enfermedades crónico degenerativas (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011).

La organización mundial de la salud recomienda limitar la cantidad de grasa en la dieta entre 15 a 30% de la ingesta diaria total, con grasas saturadas que comprenden solo el 10% de ese total (WHO, 2013).

### ***Función de las grasas***

Las grasas y los aceites han sido utilizados para la elaboración de productos cárnicos, de panadería, bollería, confitería y coberturas, contribuyendo a la

## *Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (*musa paradisiaca*) en salchichón cervecero*

palatabilidad de los alimentos, mejorando su sabor, textura y apariencia y actuando como vehículos de elementos liposolubles que confieren sabor a los alimentos.

Es muy importante en las emulsiones cárnicas, ya que la grasa se mezclará con la carne para formar una pasta, característica básica de las salchichas y de otros embutidos emulsificados (Guerrero y Arteaga, 1990). Difícil para la industria cárnica es el hecho de que estas grasas juegan un papel funcional en los productos en los que se utiliza, ya que estas contribuyen a las propiedades de textura, al sabor, a la jugosidad y a la aceptación sensorial (Barbut 2016, 2015; Herrero et al., 2011).

En la industria cárnica la grasa es añadida a la carne molida en la cutter en combinación con otros ingredientes y agua. La agitación mecánica atrapa a la grasa en la red formada hasta ese momento (después de hidratar y activar con iones a las proteínas). En caso de que la cantidad de proteína sea escasa en el tipo de carne empleada, se debe adicionar un emulsificante u otro tipo de proteína con buena capacidad de emulsión. Factores tales como el tiempo, temperatura, pH, calor generado, tamaño de partícula y tipo específico de grasa o lardo afectan la estabilidad de la emulsión. La capacidad de emulsión (habilidad de unir grasa) es diferente de acuerdo al tipo de músculo, teniendo influencia directa sobre la estabilidad de emulsión, que vendría a ser el desempeño de la red proteína agua/grasa bajo presión. Esto aunado a las diferentes capacidades de los componentes de las proteínas musculares miofibrilares, especialmente miosina, de emulsificar grasa en comparación con las sarcoplasmicas, determina la estabilidad de la emulsión (Terrel, 1980).

### ***Sustitutos de grasa***

Los sustitutos de grasas son productos derivados de triacilglicéridos o de otras materias primas como proteínas y carbohidratos cuyo aporte calórico es cero o muy bajo.

Otro concepto diferente al de los sustitutos de grasas, es el de los productos que imitan a las grasas y que se utilizan para reemplazar a estas. Ellos simulan a las grasas sin poseer ninguno de sus componentes ni características nutricionales, aunque también aportan calorías, pero en menor magnitud.

Los sustitutos pueden utilizarse en reemplazo total de las grasas, en cambio los productos que imitan a las grasas, solo pueden reemplazar una fracción de estas sin alterar notoriamente el comportamiento y las características organolépticas del producto al que se han incorporado.

Los sustitutos de grasas, llamados así genéricamente, incluyendo a los imitadores de grasas, ya están disponibles con el propósito de satisfacer una creciente demanda. Es posible que estos productos revolucionen el mercado a través del concepto de "comer sin engordar" (Valenzuela B & Sanhueza C, 2008).

### ***Tipos de sustitutos de grasa en la elaboración de productos cárnicos***

Numerosas investigaciones han venido desarrollándose con el propósito de establecer alternativas que permitan sustituir parcial o totalmente la grasa de cerdo en las formulaciones cárnicas (Otiniano et al., 2019; Francia et al., 2019; Bis-Souza et al., 2019; Hjelm et al., 2019; Tátero et al., 2019; Calderón et al., 2018; Del campo et al., 2017; Han et al., 2017; Schmiele et al., 2015; Choi et al., 2014), en donde se ha sustituido grasa dorsal por fibras dietarias, cepas probióticas, fibra de trigo, fibra de centeno, fibra de cebada, fibra de lía, fibra de chíá, fibra de avena y fibra de cáscara de maracuyá. Dentro de estas alternativas, se destaca el uso de una serie de ingredientes no cárnicos los cuales pueden contribuir a un mínimo de calorías en las formulaciones y ayudar a mantener las características organolépticas y tecnológicas las cuales pueden variar por la disminución de la grasa, entre los cuales se citan agua, carbohidratos, proteínas vegetales.

**Agua:** el uso de agua para sustituir la grasa, normalmente se ha realizado en concentraciones entre 7.0% hasta 25% del contenido total de grasa. Al



disminuir grasa y compensar la cantidad reducida con agua se provocan cambios adversos en la textura y propiedades mecánicas de productos emulsionados, disminuyendo la dureza. Esta disminución en la dureza por la reducción del nivel de grasa y adición de agua, provoca un aumento en el volumen de la fase continua de la emulsión, alterando la fuerza iónica del medio y disminuyendo la concentración de proteína miofibrilar extraída capaz de actuar en la formación de la matriz proteica del gel. Así mismo, al incorporar agua al sistema en la elaboración de salchichas bajas en grasa, se disminuye la capacidad de retención de agua reflejándose en mayor contenido de humedad y mayores pérdidas de cocción (Rivera Ruiz, 2012).

**Carbohidratos:** el uso de carbohidratos como gomas e hidrocoloides para sustituir grasa, generalmente es debido a que proveen viscosidad en la formación del gel, contribuyendo a la disminución de calorías y en algunos casos dando un efecto benéfico en la salud como fibras dietéticas, también mimetizan el efecto de la grasa, estabilizando el agua añadida en la matriz del gel resultando en una lubricidad y liberación de humedad similar a los productos altos en grasa (Ahmad y Kaleem, 2018; Nakashima et al., 2018; Kaur y Sharma, 2019). Esta capacidad que tienen al estabilizar el sistema es porque pueden disminuir las interacciones específicas entre partículas de grasa dispersas por aumento de la densidad y gelificación de la emulsión (Rivera Ruiz, 2012).

Los reemplazantes de grasa a base de carbohidratos logran imitar la grasa de manera tal que permiten alcanzar una lubricidad y una humedad similar a la de los productos altos en grasa, debido a la adición de agua en una matriz de gel. Establecen que un agente formador de gel se puede agregar para mejorar la ligazón de agua y la estabilidad al calor en salchichas cocidas al retener el agua añadida, indica que, entre los carbohidratos, los hidrocoloides o gomas han sido los más usados en la formulación de productos cárnicos bajos en grasa debido en gran parte a su capacidad para ligar agua y formar geles (Ahmad y Kaleem, 2018; Nakashima et al., 2018; Rivera Ruiz, 2012).

Botella Martínez, C. M. (2019), en el presente trabajo, se determinó la composición química, físico-química, tecnofuncional, así como el contenido de compuestos bioactivos y el poder antioxidante de la harina de castaña. Tras esto, dicha harina junto a diferentes aceites vegetales, en concreto de lino y aguacate, se usaron para generar dos emulsiones diferentes y así ser usado como sustituto de grasa animal en la formulación del producto cárnico cocido tipo salchicha Frankfurt. Se determinaron las diferencias existentes entre propiedades químicas, fisicoquímicas, tecnológicas, texturales y sensoriales entre las distintas formulaciones obtenidas. Bis-Souza, CV, Pateiro, M., Domínguez, R., Penna, AL, Lorenzo, JM y Barretto, ACS (2020). La sustitución de fibra dietética y cepas probióticas para reducir el contenido de grasa de las salchichas fermentadas se ha utilizado para el desarrollo de productos cárnicos innovadores y más saludables. Para este estudio, la grasa del lomo fue reemplazada parcialmente por fructooligosacáridos (FOS) y las cepas probióticas *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus rhamnosus*. El reemplazo de grasa resultó en una disminución significativa ( $P \leq .05$ ) en el contenido de grasa (29%) en comparación con la formulación de control (sin sustitución de grasa). La adición de FOS no tuvo un efecto significativo en los recuentos microbianos; sin embargo, se observaron reducciones en Enterobacteriaceae y levadura cuando *Lactobacillus* También se incorporaron cepas. La inclusión de FOS y cepas probióticas no mostró ningún efecto significativo sobre la oxidación lipídica y la proteólisis.

**Proteínas:** las proteínas como sustitutos de grasa han sido utilizadas debido a su valor nutricional, su solubilidad, viscosidad y alta capacidad de retención de agua. La incorporación de aislado de soya como de concentrado de soya, aumenta la capacidad de retención de agua de salchichas, reflejándose en una mayor dureza y aumento del contenido de proteína, pero disminuye el contenido de cenizas y luminosidad de las emulsiones. En el caso de lacto suero, su uso aumenta la pérdida de grasa y color rojo, disminuyendo la aceptabilidad del producto. La combinación del uso de soya y plasma de

sangre, influyó en las propiedades texturales y de unión, ya que su incorporación en boloñas dio estructuras más duras y con mayor capacidad de retención de agua (Rivera Ruiz, 2012).

Los reemplazantes de grasa a base de proteína se han utilizado con éxito en la elaboración de productos cárnicos picados, debido a su gran potencial como expendedores, a su alto valor nutricional y a su amplia gama de propiedades funcionales como solubilidad, viscosidad y capacidad de retención de agua (YS, et al., 2010).

### ***Efecto de la reducción de grasa y su sustitución en productos cárnicos***

En la elaboración de productos cárnicos, la disminución de grasa a concentraciones de 5% hasta 20%, ha implicado una reducción en su contenido de humedad resultado de la baja capacidad de retención de agua, ocasionando mayores pérdidas de cocción en el proceso de calentamiento y por consiguiente menor jugosidad. También la disminución de grasa tiene efecto en el color y textura de los productos, disminuyendo la luminosidad y color amarillo y proporcionando una textura firme.

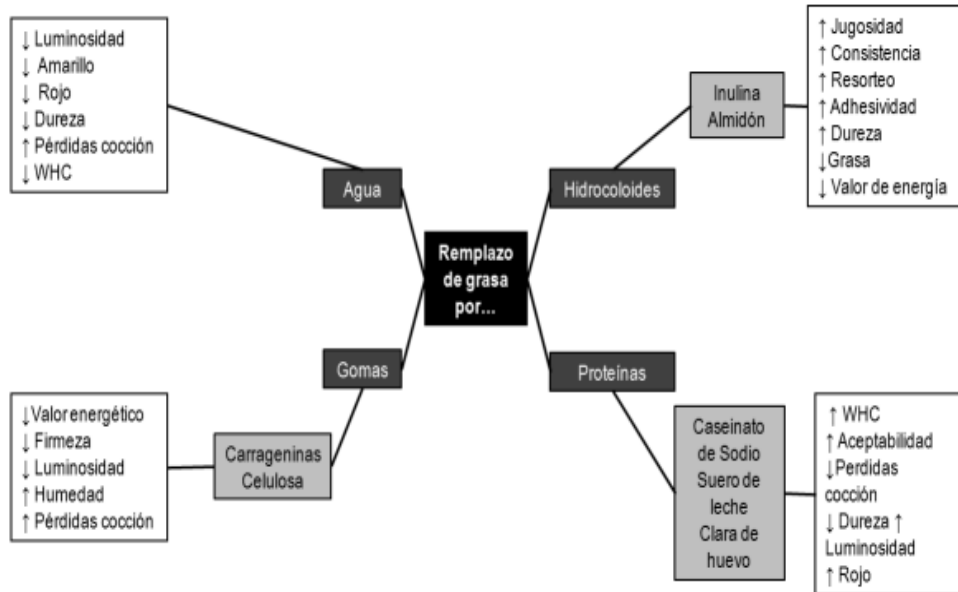
La reducción de la grasa animal en los productos cárnicos emulsionados o reemplazo de esta con agua, gomas, hidrocoloides, proteínas y aceites vegetales, modifica las propiedades funcionales de los productos cárnicos emulsionados como el rendimiento, la estabilidad a la cocción y la capacidad de retención de agua, las cuales tienen efecto sobre el contenido de humedad y rancidez oxidativa (figura 1). Así mismo la textura y color de los productos es determinante de las propiedades fisicoquímicas de cada una de estas alternativas que pueden determinar la calidad y aceptabilidad del producto. Finalmente, todas estas alternativas tienen ventajas y desventajas en su uso y aplicación, pero son propuestas óptimas en la elaboración de alimentos mejores (Rivera Ruiz, 2012; Vargas, 2018; Otiniano, 2019; Lozano, 2019; Barbut, 2019).

