

**USO DE CARRAGENINA Y GOMA ARABIGA EN LA FORMACION DE UNA EMULSION CARNICA
ESTABLE**



WILLIAM MARTIN CACERES RAMIREZ

1.094.274.676

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

Km1 Vía Bucaramanga

2020-1

USO DE CARRAGENINA Y GOMA ARABIGA EN LA FORMACION DE UNA EMULSION CARNICA ESTABLE



WILLIAM MARTIN CACERES RAMIREZ

Tutor

PhD. YANINE TRUJILLO NAVARRO

Codirector

Ph.D. DANIEL DURAN OSORIO

Grupo de investigación GINTAL

Línea de investigación

Optimización de procesos y vida útil de los productos agroalimentarios

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

INGENIERIA DE ALIMENTOS

2020-1

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
1. ESTADO DEL ARTE	10
1.1 EMULSIÓN CÁRNICA.....	10
1.1.1 Componentes de la emulsión cárnica.....	10
1.1.2 Estabilidad de una emulsión cárnica	11
1.1.2.1 Factores influyentes en la estabilidad de una emulsión cárnica.....	11
1.1.3 Polisacáridos en la elaboración de emulsiones cárnicas estables.....	12
1.1.3.1 Uso de polisacáridos como reemplazo de grasa	14
1.1.4 Reducción de grasa en emulsiones cárnicas	16
1.2. EMBUTIDOS	17
1.2.1 Tipos de embutidos	18
1.2.1.1 Salchicha Frankfurt	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES CÁRNICAS ELABORADAS CON CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA A PARTIR DE PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS Y REOLÓGICAS.....	21
3.1.1 Material vegetal	21
3.1.2 Materia cárnica.....	21
3.1.3 Preparación de las emulsiones cárnicas	21
3.1.4 Pruebas físico-químicas para determinar calidad en la emulsión.....	22
3.1.4.1 Viscosidad de la emulsión (EV).....	22
3.1.4.2 Estabilidad de la emulsión (ES).....	22
3.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE LA GRASA POR CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT A PARTIR LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES	22
3.2.1 Material vegetal	23
3.2.2 Materia cárnica.....	23
3.2.3 Elaboración de la salchicha tipo Frankfurt.....	23
3.2.4 Determinación de la calidad fisicoquímica	24
3.2.4.1 Determinación de humedad de la salchicha tipo Frankfurt.....	24
3.2.4.3 Determinación de actividad acuosa (AW) de la salchicha tipo Frankfurt	24

3.2.4.5 Pérdida de peso.....	25
3.2.5 Evaluación sensorial de la salchicha tipo Frankfurt.....	25
3.2.6 Análisis estadístico.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSION	26
5. CONCLUSIONES.....	42
6. RECOMENDACIONES	43
7. BIBLIOGRAFIA.....	44
8. ANEXOS.....	47
<i>Anexo 1. Proceso de elaboración de la salchicha tipo Frankfurt.</i>	<i>47</i>
<i>Anexo 2. Determinación de viscosidad y estabilidad de la emulsión.</i>	<i>48</i>
<i>Anexo 3. Determinación de pruebas fisicoquímicas (aw, pérdida de peso y humedad)</i>	<i>48</i>
<i>Anexo 4. Ficha de cata sensorial</i>	<i>49</i>
<i>Anexo 5. Prueba sensorial</i>	<i>50</i>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición de las emulsiones	21
Tabla 2. Formulación empleada para la elaboración de salchicha Frankfurt	24
Tabla 3. Resultados de viscosidad en las emulsiones cárnicas cruda	26
Tabla 4. Estabilidad de la emulsión cárnica	28
Tabla 5. Contenido proximal de las formulaciones de salchicha tipo Frankfurt	30
Tabla 6. Resultados estadísticos de pruebas fisicoquímicas en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento	34
Tabla 7. Resultados estadísticos de pruebas sensoriales en salchichas tipo frankfurt durante 30 días en almacenamiento	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de la reducción de grasa en productos cárnicos (Rivera, 2012).	14
Figura 2. Pérdida por goteo en la formulación con adición de goma arábica	28
Figura 3. Rompimiento de la emulsión en formulaciones con adición de goma arábica (solitario y combinada) y 20% de grasa.....	29
Figura 4. Actividad acuosa presente en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento	31
Figura 5. Pérdida de peso en salchichas tipo frankfurt durante 30 días en almacenamiento.....	32
Figura 6. humedad presente en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento	33
Figura 7. Aceptación sensorial para atributos de color y sabor en salchichas tipo frankfurt	35
Figura 8. Aceptación sensorial para atributos cohesividad, dureza y gomosidad en salchichas tipo frankfurt	36
Figura 9. evaluación sensorial para atributo de calificación global en salchichas tipo frankfurt.....	37

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mis padres Anailse Ramírez Galeano quien es el pilar de mi vida y Julio Cesar Cáceres, quienes mediante mucho esfuerzo hicieron posible el logro de esta meta, a mis hermanos Cesar Leonardo Cáceres, Yuli Tatiana Cáceres y Hanna Valeria Ospina quienes son mi motivación. Y sobre todo a Dios por ser quien ilumina mi camino y me llena de sabiduría en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de grado fue realizado gracias a la ayuda de muchas personas que de una u otra manera aportaron un granito de arena dentro de las cuales quisiera resaltar algunas:

Siempre será primero dios quien me ha dado la sabiduría y la fuerza para cumplir cada meta que me propongo. A mi madre Anailse Ramírez Galeano por siempre brindarme ese apoyo y esa fuerza para salir adelante aun en los momentos difíciles, a mi padre Julio Cesar Cáceres por brindarme su ayuda a pesar de la distancia. A mi directora de grado, docente y amiga PhD. Yanine Trujillo Navarro por quien tengo una gran admiración y me encamino por esta rama de los alimentos, transmitiéndome de a poco esa pasión y dedicación por esta profesión, infinitas gracias por depositar esa confianza en mí y ayudarme a crecer en este campo de los alimentos, algo que de no ser por la colaboración del PhD. Daniel Duran Osorio quien fue mi codirector, no sería posible.

A cada uno de los docentes del programa de alimentos quienes mediante su dedicación y conocimiento me formaron como profesional y como persona, donde quisiera resaltar a los docentes Oscar Augusto Fiallo y Cesar Vega Romero quienes más que mis docentes, me brindaron su amistad y sus consejos en cada momento que lo necesite, destacando los excelentes seres humanos que son, infinitas gracias.

A todos mis compañeros y colegas que conocí durante mi carrera universitaria, de los cuales me llevo los mejores recuerdos, que quisiera nombrarlos, pero en realidad son muchos.

A mi madre adoptiva durante mi carrera Flor Monar Reyes, quien se encargó de guiarme por el buen camino a base de consejos y regaños, haciéndome parte de su familia y brindándome todo el cariño posible, a ella no me alcanzan las palabras para agradecerle por todo.

A todos, mi total agradecimiento.