Ramos, L., & Kioomi, C. (2017), evaluó el efecto de la sustitución de grasa por aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (5, 7.5 y 10%) y harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) (2, 4 y 6%) variedad Inguiri sobre el contenido de grasa, el rendimiento de cocción, el índice de peróxidos, el color, la firmeza y aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno. Se analizó el contenido de grasa e índice de peróxidos en hamburguesa cruda; el color y firmeza en hamburguesa cruda y cocida; rendimiento de cocción y aceptabilidad general en hamburguesa cocida. El análisis de varianza determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano sobre el contenido de grasa e índice de peróxidos en hamburguesa cocida y el valor de  $b^*$  en hamburguesa cruda de carne de vacuno. El tratamiento con 10% y 6% de sustitución de grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano, respectivamente, permitió obtener el mayor rendimiento de cocción (96.5%), menor contenido de grasa (14.75%) y mejor firmeza (3.04 N) en hamburguesa cocida. El tratamiento de aceite de sacha inchi al 5% y de harina de plátano al 2%, permitió obtener el menor índice de peróxidos (12.12 meq O / kg) en hamburguesa cocida; mejores valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en hamburguesa cruda (58.05 $L^*$ , 4.17 $a^*$  y 13.02 $b^*$ , respectivamente); mejores valores de  $L^*$  y  $b^*$  (39.13 $L^*$  y 12.84  $b^*$ , respectivamente) en hamburguesa cocida; y el mejor valor de firmeza (0.71 N) en hamburguesa cruda. El tratamiento de aceite de sacha inchi al 7.5% y harina de plátano al 4% presentó el mejor valor de  $a^*$  (5.88  $a^*$ ) en hamburguesa cocida. La sustitución de grasa por 10% de aceite de sacha inchi y 6% de harina de plátano, presentó mayor aceptabilidad general con un valor de rango promedio de 6.22 y una moda estadística de 7 puntos, que corresponde a una percepción de “me agrada moderadamente”. (Hjelm, 2019) afirmó que la inclusión de colágeno modificó los atributos tecnológicos y sensoriales y aparece como un ingrediente prometedor para el desarrollo de estrategias de reemplazo de grasas en la fabricación de carne procesada, (Barbut, 2016) concluye que los resultados del estudio “Uso potencial de organogel para reemplazar la grasa animal en productos cárnicos triturados”

## Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (*musa paradisiaca*) en salchichón cervecero

demuestran la posibilidad de usar organogeles para reemplazar la grasa de la carne de res y dependiendo de la formulación para manipular las propiedades de textura para parecerse a los productos tradicionales pero con menor contenido de grasa saturada.

**Figura 1.** Efectos del remplazo de grasa animal en productos cárnicos



### ***Perspectivas en el uso de sustitutos e imitadores de grasas y aceites en la alimentación humana***

Sin lugar a dudas, los sustitutos o los productos de imitación de grasas y aceites, pueden constituir una panacea para aquellos que libran una eterna batalla contra los kilos demás, ya sea por razones estéticas o de salud. Sin embargo, es necesario ser cautelosos. Dentro de los llamados sustitutos, solamente Salatrim y Olestra, son productos plenamente comerciales de relativo éxito. Salatrim tiene una amplia potencialidad de aplicaciones, ya que se trata de una mezcla de triacilglicéridos, que mantiene todas las propiedades de estos. Sin embargo, al ser metabolizable, también tiene un efecto calórico, que, aunque menor que el de una grasa convencional, es superior al de carbohidratos y proteínas. Por esta razón, no se puede esperar resultados

espectaculares de reducción de la ingesta de grasa cuando se consume este producto (Valenzuela B & Sanhueza C, 2008).

## **2.2 FIBRA DIETARIA**

La American Association of Cereal Chemist (2001) la define como: “la fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta.”

La fibra dietaria ha sido investigada profundamente tanto en el campo de la nutrición como en el de la ciencia y la tecnología de los alimentos (Villaruel et al., 2003) debido a la funcionalidad tecnológica (FT) que la fibra dietaria, dependiendo de su composición, puede conferir a una matriz alimenticia ya sea cárnica, láctea o de galletería. La FT puede generar mejoras en una matriz alimenticia en cuanto a la capacidad de absorción de agua (CAAG), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de aceite (CAAC) y capacidad de absorción de moléculas orgánicas (CAMO) entre otras (Elleuch et al., 2011; Chevance et al., 2000); algunas de estas propiedades tecnológicas son afectadas por los tratamientos mecánicos a los que puedan ser expuestos los materiales ricos en fibra dietaria; por ejemplo, procesos que involucren agitación pueden llegar a generar cambios en la estructura de la fibra, exponiendo grupos hidroxilos libres presentes en la celulosa permitiendo que estos puedan unirse con moléculas de agua (Sangnark y Noomhorm, 2004). Las diferentes bondades de la fibra dietaria pueden ser obtenidas a un bajo costo si se tiene en cuenta que los subproductos agroindustriales que se obtienen de procesos aplicados a cereales, frutas y verduras pueden ser recuperados y usados como ingredientes de alto valor agregado, ya que estos subproductos podrían aportar tanto fibra dietaria como compuestos bioactivos tales como polifenoles y aceites esenciales, los cuales al ser incluidos en matrices alimenticias son vistos por los consumidores desde una perspectiva

preferente (Abdul y Luan, 2000; Schieber et al ., 2001; Elleuch., 2011). En Colombia, por ejemplo, para la agrocadena del plátano con un cálculo estimado de aprovechamiento de la producción por parte del sector agroindustrial en algunos productos para consumo humano, caso de harinas especialmente, algo en productos tipo snack para pasabocas y para productos de consumo animal especialmente en alimentos concentrados, se procesan alrededor de 12.000 t de plátano (Martínez et al ., 2005) lo cual supondría un enorme abastecimiento de subproductos como las cáscaras de plátano, las cuales han sido reportadas como material de bajo costo y recurso de fibra dietaria conformada principalmente por compuestos como celulosa, hemicelulosas y pectinas (Zhang et al ., 2005).

## **2.2.1 Clasificación de la fibra dietaria**

### **2.2.1.1 Fibra insoluble**

La fibra insoluble o poco soluble es capaz de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal. Los componentes de este tipo de fibra son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino (Serra et al., 2006).

Es la base para utilizar la fibra insoluble en el tratamiento y prevención de la constipación crónica. Por otra parte, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (Escudero & González, 2006). Los componentes de la fibra insoluble son:

**Celulosa:** es un polímero de glucosa con enlaces  $\beta$  1-4, la cual no se puede romper por enzimas digestivas endógenas en animales no herbívoros sino por la flora bacteriana. Esta se encuentra en la pared de las células vegetales y por lo tanto es fácil encontrarlo en alimentos de origen vegetal como forrajes, cáscara de cereales, etc. (Miranda, 2006).

**Hemicelulosa:** al igual que la celulosa, esta se encuentra en la pared de las células vegetales. Sin embargo, no es un único compuesto, sino un conjunto de polímeros, como ramnogalacturonanos, arabinogalactanos, xiloglucanos, entre otros. La ausencia y/o presencia dependerá del vegetal que se esté hablando. El nombre deriva a que todos estos componentes están íntimamente relacionados con la celulosa en la pared celular. Es importante señalar que, si bien hay hemicelulosas que son insolubles, hay otras que si son solubles. Esto dependerá de su composición química (Escudero & González, 2006).

**Lignina:** el único componente de la fibra dietaria que no es un polisacárido. Es un polímero de varios alcoholes y ácidos fenilpropílicos (p-coumarilo, coniferilo y alcohol sinapílico). Una propiedad interesante de este polímero es su capacidad de unirse a los ácidos biliares y al colesterol retrasando o disminuyendo su absorción en el intestino delgado (Escudero y González, 2006).

#### **2.2.1.2 Fibra soluble**

La fibra soluble es la fibra hidrosoluble, es decir que en contacto con el agua se disuelve formando un retículo de gran viscosidad (gel).

Es muy fermentable por los microorganismos intestinales, por lo que produce gran cantidad de gas en el intestino. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia (Serra et al., 2006).

Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico e hidrocbonatado (Escudero & González, 2006). Los componentes de la fibra soluble son:

**Pectinas:** homopolisacárido compuesto de unidades repetidas de Ac. Galacturónico. En laboratorio, la transformación del grupo carboxilo de este ácido en metil ester, da a lugar el ácido pectínico, o también llamada la pectina



soluble. Son fáciles de encontrar en la porción carnosa de las frutas, verduras y plantas comestibles, además de la parte blanca de la cáscara de los cítricos (Miranda, 2006).

**Mucílagos:** son polímeros pobres en ácido urónico. Es de naturaleza viscosa. Se encuentra en el interior de las semillas y algas (como el agar agar) y no está en la pared celular (Miranda, 2006).

**Gomas:** al contrario de los mucílagos, estas están formada por largas cadenas de ácido urónico, xilosa, arabinosa o manosa. Previenen de la transformación de polisacáridos de la pared celular. Se encuentran en arábigo, karaya, tragacanto, gelana (Escudero y González, 2006). Además, existen sustancias análogas a la fibra que corresponden a la inulina, fructooligosacáridos, almidón resistente y azúcares no digeribles, las cuales en sus mayorías son solubles en agua (Grabitske y Slavin, 2009).

### **2.2.2 Fibra dietaria como sustituto de grasa en productos cárnicos**

Diferentes ingredientes ricos en fibra han venido utilizándose recientemente como aditivos funcionales en numerosos productos cárnicos picados y emulsionados con el fin de apoyar y garantizar la ligazón; lo que ha resultado en la producción de productos cárnicos bajos en grasa más estables y con mejores propiedades de textura (Tatero, 2019 ;Pietrasik y Janz, 2010). Fibras de varios vegetales (trigo, avena, remolacha) y frutas (naranja, manzana, melocotón) han sido utilizadas en la elaboración de derivados cárnicos reducidos en grasa (Mansour y Khalil, 1999; Piñero et al., 2008; Vural et al., 2004; García et al., 2007; Fernández et al., 2007). García et al (2002), obtuvieron salchichas con un valor energético 35% menos en comparación con un control (25% grasa), fortificadas con fibra dietética y con un perfil sensorial aceptable, al adicionar varias fibras dietarias (trigo, avena, manzana, melocotón y naranja). Mendoza et al. (2001), concluyeron que la inulina en polvo podría ser un excelente reemplazante de grasa en salchichas fermentadas, ya que da al producto final una textura suave, una elasticidad y

adherencia similar a una salchicha convencional y un aumento de las propiedades nutricionales (Pacheco Pérez, et al., 2011),

Otiniano Pulido, R. A. (2019), investigó el efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por salvado de avena (0, 6, 10 y 14%) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*). Se analizó la firmeza y la aceptabilidad general en hamburguesa cocida, y el rendimiento de cocción y el color en hamburguesa cruda y cocida. El efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena es significativo sobre el rendimiento de cocción (cocido/crudo) en la hamburguesa de carne de vacuno, y sobre el valor de color  $b^*$  en la hamburguesa de carne de vacuno cocida; el efecto no es significativo sobre la firmeza y la aceptabilidad general. Así mismo, no presentó efecto significativo sobre los valores de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en la hamburguesa de carne de vacuno cruda; los valores de color  $L^*$  y  $a^*$  en la hamburguesa de carne de vacuno cocida mostraron el mismo comportamiento. La hamburguesa cocida con 14% de sustitución parcial de grasa de cerdo por salvado de avena (S3), permitió obtener el mayor valor de rendimiento de cocción (86.18%), firmeza (9.19 N), los valores de color más altos:  $L^*$  (34.7),  $a^*$  (5.39) y  $b^*$  (6.93), y la mayor aceptabilidad general (8) en la hamburguesa de carne de vacuno cocida. Rabasco Coll, M. (2019) concluyó que los resultados muestran que, al incorporar quinoa, dátil y membrillo a un paté, se mejora la composición nutricional (se reduce la grasa y se incorpora fibra), se produce una disminución del pH y que, a pesar de tener unas características muy diferentes a un paté convencional, es aceptado por los consumidores.