RESUMEN

Actualmente la industria cárnica requiere conocimiento sobre el uso adecuado de materias primas y aditivos que permitan la obtención de emulsiones estables y que, además, ofrezcan un beneficio para la salud de los consumidores quienes reducen el consumo de cárnicos por sus altos contenidos de grasas saturadas. Es ahí en donde la sustitución de compuestos como la grasa, juega un papel importante en la búsqueda de productos cárnicos más sanos y que a su vez ofrezca otras bondades, como son estabilidad y calidad. Sin embargo, la sustitución de este compuesto no es tarea fácil debido a que la grasa es requerida para desarrollar propiedades únicas desde el punto de vista tecnológico: emulsificación, capacidad de retención de agua, como sensorial: jugosidad, sabor, olor y propiedades de textura. Los polisacáridos demuestran ser una alternativa al uso de la grasa porcina, los cuales se han venido incluyendo en la elaboración de dichos productos debido a que ofrecen excelentes características como textura, retención de agua entre otros, manteniendo así características propias de cada producto cárnico y en algunos casos, bajando costos al permitir mayor retención de agua en la emulsión. Es por ello que la carragenina y la goma arábica fueron considerados en este trabajo de grado que tiene como objetivo establecer el uso de la carragenina y de la goma arábica en la formación de una emulsión cárnica estable. Para ello, inicialmente se estudió la estabilidad y viscosidad de seis formulaciones de salchicha tipo frankfurt con adición de carragenina, goma arábica y reducción de grasa en diferentes porcentajes: F1: 1,5% carragenina+20% grasa, F2: 1,5% (carragenina+goma arábica) +20% grasa, F3: 1,5% goma arábica+20% grasa, F4: 1,5% carragenina+10% grasa, F5: 1,5% (carragenina+goma arábica) +10% grasa, F6: 1,5% goma arábica+10% grasa. Se encontró que las formulaciones f2 y f3 no son estables (0,5 y 0,4 respectivamente) por lo que fueron descartadas para la continuación del estudio. A si mismo se realizaron cinco formulaciones de salchichas tipo frankfurt: F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%), para establecer la formulación más óptima en términos de calidad fisicoquímica y sensorial. Se evaluó humedad, actividad acuosa (aw) y pérdida de peso durante 30 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración y empacado al vacío. Así mismo se evaluaron mediante una encuesta características sensoriales como color, sabor, gomosidad, cohesividad, dureza y grado de satisfacción. Como resultados se obtuvo que la goma arábica presenta dificultad con la retención de agua lo que hace que las salchichas presenten características poco agradables, caso contrario ocurrió con la adición de carragenina que presento mejores resultados que inclusive la formulación patrón obteniéndose una salchicha de mejor calidad y con una reducción de 10% de grasa, siendo f3 (1,5% carragenina y 10% grasa) la que presento mejores resultados en su diálisis fisicoquímica durante los 30 días de almacenamiento empacado al vacío bajo refrigeración. Se concluye que el uso de carragenina al 1,5 % y grasa al 10% mejora características fisicoquímicas y sensoriales de la salchicha tipo frankfurt ayudando a su conservación en almacenamiento durante 30 días, mientras por otra parte no se recomienda el uso de goma arábica en solitario en salchichas tipo frankfurt por su baja retención de agua.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 EMULSIÓN CÁRNICA

La emulsión cárnica tiene un aspecto homogéneo, que no permite distinguir a simple vista las partículas de sus constituyentes y usualmente se ahúma o se le añade extractos de humo, aunque no responde exactamente a la definición de una emulsión verdadera, pues para la formación de esta se requiere que un líquido (grasa o aceite) se disperse en otro líquido inmiscible (agua); sin embargo, se considera que la estructura y propiedades de las pastas empleadas en la elaboración de embutidos de pasta fina son muy parecidas a las de las emulsiones verdaderas. Así, la fase continua sería el agua, la discontinua la grasa y el agente emulsor las proteínas solubles en solución salina (EcuRed, 2020), se convierte en una estructura de red gel con propiedades mecánicas sólidas, que resulta básicamente de dos pasos: la etapa inicial generalmente implica hacer una emulsión estabilizada por proteínas. Durante este paso o después de eso, se pueden añadir hidrocoloides como estabilizadores y texturizantes (Yaoguang Chang, 2016) El segundo paso consiste en la gelación de la emulsión, donde la emulsión líquida se convierte en un gel ya sea aglomerando la grasa o gelificando la fase continua.

1.1.1 Componentes de la emulsión cárnica

Grasa: Se define como la grasa fundida de los tejidos grasos, frescos, limpios y sanos de cerdo en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y apta para el consumo humano (CODEX, 2009). La grasa se utiliza en los embutidos de un 15 a 20% del peso final. Es muy importante en las emulsiones cárnicas, ya que la grasa se mezcla con la carne para formar una pasta homogénea, característica básica de las salchichas y de otros embutidos emulsificados. La grasa tiene diferentes funciones en los embutidos como aportar ácidos grasos esenciales, ser una fuente de energía y proporcionar sabores agradables al alimento, así como intervenir en la estabilidad en la formación de una emulsión (Alfonso totosaus, 2007).

Sal: La sal desempeña funciones muy importantes como dar sabor, conservar y en términos de una emulsión, solubiliza proteínas miofibrilares, vital para servir como envoltura a las partículas de grasa uniendo agua, dando lugar a una emulsión más estable. Este componente se emplea en la elaboración de embutidos cárnicos entre un 1 a 5% de sal en el producto final (PRICE J.F. Y SCHW EIGERT B.S, 1994).

Agua: El agua es uno de los componentes más importantes de los embutidos, ya está influye directamente en sus propiedades fisicoquímicas, bioquímicas y mecánico-estructurales. Esto se ve reflejado en la consistencia de la mezcla, la cual disminuye al agregarle agua reduciendo además la influencia negativa de las grasas en las propiedades mecánico-estructurales de los productos. Por otra parte, al agregar agua al comienzo de la mezcla en el Cutter, se genera el aumento del

coeficiente de elasticidad de la mezcla para embutidos, lo que influye positivamente en todo su proceso de aglutinación.