### **2.2.3 Fuentes de fibra dietaria**

La fibra alimentaria se encuentra en las frutas (pera, fresa, mora, frambuesa, grosella y naranja), las verduras (col de bruselas, alcachofa, cebolla, ajo, maíz, guisantes, judías verdes, etc.), las legumbres (lentejas, garbanzos, etc.) y los granos de cereal enteros (salvado de trigo, de avena, pan de cereales

integrales o multocereales, etc.). A menudo, la fibra alimentaria se clasifica según su solubilidad, en fibra soluble o insoluble. Ambos tipos de fibra se encuentran en distintas proporciones en los alimentos que contienen fibra. La avena, la cebada, las frutas, las verduras y las legumbres son buenas fuentes de fibra soluble. Los cereales integrales y el pan integral son fuentes ricas en fibra insoluble (Quiroz Gallardo, 2009).

Las propiedades funcionales de la fibra están influenciadas por la matriz estructural de la fibra, la relación fibra dietaria insoluble/fibra dietaria soluble (FDI/FDS), el tamaño de la partícula, la fuente, así como por el grado y el tipo de procesamiento llevado a cabo (Quiroz Gallardo, 2009).

### **2.2.3.1 Plátano Hartón**

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) es uno de los productos agrícolas más indispensables de la dieta alimentaria, especialmente, para la población de escasos recursos de los países tropicales, ya que es uno de los alimentos que más aporta calorías. El cultivo de plátano en Colombia ha sido un sector tradicional de economía campesina, de subsistencia para pequeños productores, de alta dispersión geográfica y de gran importancia socioeconómica, desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo (Castaño et al. 2012; Villaverde et al. 2013). Aunque hay muchas variedades, las más cultivadas son: Hartón (*Musa* ABB Simmonds), Morado (*M. paradisiaca*), Cachaco (*M. sapientum*), Topocho o Cuatrofilos (*M. ABB silver bluggoe*), Pelipita (*M. ABB*), Maqueño (*M. balbisiana*), entre otros (Lucas et al. 2012).

### **Aporte nutricional del plátano hartón**

**Figura 2.** Aporte nutricional por cada 100g de plátano hartón

Por 100 gramos:

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	143	Fibra (g)	0.30	Vitamina C (mg)	30
Proteína	1.10	Calcio (mg)	8	Vitamina D (i $\mu$ g)	-
Grasa Total (g)	0.20	Hierro (mg)	2	Vitamina E (mg)	0
Colesterol (mg)	-	Yodo (i $\mu$ g)	-	Vitam. B12 (i $\mu$ g)	-
Glúcidos	38.30	Vitamina A (mg)	0	Folato (i $\mu$ g)	0

(Fundación Universitaria Iberoamericana , 2017)

### **Obtención de la fuente de fibra dietaria de plátano hartón**

**Recepción:** se recibieron 50 kg de plátano verde, de no más de 1 día de cosechado, de la variedad hartón Dominico, proveniente de la zona de los departamentos de Armenia y Quindío, Colombia en la planta de carnes del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá ( Alarcón García, 2013).

**Selección de plátanos:** se seleccionaron los plátanos que poseían un grado de deterioro muy bajo en la superficie de la cáscara, a través de inspección visual directa.

**Pelado de los plátanos:** los plátanos seleccionados fueron pelados a mano y las cáscaras fueron sumergidas en una solución de eritorbato de sodio y ácido cítrico (a una concentración de 1% y 0,5% respectivamente) para evitar el pardeamiento enzimático de las cáscaras mientras se terminaba el pelado de los plátanos. Lo anterior acorde con lo reportado por Iyengar y McEvily (1992) y Son, Moon y Lee (2001).

**Lavado:** se realizaron tres lavados consecutivos a las cáscaras, utilizando tres litros de solución de eritorbato y ácido cítrico (a una concentración de 1% y 0,5% respectivamente) por cada kilogramo de cáscara

**Molienda en húmedo:** posterior al lavado se sometieron las cáscaras a una molienda en húmedo.

**Molino de martillos:** en primera instancia se usó una criba de 1,5 cm y se siguió con una segunda molienda en la que se usó una criba de 1 mm para generar un tamaño de partícula que permitiera manipular la cáscara para poder arrastrar con agua el almidón presente.

**Proceso de arrastre de almidón:** se realizó un arrastre de almidón mediante lavados sucesivos con agua de la cáscara de plátano previamente molida utilizando un filtro de tela según la metodología.

**Secado:** la porción remanente del proceso de arrastre de almidón se sometió a secado en un secador de aire forzado marca ThermoScientific, Alemania, hasta alcanzar una humedad aproximada de 5%.

**Molido del material seco:** se procedió a moler el material seco en un molino de martillos con una criba que generara un tamaño máximo de 595 micras.

#### ***Fracciones de fibra dietaria soluble e insoluble en la fuente de fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano***

La fuente de fibra dietaria presentó valores para fibra dietaria total (FDT), fibra dietaria soluble (FDS) y fibra dietaria insoluble (FDI) de 46,79%, 1,68% y 45,12% respectivamente. El valor de FDT de esta fuente de fibra obtenida a partir de cáscara de plátano resulta ser superior a otras fuentes de fibra reportadas como la de fibra dietaria 22 de naranja a la que se le atribuye un nivel de FDT de 36,9% (Grigelmo and Martina, 1999), el salvado de arroz con nivel de FDT de 27,04% según Abdul y Luan (2000) y fibra de mango concentrada con un nivel de FDT reportado por Vergara et al. (2007) de 28,05%. Otros recursos como el del salvado de trigo que presenta valores de FDT de 44,46% (Prosky et al.,1988) se encuentra en un nivel más próximo.

Por otro lado, también se pueden encontrar recursos con mayores niveles de FDT como la cáscara de limón, la cual puede llegar a presentar valores de FDT

que oscilan entre 60,1% y 68,3% (Figueroa et al., 2005). Por lo anterior se puede considerar que la fuente de fibra obtenida a partir de cáscara de plátano resulta ser una fuente de fibra relativamente alta, lo cual sugeriría que tiene un gran potencial para su aplicación como ingrediente funcional en productos procesados. Fuentes de fibra reconocidas por sus efectos beneficios sobre la función intestinal poseen un componente mayoritario de fibra insoluble con respecto a su valor de FDT, mientras otros recursos con altos niveles de FDS son reconocidas por generar efectos positivos como disminuir la aparición enfermedades crónicas cardiovasculares y disminución del índice glicémico en sangre entre otros (American Dietetic Association, 2008); tal es el caso del salvado de trigo, cuyo consumo ha sido fuertemente asociado a una disminución de la probabilidad de contraer cáncer de colon aun cuando en la misma dieta se encuentran altas cantidades de grasa (Alabaster, Tang and Shivapurkar, 1997), lo cual indicaría que la fuente de fibra obtenida a partir de cáscara de plátano podría tener un efecto importante sobre la función intestinal y por tanto podría ser pertinente considerar esta fuente de fibra como un ingrediente funcional en un producto con altos niveles de consumo dentro de un grupo poblacional determinado.

#### ***Rendimiento del proceso de extracción de fibra de la cascara de plátano hartón***

El proceso de obtención de la fuente de fibra obtenida a partir de cáscara de plátano presenta lo que se puede considerar como un bajo rendimiento ya que la masa del 21 porcentaje final obtenido con respecto a la masa inicial del fruto disminuye hasta un 4,16% y con respecto a la cáscara disminuye hasta un valor de 12,06% como se muestra en la (Tabla 1). Aun así este aspecto no podría considerarse como una desventaja ya que se está usando como materia prima un subproducto de la agroindustria, cáscara de plátano, como lo señalan Zhang et al. (2005) al sugerir que estos subproductos pueden constituir una fuente de bajo costo de fibra dietaria ( Alarcón García, 2013).

**Figura 3.** Rendimiento de la cáscara de plátano al ser sometida al proceso de obtención de una fuente de fibra dietaria

<b>Etapa de proceso</b>	<b>Con respecto al fruto Kg</b>	<b>% de rendimiento/etapa</b>		<b>Masa de cáscara de plátano</b>
Masa inicial	50	100,00		50 kg
Selección de plátanos	48,45	96,90		48,45 kg
<b>Pelado: obtención de cáscaras</b>	17,25	<b>35,60</b>	<b>17,25</b>	<b>100,00</b>
Lavado	18,34	106,32	18,34	106,32
Molienda en húmedo	16,96	92,48	16,96	98,32
Arrastre de almidón: afrecho	12,52	73,82	12,52	72,58
Secado	2,17	17,33	2,17	12,58
Molido	2,08	95,85	2,08	12,06
Rendimiento final		4,16		12,06

## 2.2.4 Propiedades fisiológicas de la fibra dietaria

### ***Función intestinal***

La fibra alimentaria, especialmente la fibra insoluble, ayuda a prevenir el estreñimiento al incrementar el peso de las heces y al reducir la duración del tránsito intestinal. Los ácidos grasos de cadena corta, producidos cuando la fibra fermenta por la acción de las bacterias intestinales, son una fuente importante de energía para las células del colon y pueden inhibir el crecimiento y la proliferación de células cancerígenas en el intestino (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Niveles de glucosa en la sangre***

La fibra soluble puede ralentizar la digestión y la absorción de hidratos de carbono y, por consiguiente, reducir el aumento de glucosa en la sangre que se produce después de comer y la respuesta insulínica (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Colesterol sanguíneo***

Prevención de la enfermedad cardíaca coronaria (ECC), mejorar los perfiles de lípidos en la sangre (Quiroz Gallardo, 2009).

## **2.2.5 Propiedades tecnológicas de la fibra dietaria**

### ***Capacidad de retención de agua (CRA)***

La propiedad más importante desde el punto de vista tecnológico es la capacidad de ligar agua. Las fibras solubles, como la pectina y gomas, poseen una mayor CRA que las fibras celulósicas. El pH del medio, por lo general influencia en la capacidad de retención de agua que tienen las fibras. Además, es una interesante propiedad de hidratación de la fibra dietaria, pues su consumo puede estar directamente relacionado con su capacidad de provocar una mayor sensación de saciedad. La CRA indica la capacidad que tiene la fibra para aumentar su volumen en presencia de un exceso de agua y se expresa en ml/g (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Capacidad de ligar grasa***

La capacidad de una fibra de ligar grasa depende más de la porosidad de la fibra que de afinidad molecular. Por esta razón, en el fin de evitar la absorción de grasa, es recomendable colocar la fibra en el agua primero, para que el agua llene los poros e impida la entrada de grasa (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Viscosidad***

Fibras, como la pectina, gomas y polisacáridos extraídos de algas, forman soluciones muy viscosas. Las gomas derivadas de plantas son generalmente las sustancias más utilizadas como espesantes (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Capacidad de formación de gel***

La capacidad para formar gel y las características del gel formado dependerán de una serie de factores, entre ellos la concentración, la temperatura, la presencia de determinados iones y pH (Quiroz Gallardo, 2009).

### ***Capacidad quelante***

Muchos tipos de fibras poseen la capacidad de intercambio catiónico in vitro como un medio de ligar minerales; lo cual contribuye a que se pueda impedir la activación de reacciones de oxidación de lípidos (Quiroz Gallardo, 2009).



### **Capacidad fermentativa**

Las fibras son capaces de fermentar en diversos grados, dependiendo del tipo de ésta (Quiroz Gallardo, 2009).

### **Texturización**

El uso de fibras puede ayudar a la reestructuración de los productos a base de músculo de pescado y carne (Quiroz Gallardo, 2009).

Otras propiedades son la modificación del sabor y la textura, el control de la cristalización del azúcar, la modificación de las propiedades gelificantes y viscosidad, y la estabilización de los productos congelados. Una característica importante es la capacidad de las fibras para evitar la deformación y la disminución de la reestructuración de los productos durante la cocción (Quiroz Gallardo, 2009).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Sustituir parcialmente la grasa por fibra dietaria de cáscara de plátano hartón (*musa paradisiaca*) en salchichón cervecero

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Evaluar las características químicas y tecnológicas de la fibra dietaria obtenida de la cáscara del plátano hartón

Establecer la formulación óptima en la sustitución de fibra dietaria, obtenida de cáscara de plátano, en salchichón cervecero a partir de la calidad fisicoquímica, tecnológica y sensorial

## **4. METODOLOGÍA**

Para efectuar el objetivo específico “EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DIETARIA DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO HARTÓN” se utilizó la siguiente metodología.

### **4.1 Extracción de fibra dietaria de plátano hartón**

30 kg de plátano variedad hartón, producido en Saravena Arauca, fueron adquiridos de un mismo proveedor. Fue seleccionado de acuerdo a su estado de madurez verde y que no tuviera deterioro en la superficie de la cáscara. Posteriormente, se peló a mano y las cáscaras fueron sumergidas en una relación peso/volumen 1:3, en una solución de ácido cítrico (a una concentración de 2%), para impedir el pardeamiento enzimático de las cáscaras mientras se finalizaba el pelado de los plátanos (Iyengar y McEvily 1992; Son et al., 2001). Esta inmersión se realizó en tres momentos, con el fin de retirar el almidón. Finalizado los lavados, las cáscaras fueron sometidas a molienda en húmedo en un molino de martillos. Primeramente, se usó una criba de 1,5cm y se siguió con una segunda molienda en la que se usó una criba de 1 mm que fue útil para forjar un tamaño de partícula que permitió la manipulación de la cáscara para poder arrastrar con agua el almidón presente, se realizó un arrastre de almidón, utilizando un filtro de tela, mediante lavados sucesivos con agua de la cáscara de plátano previamente molida. La porción remanente del proceso de arrastre de almidón fue sometida a secado a una temperatura de 60 °C y a una velocidad de 3,5 m/s, en un secador de aire forzado hasta que alcanzó una humedad aproximada de 5%. Por último, el material seco fue molido en un molino de martillos con una criba con tamaño de partícula máximo de 5 mm.

#### **4.1.1 Composición química de la fibra**

La Fibra dietaria que fue obtenida se caracterizó según el método de fibra dietaria total (FDT, determinada por el método enzimático gravimétrico 985,29 de la AOAC, 1998), fibra dietaria insoluble (FDI, determinada por el método

enzimático gravimétrico, buffer de fosfato 991,42 de la AOAC, 1998) y fibra dietaria soluble (FDS, determinada por cálculo de la diferencia)

$$FDT - FDI = FDS$$

Para la determinación del nivel de fibra dietaria, se usaron cuatro beakers de 600 ml; en tres de ellos fueron dispuestos 0,5 g de muestra previamente pesados y desgrasados con éter de petróleo, el restante se empleó como blanco. Posteriormente, se adicionaron 50 ml de buffer fosfato -  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (pH=6,0) y 100  $\mu\text{L}$  de  $\alpha$  amilasa. Las disoluciones se cubrieron con papel aluminio y se llevaron a baño maría (95 °C) durante 15 min con agitación constante. Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se bajó la temperatura hasta 20°C, para ajustar el pH a 7,5 con la adición de 10 ml de NaOH 0,275 M. Consecutivamente, fueron adicionados 5 mg de proteasa vehiculizada, solución buffer fosfato (0,1 ml) y se procedió a incubar en baño maría a la temperatura de 60°C con agitación constante por un tiempo de 30 min. Posteriormente se atemperaron los recipientes a temperatura ambiente, para ajustar el pH a un valor 4,2 mediante la adición de 10 ml de HCl 0,325M para agregar 100  $\mu\text{L}$  de amilogucosidasa. Se procedió a la incubación de la enzima a temperatura de 60 °C en baño maría con agitación magnética simultánea durante 30 min. Una vez terminada la incubación se atemperaron, y se agregó un volumen de 200 ml de etanol al 95% de pureza y finalmente se dejó reposar durante 24 h, con el objetivo de que con el exceso de etanol generara una precipitación de la fibra soluble presente. El contenido de los beakers fue filtrado en crisoles de placa porosa con cama de celita previamente tarados, por lo que hasta este punto se tenían 4 crisoles con residuos no líquidos. Inmediatamente se eliminó el líquido que contienen los beakers, se procedió a tarar nuevamente los crisoles (con el contenido no líquido de los beakers) y por diferencia se calculó el peso seco de cada residuo. Adicional a lo anterior, uno de los residuos secos de la fuente de fibra de cáscara de plátano contenido en uno de los crisoles fue tomado para la determinación de proteína por el método Kjeldahl, otro para determinación de

cenizas (AOAC, 1998) con el objetivo de restar el peso seco, correspondientes a los valores de proteína, cenizas y blanco, al residuo del tercer crisol con contenido de fuente de fibra de cáscara de plátano para el cálculo del contenido de fibra dietaria total - FDT. La fracción de fibra dietaria insoluble (FDI) fue determinada con los mismos lineamientos que implicaron la incubación de enzimas específicas pero en esta ocasión no fueron adicionados los 200 ml de etanol al 95% ni se permitió un reposo de 24 h por lo cual la fibra soluble no se precipitó y al hacer el filtrado en crisol de placa porosa con cama de celita la fibra soluble no permaneció en el crisol y efectivamente cuando se realizó el respectivo secado, análisis de proteína y cenizas se procedió nuevamente a restar del tercer crisol el peso equivalente a la proteína y las cenizas presentes, así como los residuos del blanco para poder calcular finalmente el valor de FDI. En cuanto a la fracción de fibra dietaria soluble (FDS), ésta se calculó al restar al valor de FDT el valor de FDI. Los anteriores procedimientos fueron realizados por duplicado como para determinación de fibra dietaria total y para la determinación de fibra dietaria insoluble.

#### **4.1.2 Funcionalidad tecnológica**

Se evaluó la funcionalidad tecnológica de la fuente de fibra adquirida de la cáscara de plátano en técnicas de capacidad de absorción de aceite y capacidad de absorción de agua, como la metodología trazada por Rodríguez (1996) y Scheeman (1989), y en técnicas de capacidad de retención de agua y capacidad de absorción de moléculas orgánicas, como la metodología manifestada por Lajolo y Wensel (1998).

##### **4.1.2.1 Capacidad de absorción de agua (CAAG)**

Esta permite evaluar el límite másico de agua que puede ser absorbida por gramo de material seco en presencia de una cantidad exuberante de agua y bajo la acción de una fuerza externa. Se dispuso 1 g de muestra inicial ( $P_i$ ) (g), se agregaron 10 ml de agua, se ajustó el pH a 7,00 con NaOH o HCl 0,1 M, como fue necesario y se controló con un pH-metro, se agitó durante 30 min;

posteriormente, se centrifugó a 3.000 rpm, se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (Pf) (g). La CAAG se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CAAG = \left( \frac{Pf - Pi}{Pi} \right)$$

#### **4.1.2.2 Capacidad de absorción de aceite (CAAC)**

Su principio consiste en determinar el límite másico de aceite que puede ser absorbida por gramo de material seco en presencia de una cantidad exuberante de aceite y bajo la acción de una fuerza externa. Se dispuso de 1 g de muestra inicial (Pi), se agregaron 10 ml de aceite de girasol y se agitó durante 30 min; posteriormente, se centrifugó a 3.000 rpm, se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (Pf) (g). La CAAC se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CAAC = \left( \frac{Pf - Pi}{Pi} \right)$$

#### **4.1.2.3 Capacidad de retención de agua (CRA)**

Se emplea para determinar el límite másico de agua que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de una cantidad exuberante de agua y bajo la acción de una fuerza externa. Se dispuso 1 g de la muestra inicial (Pi), se adicionaron 10 ml de agua destilada, se ajustó el pH a 7,00 con NaOH o HCl 0,1 M como fue necesario, controlado con un potenciómetro, y se agitó durante 30 min; posteriormente, se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente; se centrifugó a 3.000 rpm durante 10 min e inmediatamente se retiró el sobrenadante se pesó el sedimento (Pf) (g). La CRA (%) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CRA = \left( \frac{Pf - Pi}{Pi} \right)$$

#### **4.1.2.4 Capacidad de adsorción de moléculas orgánicas (CAMO)**

Es la habilidad que poseen fracciones de fibra dietaria (especialmente la lignina) para ligar ácidos biliares, sustancias carcinogénicas y muta génicas; también involucra la capacidad de incrementar la excreción de las sustancias mencionadas. Se pesó 1g de muestra ( $P_i$ ), se adicionaron 10 ml de aceite de girasol comercial y se agitó durante 30 min; luego, se dejó en reposo durante 24 h a temperatura ambiente y se centrifugó a 3.000 rpm durante 10 min, inmediatamente se retiró el sobrenadante, se pesó el sedimento ( $P_f$ ) (g). La CAMO (ml/g) se calculó mediante la siguiente relación:

$$CAMO = \left( \frac{P_f - P_i}{P_i} \right)$$

Para cumplir con el objetivo específico “ESTABLECER LA FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE FIBRA DIETARIA, OBTENIDA DE CÁSCARA DE PLÁTANO, EN SALCHICHÓN CERVECERO A PARTIR DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA, TECNOLÓGICA Y SENSORIAL” se llevó a cabo la metodología que se describe a continuación

#### **4.2 Elaboración del salchichón cervecero**

En la elaboración de salchichón cervecero fueron requeridas diferentes etapas que conllevan desde la elaboración de la formulación hasta el almacenamiento, las cuales serán descritas a continuación.

Se elaboraron las 3 formulaciones con su respectiva relación de sustitución de grasa (tabla 2), luego se seleccionaron las carnes lo más magras posibles, se retiraron cartílagos, tendones, y restos de hueso. También fue separado el tocino del cuero, luego se pesaron las carnes y los demás ingredientes de acuerdo con la formulación, consecutivamente se molió la carne con el disco de orificios más pequeño. Las 2/3 partes de la grasa fueron molidas con el disco de oficios grandes y 1/3 restante se picaron con un cuchillo formando cubos de 5-10 milímetros. En el proceso la carne y la grasa se volvieron una

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

pasta que es la base de los embutidos escaldados. Este principio consistió en mezclar, homogeneizar carnes, grasa, agua y aditivos. La temperatura de la carne siempre fue muy baja, la cual no pasó de 15°C. Para el salchichón se usó tripa fibrosa de un diámetro de 50 a 60 milímetros. La pasta obtenida fue introducida en la embudidora con la boquilla para tal fin; se embutió el producto en la tripa, evitando que quedara aire en el interior y buscando que el producto quedara muy firme. Seguidamente el producto fue ahumado por 1 hora a una temperatura de 55°C, luego se llevó a cabo el proceso de escaldado en una marmita eléctrica (75 °C), en donde se dispusieron los salchichones por un tiempo que dependió del calibre de la tripa, siendo necesario un minuto por cada mm. Cumplido el tiempo de escaldado se aplicó agua a chorro con el fin de enfriar el producto.