Proteína: Es el componente relacionado con la estabilidad de la emulsión, la cual es solubilidad de la carne a partir del uso de la sal y del agua.

1.1.2 Estabilidad de una emulsión cárnica

Una emulsión cárnica es una mezcla de carne finamente troceada compuesta de agua, proteína, grasa y sal. La obtención de una emulsión homogénea supone el troceado fino de todos los ingredientes hasta la formación de un producto de textura pastosa, capaz de fluir durante el embutido, y de transformarse en un producto semirrígido tras el cocinado, como consecuencia de la desnaturalización de la proteína y su gelificación (Álvarez et al., 2007). El principal desafío en la elaboración de emulsiones cárnicas, como salchichas frankfurt, es la obtención de productos cárnicos estables que no sufran excesivas pérdidas de grasa y agua durante la fase de cocinado. La rotura de la emulsión es sólo evidente durante el tratamiento térmico, cuando es demasiado tarde para aplicar acciones correctoras. En la actualidad, es común el uso de almidones, polisacáridos, grasa y proteínas no cárnicas para mejorar las propiedades tecnológicas de estos productos. Un uso apropiado de estas sustancias puede ayudar a controlar la estabilidad de la emulsión y su rendimiento tras el cocinado. La estabilidad de una emulsión es directamente dependiente de la estabilidad o rigidez de su interface, entendiéndose de esta manera que la estabilidad estará en términos de la no coalescencia de las partículas dispersas, así como de su sedimentación. Las emulsiones pueden ser rotas por tres mecanismos que son: sedimentación, agregación y coalescencia. La sedimentación se refiere a la caída de las gotas de agua en el aceite crudo, el agrupamiento de dos o más gotas es llamado agregación y por último la coalescencia que ocurre cuando las gotas originales pierden sus identidades y se funden en gotas más grandes reduciendo el área de interface total.

1.1.2.1 Factores influyentes en la estabilidad de una emulsión cárnica

Son numerosos los factores que influyen en la estabilidad de las emulsiones cárnicas dentro de estos, tienen mayor importancia la temperatura, la cantidad y tipo de grasa, la naturaleza de la proteína y la cantidad de agua adicionada.

Los factores que afectan a la estabilidad de la emulsión cárnica influyen decisivamente en la calidad y rendimiento final del producto cárnico. Uno de los principales es la proporción grasa/proteína en una formulación, los cuales, durante la fase de troceado facilita la extracción y dispersión de las proteínas miofibrilares de las estructuras celulares, la adecuada reducción del tamaño de la partícula grasa y un grado mínimo de desnaturalización de la proteína miofibrilar, permitiendo así una apropiada cobertura de la partícula grasa. En la práctica, suele ser habitual el aporte de grasa, almidón y proteínas no cárnicas para mejorar el rendimiento y las propiedades texturales de la

emulsión cárnica. En general, el uso de almidones tiene la habilidad de retener mayor cantidad de líquidos ayudando a mejorar la jugosidad y la ternura de los productos cárnicos, y en definitiva, a estabilizar la emulsión. El almidón gelifica durante el tratamiento térmico, aumentando la viscosidad de la emulsión y reduciendo la movilidad de los glóbulos grasos (Álvarez et al., 2007).

La creciente demanda de productos alimenticios que ofrezcan mejores características organolépticas a menor precio, ha venido acrecentando en los últimos años, una fuerte tendencia en muchos países industrializados y en vía de desarrollo hacia la formulación de productos con mejores características, se establece que la comprensión de la relación entre la calidad y costo es cada vez mayor, y como consecuencia se ha generado una gran atención por parte de los consumidores al momento de seleccionar los alimentos, lo que ha provocado cambios en los hábitos alimenticios (Pacheco, Restrepo, & Sepulveda, 2011a). Dentro de estas nuevas tendencias, se ha suscitado un gran interés, especialmente dentro del sector cárnico, hacia el desarrollo de derivados cárnicos con adición de polisacáridos con el fin de mejorar cada una de estas características haciendo más atractivo el consumo de estos productos.