**Tabla 2.** Formulaciones estudiadas

Materia prima	Muestra patron	Sustitucion al 10%	Sustitucion al 15%	Sustitucion al 20%
	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Res</b>	33,25	29,93	27,72	25,86
<b>Cerdo</b>	16,62	14,97	13,86	12,93
<b>Grasa</b>	11,08	9,98	9,24	8,62
<b>Fibra dietaria</b>	0,0	9,98	14,78	19,82
<b>Condimento</b>	1,11	1,00	1,39	1,29
<b>Harina de trigo</b>	11,08	9,98	9,24	8,62
<b>Fosfatos</b>	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>S/n rojo</b>	0,11	0,10	0,09	0,09
<b>Pimienta</b>	0,55	0,50	0,46	0,43
<b>Humo liquido</b>	0,33	0,30	0,28	0,26
<b>Ajo</b>	0,22	0,20	0,18	0,17
<b>Nitral</b>	0,28	0,25	0,23	0,22
<b>Sal</b>	0,94	0,85	0,79	0,73
<b>Hielo</b>	24,38	21,95	21,71	20,94



#### **4.2.1 Pruebas fisicoquímicas al salchichón cervecero**

##### **4.2.1.1 Humedad**

La prueba de Humedad se realizó mediante el método de secado por termo balanza, que consistió; en pesar de 3 a 4 g de muestra y colocarlos en una charola de aluminio formando una capa lo más homogénea posible. Se colocó la charola con muestra en el espacio destinado para ello en la termo balanza y se encendió el equipo. Luego se registró la pérdida de peso o en su caso, el porcentaje de humedad, después de 10-15 min o bien cuando ya no hubo variación en la lectura Kirk et al, 1996.

##### **4.2.1.2 Capacidad de retención de agua (CRA)**

En un tubo de polipropileno de 50 ml para centrífuga previamente pesado se dispusieron 0,5g de muestra y se hidrataron con 30 ml de agua destilada, la muestra se agitó suavemente para una mejor dispersión. Se dejó en reposo por 18 h a temperatura de 20°C. Consecutivamente se centrifugó a 3000 rpm por 20 min, seguidamente se eliminó el sobrenadante y se filtró por medio de un papel de filtro pesado con anterioridad. Se pesó el residuo húmedo y se secó en estufa por 12 h a temperatura de 102°C. Seguidamente se pesó el residuo seco. La capacidad de retención de agua se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CRA = \frac{\text{Peso residual humedo} - \text{Peso residual seco}}{\text{Peso residual seco}}$$

##### **4.2.1.3 Perdidas de agua por goteo**

Se fundamenta en la pérdida de peso de la muestra al conservarlas almacenadas por un determinado tiempo manteniendo las condiciones de temperatura y humedad; para ello se realizó la toma de datos desde el primer día de fabricación (día cero) hasta que transcurrieron 8 días de

almacenamiento, manteniéndolas en una temperatura de refrigeración (4°C). Los resultados fueron expresados a partir de la siguiente formula:

$$\% \text{ de pérdidas por goteo} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100\%$$

#### **4.2.1.4 Determinación de grasa**

La determinación del contenido graso se realizó utilizando un extractor tipo Soxhlet. Dado que los lípidos presentes en las muestras a analizar podrían estar parcialmente ligados o absorbidos a proteínas y/o carbohidratos, antes de la extracción propiamente dicha se realizó un tratamiento ácido y posterior secado de la muestra. El porcentaje de grasa total se calculó según la siguiente ecuación:

$$\%Grasa = \frac{M2 - M1}{m} * 100\%$$

Donde M2 es el peso (g) del matraz con el extracto etéreo, M1 es el peso (g) del matraz de extracción vacío, m el peso (g) de la muestra empleada.

#### **4.2.1.5 Determinación del contenido de nitritos**

Se tomó una muestra del producto cárnico y se homogenizó pasándola dos veces a través de un picador de carne y luego se mezcló. Luego se mantuvo bajo refrigeración en un recipiente completamente lleno, hermético y cerrado. Se pesaron 10 g aproximadamente de la muestra de ensayo, con aproximación a 0,001 g, esta fue transferida consecutivamente a un matraz cónico y se agregaron sucesivamente 5 ml de solución de bórax saturada y 100 ml de agua a una temperatura mínima de 70 °C, se calentó el matraz durante 15 minutos en un baño de agua hirviendo y se agitó repetidamente, el matraz se dejó enfriar y su contenido, a temperatura ambiente y se agregaron sucesivamente 2 ml de reactivo I y 2 ml de reactivo II. Estos se mezclaron muy bien después de cada adición. Se transfirió el contenido a un matraz

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

volumétrico aforado de 200 ml y se diluyó con agua hasta completar el volumen consecutivamente fue mezclado. Se dejó reposar el matraz durante 30 min a temperatura ambiente y se decantó cuidadosamente el líquido sobrenadante para ser filtrado a través de papel de filtro acanalado, y así obtener una solución clara. Luego con una pipeta fue transferida una porción alícuota del filtrado de 25 ml, a un matraz volumétrico aforado de 100 ml y se agregó agua para obtener un volumen aproximado de 60 ml, se agregaron 10 ml de solución I, seguidos por 6 ml de solución III, se mezclaron y se dejara la solución durante 5 min a temperatura ambiente, en la oscuridad, luego se agregaron 2 ml de la solución II, se mezcló y se dejó la solución de 3 min a 10 min a temperatura ambiente en la oscuridad y se diluyó con agua hasta el volumen, consecutivamente Se midió la absorbancia de la solución en una celda de 1 cm usando un colorímetro fotoeléctrico o espectrofotómetro, a una longitud de onda de aproximadamente 538 nm.

Se llevaron a cabo dos determinaciones independientes, comenzando con diferentes porciones de ensayo tomadas de la misma muestra de ensayo. Se hizo una determinación en blanco. Con una pipeta se transfirieron 10 ml de agua y 10 ml de cada una de las tres soluciones normalizadas de nitrito de sodio que contenían 2,5 µg, 5,0 µg y 10,0 µg de nitrito por mililitro respectivamente a cuatro matraces aforados de 100 ml.

Se calculó el contenido de nitrito de la muestra, expresado como miligramos de nitrito de sodio por kilogramo, usando la fórmula:

$$NaNO_2 = \frac{c \times 2\,000}{(m \times V)}$$

Dónde: m = es la masa, en g, de la porción de ensayo.

V = es el volumen, en ml, de la alícuota del filtrado tomado para la determinación fotométrica

c = es la concentración de nitrito de sodio, en µg/ml, leídos de la curva de calibración, que corresponde a la absorbancia de la solución preparada a partir de la muestra para ensayo

#### **4.2.1.6 Pérdidas por cocción**

Para determinar las pérdidas por cocción se dividió la diferencia del producto crudo y el peso del producto cocido ya embutido con el peso del producto embutido sin cocer multiplicándolos por 100, utilizando la siguiente ecuación

$$\text{Rendimiento por cocción} = \frac{\text{Peso del producto crudo} - \text{Peso del producto embutido cocido}}{\text{Peso del producto embutido crudo}} * 100$$

#### **4.2.2 Evaluación sensorial**

Para realizar la evaluación sensorial del salchichón cervecero, se empleó un panel conformado por 30 personas consumidoras, para lo cual se aplicó una prueba de comparación por parejas, evaluándose los atributos de: color, sabor, dureza, elasticidad y jugosidad, en donde se empleó como muestra de referencia el salchichón cervecero 100% grasa porcina, la cual se comparó con las tres formulaciones de sustitución de grasa. Cada muestra fue presentada en una porción de 28 g de salchichón, y codificada con números aleatorios de 3 dígitos. A cada uno de los jueces se les hizo de entrega un formato para realizar la correspondiente evaluación, en donde se les solicitó que evaluaran cada muestra teniendo en cuenta una escala de tres puntos, siendo (1) peor, (2) igual y (3) mejor (Figura 4). Esta actividad se realizó en el laboratorio de evaluación sensorial de la Universidad de Pamplona, sede Pamplona.

Los resultados fueron interpretados estadísticamente teniendo en cuenta las tablas estándar de significancia para pruebas de dos muestras, asumiendo un nivel de probabilidad del 5%.

**Figura 4.** Formato para la evaluación sensorial

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
INGENIERIA DE ALIMENTOS

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Compare cada muestra codificada con la muestra patrón "534", y valore si su calidad global es mejor o peor que la de la muestra patrón. Marque su respuesta en el cuadro correspondiente con una **X**.

Parejas a comparar	Mejor (3)	Igual (2)	Peor (1)
534-456			
534-428			
534-645			

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLABORACION

Ac  
Ve

#### 4.2.3 Determinación de la formulación óptima

Para establecer la formulación óptima de la sustitución parcial de grasa por fibra dietaria, en la elaboración de salchichón cervecero, se analizaron los resultados obtenidos estadísticamente empleándose el método análisis de la varianza (ANOVA) en donde se consideró como variable dependiente el porcentaje de sustitución (10- 20) % de fibra y como variables de respuestas dependientes (humedad, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de agua por goteo, rendimiento por cocción, grasa y nitritos) con el fin de evaluar la calidad del salchichón cervecero obtenido en las formulaciones propuestas definiéndose el porcentaje de fibra dietaria extraída de la cáscara de plátano hartón óptimo en la sustitución. Se analizó a partir de una prueba post hoc, del modelo de Fisher (LSD) con un nivel de significación del 5%.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DIETARIA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO HARTÓN

En la tabla 3 se exponen las características fisicoquímicas de la fibra dietaria obtenida de la cáscara de platano. Durante la obtención se presentó un rendimiento del 4,6% que podría declararse como un rendimiento bajo, pero si se tiene en consideración resultados como los de Alarcon et al., (2013), quienes obtuvieron el 2% empleando como material vegetal platano Dominico harton, son superiores. Asi mismo, es importante tener en cuenta otros rendimientos obtenidos apartir de la cáscara de frutos como la maracuyá, en donde autores como Baquero (1996) indican un rendimiento de 12,6.

En lo que respecta a las características de la fibra, se puede observar que esta compuesta por el 95,73% de fibra dietaria insoluble (FDI) y 4,25% de fibra soluble (FDS) siendo representativa si se considera reportes en los que indican 96,43% de FDI y 3,57% de FDS.

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas de la fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano Hartón

Componente	%
Humedad	7,99 ± 0,025
Fibra soluble	4,26 ± 0,275
Fibra insolube	95,73 ± 0,275

n= 2,  $\bar{x} \pm \delta$

Estos resultados obtenidos a partir de cáscara de plátano resultan ser superiores a otras fuentes de fibra reportadas como la de fibra dietaria de naranja, a la que se le atribuye un nivel de FDT de 36,9% (Grigelmo y Martín, 1999), el salvado de arroz, con nivel de FDT de 27,04% según Abdul y Luan (2000), y fibra de mango concentrada, con un nivel de FDT expresado por Vergara et al. (2007) de 28,05%. Otros recursos como el del salvado de trigo, que presenta valores de FDT de 44,46% (Prosky et al., 1988), se encuentra en un nivel más próximo. También, se pueden encontrar recursos con mayores niveles de FDT como la cáscara de limón, la cual puede llegar a presentar valores de FDT que oscilan entre 60,1% y 68,3% (Figueroa et al., 2005).

Por lo anterior, se puede considerar que la fibra dietaria obtenida de cáscara de platano harton resulta ser una fuente de fibra relativamente alta, lo cual sugiere que tiene un gran potencial para su aplicación como ingrediente que aportaría una fracción fibrosa en cantidades significativas en productos procesados con miras a buscar que una inclusión mínima de fibra dietaria pueda beneficiar al consumidor con los efectos fisiológicos registrados en la literatura científica (Slavin, 2008 y Codex Alimentarius Commission, 2009).

En referencia a las características tecnológicas (Tabla 4), la fibra dietaria presenta una excelente capacidad de retención de agua si se le compara con resultados en donde especifican valores en la capacidad de retención de agua de 9,77g, al extraerse este componente nutricional en condiciones ambiente (Alarcon et al.,2013). Aun así, es baja, dado que una alta capacidad de retención de agua oscila entre 10-12 g/g (Abarca, 2010) siendo esta propiedad de la cual depende el efecto fisiológico de la fibra, donde componentes como la lignina le confiere un medio hidrofóbico (Ramírez et al., 2002), impidiendo el nivel de incorporación máximo a un alimento, también se afecta la viscosidad del producto facilitando o dificultando su procesamiento. Los principales

factores que influyen en la capacidad de retención de agua, en la fibra se encuentran el tamaño de partícula, pH, fuerza iónica, porosidad, capilaridad y tipo de estructura de las fibras que son específicas de cada compuesto (Abarca, 2010; Matos et al., 2010).

**Tabla 4.** Características tecnológicas de la fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano Hartón

<b>Característica</b>	<b>Cantidad (g/g materia seca)</b>
Capacidad de absorción de agua	8,42± 0,01
Capacidad de absorción de aceite	2,26± 0,03
Capacidad de retención de agua	9,22± 0,015
Capacidad de adsorción de moléculas orgánicas	2,20± 0,02

n= 2,  $\bar{x} \pm \delta$

En lo que respecta a la capacidad de absorción de aceite la fibra obtenida de las cáscaras de plátano hartón se caracterizan por absorber 2,26g/g de materia seca, resultado que concuerda con (Alarcon, 2013) quien especifica una capacidad de 2,1g de absorción de aceite por gramo de fibra.

Es importante destacar otros materiales vegetales como el mesocarpio de coco, del cual se ha establecido que tiene una capacidad de absorción de aceite de 4,99 g/ g de materia seca (Rincón et al., 2016).

En referencia a la capacidad de adsorción de moléculas orgánicas, la cáscara de plátano presenta una capacidad de 2,20g muy similares a los que se han reportado en salvado de trigo (1,98), (Zambrano et al., 2001) y superiores a los de fibra de chíá (1,09) (Vázquez et al., 2009), por lo cual se podría considerar que esta fibra podría tener una gran capacidad de interactuar con



compuestos no solo grasos sino también carcinogénicos y tóxicos entre otros, permitiendo que este tipo de moléculas perjudiciales para la salud humana puedan ser excretados en las heces tal como lo exponen Zhang et al. (1994), en una investigación donde aplicaron pruebas clínicas a ocho personas sometidas a una dieta que comprendía pan bajo en fibra durante tres semanas y posteriormente a una dieta que comprendía pan rico en fibra durante tres semanas observando que las heces de las personas objeto de estudio, tuvieron mayor presencia de energía, grasa y de compuestos nitrogenados, entre otros, durante el periodo en que tuvieron la dieta que incluía pan alto en fibra. Los resultados de esta investigación al compararlos con los obtenidos en fibra de plátano hartón por (Alarcón, 2013) son muy similares, (2,16g), lo que expone que existe muy poca variación respecto al proceso de extracción, variedad y procedencia

La fibra de cáscara de plátano hartón tiene una capacidad de absorción, la cual permite tener una valoración positiva como materia prima en la elaboración de productos cárnicos, generando beneficios desde lo tecnológico, hasta lo nutricional.

## **5.2 FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE FIBRA DIETARIA, OBTENIDA DE CÁSCARA DE PLÁTANO, EN SALCHICHÓN CERVECERO A PARTIR DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA, TECNOLÓGICA Y SENSORIAL**

Inicialmente y empleando la ecuación de feder se calculó con ayuda de Microsoft Excel la composición proximal de las formulaciones planteadas para el presente estudio, con el fin de verificar la composición proximal de las cuatro formulaciones y compararlas con la normativa NTC1325 para establecer la categoría de los productos elaborados.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

La tabla 5 expone los resultados de dicha composición proximal en donde se presenta que, las formulaciones de salchichón cervecero son establecidas como producto estándar, teniendo en cuenta principalmente los componentes, proteína y almidón

**Tabla 5.** Composición proximal y índices

<b>Composición proximal</b>				
	<b>Muestra patrón</b>	<b>Sustitución al 10%</b>	<b>Sustitución al 15%</b>	<b>Sustitución al 20%</b>
<b>Proteína total (%)</b>	10,768	9,694	8,977	8,374
<b>Grasa (%)</b>	17,856	16,074	14,886	13,885
<b>Humedad(%)</b>	55,023	48,425	45,564	42,520
<b>Almidón (%)</b>	12,314	11,086	10,266	9,576
<b>Sal (%)</b>	1,949	1,754	1,881	1,755
<b>Fosfatos (%)</b>	0,406	0,366	0,493	0,460
<b>Ascorbato (%)</b>	0,055	0,050	0,069	0,065
<b>Ppm Nitritos</b>	194	175	162	151
<b>Relaciones de componentes</b>				
<b>Humedad/proteína (%)</b>	5,1	5,0	5,1	5,1
<b>Grasa/proteína (%)</b>	1,7	1,7	1,7	1,7
<b>Sal/humedad (%)</b>	3,5	3,6	4,1	4,1
<b>Balance de agua (%)</b>	0,4	1,4	0,6	0,6

n=1

En la tabla 5, se puede observar que los contenidos de proteína de los productos a los cuales se les sustituyó grasa por fibra dietaria, cumplen con lo exigido por la norma técnica colombiana 1325, categorizando los productos

como estándar. Mientras que las proporciones de almidón en todos los productos sobre pasan el limite excepto en el producto con sustitución al 20%.

La relación humedad/ proteína en todos los productos presentó un valor óptimo, ya que se encontraba dentro del rango de 4,1- 5,1, esto garantiza un producto jugoso y duro, al relacionar los componentes de grasa/ proteína se obtienen resultados de 1,7, valor que está dentro del rango óptimo que se establece para tener un corte limpio y un producto firme. La relación sal humedad específica la vida útil del producto, en este caso el salchichón como es un producto que no se empaqueta al vacío, se le declara una vida útil de entre 15-30 días, para que este tiempo de vida útil se cumpla el producto debe tener una relación sal/ humedad mínima de 3,5, es decir todos los productos elaborados cumplen con este parámetro.

En la tabla 6 se exponen los resultados de las características, físicas, químicas y tecnológicas obtenidas en las formulaciones estudiadas. Observándose los resultados de humedad, en donde se observa que el salchichón cervecero elaborado con el 100% de grasa (16,89% en su composición), presenta una humedad del 61%, al cual al sustituirse la grasa por fibra dietaria extraída cáscara de plátano aumenta la humedad, conforme aumenta porcentaje de sustitución presente en el producto final.

El agua es uno de los componentes mayoritarios de los productos cárnicos, la cual está fuertemente ligada a las proteínas hidrosolubles a través de puentes de hidrogeno. Las fibras dietéticas han sido estudiadas en la ciencia y tecnología de los alimentos por su funcionalidad tecnológica, debido a las propiedades que confiere a una matriz alimenticia como la cárnica, específicamente mejorando la capacidad de absorción de agua, la retención de agua, absorción de aceite y adsorción de moléculas orgánicas, por lo que es un ingrediente que presenta beneficios tecnológicos y nutricionales (Ramírez et al., 2016). La pasta cárnica elaborada con fibra presentó mayor valor en la humedad con respecto a la patrón, esto se da por una mayor adición

de agua, dentro de las pastas cárnicas con reducción de grasa, la cual es compensada por la inclusión de la fibra.

Claramente estos resultados evidencian como la fibra presenta una buena capacidad de retención de agua siendo esta una característica fundamental en la formulación del producto cárnico. Las diferentes sustituciones realizadas con la fibra dietaria de cáscaras de plátano, presentan valores de retención de agua que son significativamente mayores conforme se aumenta el uso de esta fibra, siendo importante al sustituir el 20% la grasa de la formulación por este componente nutricional. Estadísticamente los resultados demuestran que tanto la humedad como la capacidad de retención de agua difiere significativamente, entre la muestra patrón y las sustituciones consideradas en este estudio.

En lo que corresponde a los valores obtenidos de nitritos en las 4 formulaciones se tienen valores por debajo de lo que especifica la norma cumpliéndose con este requisito. Los resultados reflejan que conforme se aumenta el componente fibra dietaria dentro de la formulación los residuales de nitrito se reducen significativamente, desde la menos concentración utilizada. La grasa siendo el componente más variable también se ve la reducción en el producto obtenido, está se encuentra directamente relacionado con la sustitución realizada con fibra dietaria uso de carbohidratos como gomas e hidrocálidos para sustituir grasa, generalmente es debido a que proveen viscosidad en la formación del gel, contribuyendo a la disminución de calorías y en algunos casos dando un efecto benéfico en la salud como fibras dietéticas, también mimetizan el efecto de la grasa, estabilizando el agua añadida en la matriz del gel resultando en una lubricidad y liberación de humedad similar a los productos altos en grasa (Ahmad y Kaleem, 2018; Nakashima et al., 2018; Kaur y Sharma, 2019).

**Tabla 6.** Características fisicoquímicas y tecnológicas de las diferentes formulaciones

Formulación	Humedad (%)	Capacidad de retención de agua (g)	Nitritos ( $\mu\text{g/L}$ )	Grasa (%)
Patrón	61,32 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	4,1 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	192800 $\pm$ 113,14 <sup>a</sup>	17,89 $\pm$ 0,035 <sup>a</sup>
Sustitución al 10%	67,43 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	4,42 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	162500 $\pm$ 353,55 <sup>b</sup>	16,09 $\pm$ 0,014 <sup>b</sup>
Sustitución al 15%	68,98 $\pm$ 0,042 <sup>c</sup>	4,58 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	165000 $\pm$ 141,42 <sup>c</sup>	14,77 $\pm$ 0,035 <sup>c</sup>
Sustitución al 20%	71,55 $\pm$ 0,11 <sup>d</sup>	5,1 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	121800 $\pm$ 254,56 <sup>d</sup>	13,74 $\pm$ 0,028 <sup>d</sup>
<b>p- valor</b>	0,000	0,003	0,000	0,000

n= 2,  $\bar{x} \pm \delta$ ,  $p \leq 0,05$

Durante el proceso de cocción del salchichón cervecero se evaluaron, las pérdidas con el fin de identificar si la fibra suministraba alguna ventaja en relación a esta propiedad, resultados que se representan en la tabla 7 en donde se identifica que la muestra patrón durante la cocción es la que presenta una mayor pérdida. Aunque todos los salchichones elaborados muestran pérdida por cocción significativa, al sustituir la grasa por fibra dietaria obtenida de la cáscara de plátano se reduce estas pérdidas, conforme se aumenta el porcentaje de sustitución.

**Tabla 7.** Pérdidas por cocción del salchichón cervecero

Pérdidas por cocción (%)	
Patrón	4,24
10%	4,2
15%	3,57
20%	3,03

n= 4

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

Los resultados obtenidos en la pérdida por goteo se registran en las tablas 8, en donde se evidencia que la muestra patrón presenta una mayor migración de agua hasta el exterior, lo que conlleva a una menor vida útil en anaquel, además de presentar exudados durante el almacenamiento. Las formulaciones en donde se sustituyó la grasa presentaron una menor migración de agua comparada con la muestra patrón, la cual fue reduciéndose conforme se sustituye en mayor proporción la grasa por la fibra. Se presume que la celulosa mantiene gran porcentaje de agua en su forma de gel previamente activado, en donde los resultados evidenciados en este estudio se asemejan a los de Morales et al., (2009), quienes concluyen que la inclusión de fibra, junto con la reducción de la grasa genera una mayor capacidad de retención de agua en el producto cárnico

**Tabla 8.** Pérdidas por goteo en salchichón para las diferentes formulaciones

<b>Formulación</b>	<b>Pérdida por goteo (%)</b>
Patrón	3,6717±2,482 <sup>a</sup>
Sustitución al 10%	2,6406±1,752 <sup>ab</sup>
Sustitución al 15%	2,1678±1,44 <sup>b</sup>
Sustitución al 20%	1,9761±1,319 <sup>b</sup>

n= 18,  $\bar{x} \pm \delta$

Durante el almacenamiento del salchichón cervecero se evaluó, las pérdidas por goteo con el fin de identificar si la fibra proporcionaba alguna ventaja en relación a esta propiedad tecnológica, resultados que se observan en la tabla 9 en donde se identifica que la muestra patrón durante los 9 días de almacenamiento es la que presenta una mayor pérdida, la cual es significativa a partir del segundo día de almacenamiento. Aunque todos los salchichones elaborados presentan pérdida por goteo significativa a partir del segundo día, al sustituir la grasa por fibra dietaria obtenida de la cáscara de plátano se reduce significativamente estas pérdidas, conforme se aumenta el porcentaje de sustitución.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**Tabla 9.** Pérdidas por goteo en salchichón cervecero durante el almacenamiento

Día	Pérdida por goteo en producto			
	Patrón 0%	Sustitución al 10%	Sustitución al 15%	Sustitución al 20%
1	0,0000±0,00 <sup>a</sup>	0,0000±0,00 <sup>a</sup>	0,0000±0,00 <sup>a</sup>	0,0000±0,00 <sup>a</sup>
2	0,9100±0,014 <sup>b</sup>	0,6700±0,014 <sup>b</sup>	0,5500±0,021 <sup>b</sup>	0,4950±0,00707 <sup>b</sup>
3	1,8400±0,014 <sup>c</sup>	1,325±0,021 <sup>c</sup>	1,075±0,021 <sup>c</sup>	0,9800±0,014 <sup>c</sup>
4	2,4600±0,028 <sup>d</sup>	1,9450±0,007 <sup>d</sup>	1,6250±0,007 <sup>d</sup>	1,4650±0,021 <sup>d</sup>
5	3,7050±0,021 <sup>e</sup>	2,6500±0,028 <sup>e</sup>	2,1600±0,014 <sup>e</sup>	1,9800±0,014 <sup>e</sup>
6	4,5900±0,028 <sup>f</sup>	3,3250±0,021 <sup>f</sup>	2,7000±0,028 <sup>f</sup>	2,4450±0,021 <sup>f</sup>
7	5,7050±0,035 <sup>g</sup>	3,9650±0,021 <sup>g</sup>	3,250±0,028 <sup>g</sup>	2,9750±0,007 <sup>g</sup>
8	6,4600±0,014 <sup>h</sup>	4,6200±0,028 <sup>h</sup>	3,975±0,021 <sup>h</sup>	3,4800±0,014 <sup>h</sup>
9	7,750±0,2121 <sup>i</sup>	5,2650±0,021 <sup>i</sup>	4,350±0,014 <sup>i</sup>	3,9650±0,007 <sup>i</sup>
p-valor	0,000	0,000	0,000	0,000

n= 18,  $\bar{x} \pm \delta$ ,  $p \leq 0,05$

En la gráfica.1 se puede observar, que, 21 personas señalaron que el producto con sustitución al 10% era mejor que el producto patrón, mientras que el producto con sustitución al 20% fue catalogado como peor por 26 personas, por lo que, según las tablas estándar de significancia para pruebas de dos muestras (Anexo 8), asumiendo un nivel de probabilidad del 5%, hay diferencia significativa.

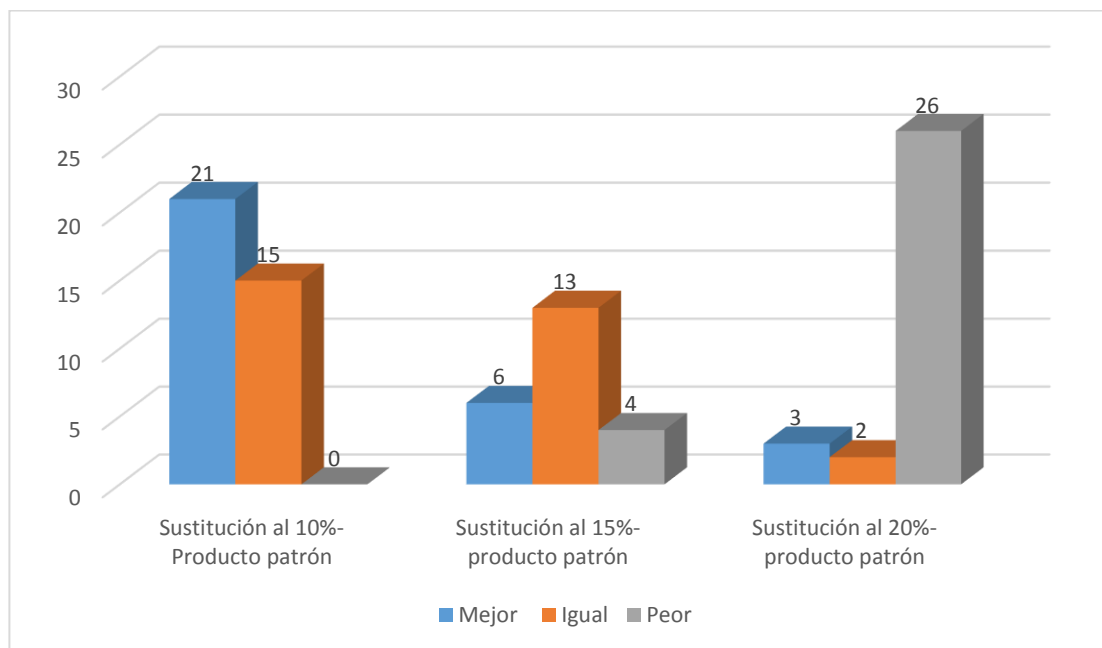
Los consumidores señalan que el sabor no varía en ninguna de las muestras de salchichón presentadas, pero el color es que se ve ligeramente modificado, incluso algunos manifestaron que es gustaba más el sabor al sustituir la grasa por el 10% de fibra.

## Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (*musa paradisiaca*) en salchichón cervecero

Estos resultados demuestran la posibilidad de obtener un producto cárnico como el salchichón cervecero con beneficios nutricionales sin que se afecte la calidad sensorial del producto, generándose una mayor aceptación palatable con enriquecimiento en fibra.

En esta prueba se evaluó el grado de satisfacción de estas muestras, en donde el catador indicaba, si era mejor, peor o igual que una muestra patrón sin sustitución y si conservaba las características sensoriales de una formulación tradicional

**Grafica 1.** Prueba discriminativa apareada simple para las formulaciones de salchichón cervecero estándar



n=30,  $p \leq 0,05$



## **6. CONCLUSIONES**

En el proceso de obtención de la fibra dietaria a partir de cáscara de plátano hartón proveniente de Saravena- Arauca, se requiere de 3 lavados con el fin de remover el almidón presente, uso de una solución al 2% de ácido cítrico para evitar el pardeamiento enzimático, un triturado y secado (60°C con velocidad de 3,5 m/s), para obtener una fibra con una humedad promedio de 7,99%, para su posterior molienda, quedando con un tamaño de partícula de 0,5mm. El proceso final presenta un rendimiento de 4,6%.

La fibra dietaria obtenida presentó características tecnológicas tales como Capacidad de retención de agua (9,22g), Capacidad de absorción de agua (8,42g), Capacidad de absorción de aceite (2,26g), Capacidad de adsorción de moléculas orgánicas (2,20g), todas estas características fueron evaluadas a una temperatura de 22°C.

La fibra dietaria obtenida fue caracterizada químicamente en términos de fibra soluble y fibra insoluble siendo de (95,73 y 4,26) % respectivamente, resultado que demuestran la aptitud de este subproducto para la obtención del presente componente nutricional importante además en obtención de una mejora en las características tecnológicas relevantes para una matriz cárnica, como es capacidad de retención de agua.

El salchichón cervecero estándar 100% grasa y con sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cáscara de plátano, presenta una composición proximal que se rige a lo establecido en la norma NTC 1325, caracterizados como productos cárnicos cocidos.

Al sustituir grasa dorsal de cerdo por fibra dietaria obtenida de cáscara de plátano hartón reduce la concertación de nitrito residual en el producto final, variables como la capacidad de retención de agua y humedad aumentan proporcionalmente al acrecentar el porcentaje de sustitución de grasa por fibra dietaria, aumentando el valor tecnológico y nutricional.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

La fibra obtenida reduce la pérdida de goteo durante el almacenamiento de salchichón cervecero estando a temperatura de 4°C en 9 días.

El empleo de fibra dietaria de cáscara de plátano como sustituto de grasa al 10%, permite obtener un salchichón cervecero con beneficios nutricionales sin que se vea afectada la calidad sensorial, resaltando el sabor, y se vean mejoradas las características de textura.

## **7. RECOMENDACIONES**

Los resultados positivos en este estudio abren la posibilidad de emplear la fibra como sustituto de grasa en productos cárnicos por lo que se recomienda extender las aplicaciones a otros productos cárnicos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca R., Diego Hernán. 2010 Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad complejo nacional por trinitario. escuela de ingeniería en industrias agropecuarias área biológica. universidad técnica particular de loja, loja - Ecuador.

Abdul, A. and Y. S. Luan. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry* 68(1): 15–19.

Alarcón García, M. Á., 2013. *Cáscara de plátano (musa aab) como un nuevo recurso de fibra dietaria: aplicación a un producto cárnico*, Bogota, Colombia: Univesidad Nacional.

Angarita Alfonso, R. C., 2005. *Manual para la elaboracion artesanal de productos carnicos utilizando carne de cuy (Cavia porcellus)*, s.l.: s.n.

Barbut, S. (2015). Principles of meat processing. The science of poultry and meat processing pp. 13–64, 13–85. (Retrieved from) <http://www.poultryandmeatprocessing.com>

Barbut, S., & Marangoni, A. (2019). Organogels use in meat processing—Effects of fat/oil type and heating rate. *Meat science*, 149, 9-13.

Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. (2016). Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat science*, 122, 155-162.

Bis-Souza, CV, Pateiro, M., Domínguez, R., Penna, AL, Lorenzo, JM y Barretto, ACS (2020). Impacto de los fructooligosacáridos y las cepas probióticas en los parámetros de calidad del salchichón español bajo en grasa. *Ciencia de la carne* , 159 , 107936.

Bis-Souza, CV, Henck, JMM y Barretto, ACDS (2018). Rendimiento de la hamburguesa de carne baja en grasa con fibras dietéticas solubles e insolubles añadidas. *Food Science and Technology* , 38 (3), 522-529.

Brewer, MS (2012). Reducción del contenido de grasa en la carne molida sin sacrificar la calidad: una revisión. *Meat Science* , 91 (4), 385-395.

Cabezas Zábala, C. C., Hernández Torres, B. C. & Vargas Zárate, M., 2016. *Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial*, Bogota- Colombia: s.n.

Calderón Altamirano, L. A. (2018). Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.).

Carvalho, LT, Pires, MA, Baldin, JC, Munekata, PES, de Carvalho, FAL, Rodrigues, I., ... y Trindade, MA (2019). El reemplazo parcial de carne y grasa con fibra de trigo hidratada en hamburguesas de carne disminuye el valor calórico sin reducir la sensación de saciedad después del consumo. *Ciencia de la carne* , 147 , 53-59.

Chevance, F. F., Farmer, L. J., Desmond, E. M., Novelli, E., Troy, D. J., & Chizzolini, R. (2000). Effect of some fat replacers on the release of volatile aroma compounds from low-fat meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3476-3484.

Choi, MS, Choi, YS, Kim, HW, Hwang, KE, Song, DH, n Lee, SY y Kim, CJ (2014). Efectos de reemplazar la grasa de cerdo con fibra dietética de grano gastado de la cervecera en las características de calidad de las salchichas de pollo con bajo contenido de grasa. *Diario de Corea para la ciencia de los alimentos de los recursos animales*, 34 (2), 158.

Choi, YS, Kim, HW, Hwang, KE, Song, DH, Choi, JH, Lee, MA, ... & Kim, CJ (2014). Propiedades fisicoquímicas y características sensoriales de salchichas con bajo contenido de grasa con grasa de cerdo remplazada por fibra dietética extraída de lías makgeolli. *Ciencia de la carne* , 96 (2), 892-900.

Del Campo, T. P. (2017). Estrategias de reformulación de productos cárnicos más saludables basadas en la incorporación de emulsiones gelificadas en frío estabilizadas con chíá (salvia hispanica, l.) o avena (avena sativa, l.) (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

Dos Santos Craveiro, . M. d. F., 2010. *Cuantificación espectrofotométrica de nitritos en embutidos de carne producidos en angola*, Santiago de Cuba, Cuba: s.n.

FAO, 2017. *Panorama de seguridad alimentaria y nutricional en america latina y el caribe*, s.l.: s.n.

Fundación Universitaria Iberoamericana , 2017. *Fundación Universitaria Iberoamericana*. [En línea]

Available at: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/PLATANO-HARTON-VERDE-5>

Garay Quintero, L., 2017. *Evaluación funcional y biológica de un compuesto de fibra soluble como sustituto de grasa en productos de panadería*. s.l.:s.n.

Granados Conde, C., Guzman Carrilo, L. & Acevedo Correa, D., 2013. *Evaluación de salchichas elaboradas con carne roja de atún*. s.l.:s.n.

Elleuch, M., D. Bedigian, O. Roiseux, S. Besbes, C. Blecker and H. Attia. 2011. Dietary fibre and fibre- rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* 124(2): 411-421

Francia Arias, J. C., Cotaquispe Altamirano, H. P., & Velasquez Sinche, F. J. (2018). Efecto de la reducción de la grasa en hot dog con carne de conejo y fibras naturales en la calidad de los embutidos.

Galanakis, C. M. (Ed.). (2019). *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications*. Academic Press.

Han, M. y Bertram, HC (2017) Diseño de productos cárnicos triturados más saludables: Efecto de las fibras dietéticas en la distribución del agua y la textura de un sistema modelo de carne reducida en grasa. *Ciencia de la carne*, 133 , 159-165.

Hjelm, L., Mielby, L. A., Gregersen, S., Eggert, N., & Bertram, H. C. (2019). Partial substitution of fat with rye bran fibre in Frankfurter sausages—Bridging technological and sensory attributes through inclusion of collagenous protein. *LWT*, 101, 607-617.

Herrero, A. M., Carmona, P., Pintado, T., Jimenez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2011). Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. *Food Chemistry*, 135(1), 133–139.

Herrero, A. M., Carmona, P., Pintado, T., Jimenez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2011). Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. *Food Chemistry*, 135(1), 133–139.

ICONTEC, 2008. *Industrias alimentarias. productos cárnicos procesados no enlatados* NTC 1325. [En línea] Available at: <https://es.slideshare.net/jamesdays/ntc1325-9772139> [Último acceso: 2 10 2019].

Jaramillo Mina, S. K. (2014). Elaboración de salchicha tipo vienesa con sustitución parcial de grasa de cerdo por fibra dietética (Inulina) (tesis de pregrado). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Química y de la Salud, Machala, Ecuador.

Kaur, R. y Sharma, M. (2019). Polisacáridos de cereales como fuentes de ingredientes funcionales para la reformulación de productos cárnicos: una revisión. *Journal of Functional Foods* , 62 , 103527.

López-Vargas, JH, Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Á., Y Viuda-Martos, M. (2014). Características de calidad de la hamburguesa de cerdo añadida con polvo de fibra de albedo obtenida de coproductos de maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*). *Ciencia de la carne*, 97(2), 270-276.

Martínez, H.J., Y. Peña y C.F. Espinal. 2005. La cadena del plátano en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005, Observatorio Agrocadenas Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 38 p

Matos Chamorro, Alfredo; Chambilla Mamani, Elmer, 2010. Importancia de la



Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 1, N° 1, 2010, pp. 4-17.

Morales Hernandez, Erika Elizabeth. (2009). Efecto de la reducción de grasa sobre las propiedades fisicoquímicas y de textura de pate de hígado de cerdo. Pg 1.

Nakashima, A., Yamada, K., Iwata, O., Sugimoto, R., Atsuji, K., Ogawa, T., & Suzuki, K.(2018).β-Glucan in foods and its physiological functions.Journal of NutritionalScience and Vitaminology, 64(1), 8–17.  
<https://doi.org/10.3177/jnsv.64.8>

Nhapulo, G. F., 2016. *Uso de distintos tipos de fibra para reemplazar la grasa en bizcochos. estudios fisicoquímicos y estructurales.* s.l.:s.n.

Otiniano Pulido, R. A. (2019). Efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo (*Sus scofra domestica*) por salvado de avena (*Avena sativa* L.) sobre el rendimiento de cocción, firmeza, color y aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*).

Pacheco Pérez, W. . A., Restrepo Molina, . D. A. & Sepúlveda Valencia, J. U., 2011. *Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados carnicos*, Medellin: s.n.

Pacheco Perez, W., Restrepo, D. & Sepulveda, J., 2011. *Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos.* s.l.:s.n.

Quiroz Gallardo, G. A., 2009. *Aplicación de un sustituto graso a base de fibra de naranja en mayonesa y evaluación de sus propiedades texturales y sensoriales.* Santiago de Chile: s.n.

Ramírez O., Rafael; Ramírez L., Roque G.; LÓPEZ G., Francisco., Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. Ciencia UANL Vol. V, número 002, pp. 180-9. 2002.

Ramirez Camargo Edwar, Marulanda Alejandra, Orrego Jose. Desarrollo de una mezcla de fibra y almidones como reemplazante de grasa para productos de pasta fina tipo salchicha. Informacion tecnológica vol 27 N°1 2016, pp. 41-56

Rivera Ruiz, I. N., 2012 . *Fat reduction and alternatives for its substitution in emulsified meat products, a review..* México: NACAMEH .

Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. *Salchichon*, s.l.: s.n.

Sangnark, A. and A. Noomhorm. 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. Food Research International 37(1): 66-74

R., Hosseini, H., Khaksar, R., Mohammadifar, M. A., Amiri, Z., Komeili, R., &Khaneghah, A. M. (2015). Investigation of the effects of inulin and $\beta$ -glucan on thephysical and sensory properties of low-fat beef burgers containing vegetable oils:Optimization of the formulation using D-optimal mixture design.Food Technology andBiotechnology, 53(4), 436–445.<https://doi.org/10.17113/ftb.53.04.15.3980>.Ahmad, A., & Kaleem, M. (2018). $\beta$ -Glucan as a food ingredient.Biopolymers for FoodDesign, 351–381. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811449-0.00011-6>

Rabasco Coll, M. (2019). Utilización de ingredientes no cárnicos (Quinoa, Dátil y Membrillo) en la elaboración de paté.

Schieber, A., F.C. Stintzing and R. Carle. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trends in Food Science and Technology* 12(11): 401-413.

Schmiele, M., Máscarenhas, MCCN, da Silva Barretto, AC y Pollonio, MAR (2015). Fibra dietética como sustituto de grasa en el sistema modelo de carne emulsionada y cocida. *LWT-Food Science and Technology* , 61 (1), 105-111.

Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, s.f. *Laboratorio de química analítica e instrumental*, Bogota, Colombia: s.n.

Valenzuela B, A. & Sanhueza C, J., 2008. *Structured lipids and fat substitutes, the future lipids?*. s.l.:s.n.

Villarroel, M., C. Acevedo, E. Yáñez y E. Biolley. 2003. Propiedades funcionales de la fibra del musgol y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Archivos anicum Latinoamericanos de Nutrición* 53(4): 400-407

WHO (2013). Global initiative on diet, physical activity and health. Geneva, Switzerland: World Health Organization (Retrieved from) [http://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/unhealthy\\_det\\_text/en/](http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/unhealthy_det_text/en/)

YS, C. y otros, 2010. *Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems..* s.l.:s.n.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

Yusufu, Mosiko & Ojuko, 2014. *Effect of Firm Ripe Plantain Fruit Flour Addition on the Chemical, Sensory and Microbial Quality of Fura Powder. Nigerian Food Journal*, s.l.: s.n.

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Fotografía tomada durante proceso de extracción de fibra dietaria de la cascara de plátano.



**Anexo 2.** Fotografía tomada durante el proceso de caracterización química de la fibra dietaria



*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**Anexo 3.** Fotografía tomada durante el proceso de caracterización funcional del Salchichón cervecero

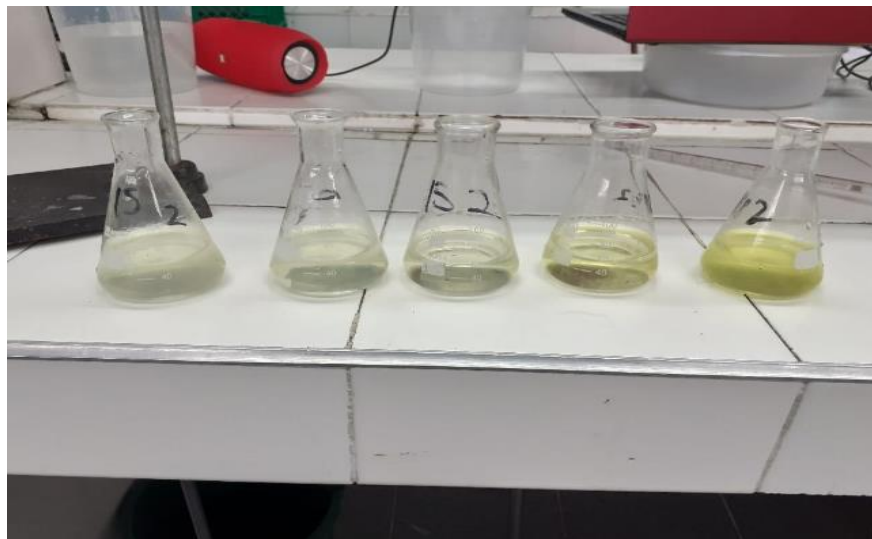


**Anexo 4.** Fotografía del extractor soxhlet usado para la determinación de grasa en el salchichón cervecero



*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**Anexo 5.** Fotografía tomada durante el proceso de determinación de Nitritos residuales



**Anexo 6.** Formato evaluación sensorial

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
INGENIERIA DE ALIMENTOS

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Compare cada muestra codificada con la muestra patrón "534", y valore si su calidad global es mejor o peor que la de la muestra patrón. Marque su respuesta en el cuadro correspondiente con una **X**.

Parejas a comparar	Mejor (3)	Igual (2)	Peor (1)
534-456			
534-428			
534-645			

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLABORACION

Ac  
Ve

*Sustitución parcial de grasa por fibra dietaria de cascara de plátano hartón (musa paradisiaca) en salchichón cervecero*

**Anexo 7.** Fotografía tomada durante el proceso de evaluación sensorial





Anexo 8. Tabla de significancia para prueba de dos muestras

TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS

NUMERO DE JUICIOS	PRUEBAS DE «DOS COLAS»*			PRUEBAS DE «UNA COLA»**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	—	—	—	5	—	—
6	—	—	—	6	—	—
7	7	—	—	7	7	—
8	8	8	—	7	8	—
9	8	9	—	8	9	—
10	9	10	—	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24

(continúa)