1.1.3 Polisacáridos en la elaboración de emulsiones cárnicas estables

Los polisacáridos se encuentran en forma natural en muchos alimentos, pero en algunas ocasiones se añaden a otros para obtener la formulación correcta, como en el caso del almidón, la carragenina y las pectinas, que se utilizan por sus propiedades funcionales. Por su gran capacidad de retener agua, producen partículas coloidales muy hidratadas, razón por la cual a los polisacáridos se les da el nombre de hidrocoloides. La expresión "capacidad de retención de agua" generalmente se emplea para hacer referencia a la cantidad de agua que una proteína o un hidrato de carbono (macromoléculas en general) puede retener sin que haya liberación del líquido. Dicha capacidad depende de factores intrínsecos (tipo de polímero, peso molecular, linealidad, etc.), y de factores extrínsecos (pH, fuerza iónica, temperatura, presencia de ciertos cationes, etc.).

La retención de agua puede causar la formación de un gel; tal es el caso de los producidos por las carrageninas y las pectinas. Las macromoléculas actúan entre sí y forman una red tridimensional en la que queda atrapada el agua debido a una fuerte hidratación del polímero. Sin embargo, durante el almacenamiento puede ocurrir que las macromoléculas reaccionen entre sí y pierdan su capacidad de retención de agua; esto ocasiona que las moléculas de agua que ya no son retenidas se desprendan de la matriz del gel y emigren a la superficie. Este fenómeno se conoce como sinéresis, que indica exudación o liberación de agua causada por un reajuste interno de las macromoléculas (Pacheco, Restrepo, & Sepulveda, 2011b).

Los polisacáridos son biopolímeros importantes, que se usan ampliamente en la industria alimentaria y están a cargo de las propiedades reológicas, mecánicas y fisicoquímicas de los productos alimenticios. Las gomas son usadas habitualmente como espesantes en salmuera para emulsiones cárnicas y químicamente son polisacáridos de estructura normalmente ramificada.

Algunas gomas son extraídas de granos, como la goma garrofín (extraída del algarrobo) y la goma guar (extraída de las semillas de guar), estas son genéricamente llamadas galactomananos, es decir, cadenas lineales de manosa con ramificaciones de galactosa, son muy usadas en jamones, salchichas y salchichones de alto rendimiento por la habilidad de mejorar las características de los geles de carragenina y por su gran capacidad espesante; pero, por sí solas, no tienen grandes propiedades gelificantes. En concentraciones excesivas, pueden dificultar la gelificación de las proteínas miofibrilares provocando un aumento de la merma en cocción e incluso el desligado de los músculos en el jamón cocido). El conocimiento del comportamiento reológico de los fluidos de naturaleza alimentaria puede ser útil en el control de calidad del producto, requerimiento de energía, diseño de procesos y en el diseño, selección y/o adaptación de equipos y tecnología para la industria alimentaria. Las características reológicas de los alimentos son muy importantes para entender el comportamiento macroscópico de esta clase de sistemas con respecto a la organización microestructural, procesamiento, estabilidad y vida útil. Adicionalmente, para el desarrollo de productos alimentarios, la calidad sensorial y, en consecuencia, la preferencia del consumidor se ve considerablemente afectada por su comportamiento reológico (Sepulveda, Restrepo, & Velasquez, 2013).

Principales usos de los polisacáridos en alimentos:

- Estabilizadores a través de sus interacciones con agua
- Emulsionantes
- Gelificantes
- Estabilizan o forman espumas
- Mejoran la textura dándole "cuerpo al alimento"
- Espesantes y agentes de viscosidad
- Encapsulación de sabores artificiales, fijación de sabores
- Estabilizan sistemas donde hay ciclos de congelamiento y descongelamiento
- Controlan la cristalización de azúcares, sales y agua
- Forman películas resistentes
- Agentes de suspensión de sólidos en líquidos
- Agentes adhesivos
- Espesantes en alimentos dietéticos bajos en calorías
- Agentes floculantes
- Reducen el daño estructural del alimento causado por el congelamiento

La carragenina y la goma arábiga son polisacáridos solubles en agua, extraídas de plantas marinas y terrestres respectivamente, las cuales poseen la capacidad, en solución, de incrementar la viscosidad y/ o de formar geles (Marcela, Velasco, Julián, & Forero, 2012). Los carragenatos, fundamentalmente kappa y iota, tanto refinados como semi-refinados. Se emplean en productos frescos y cocidos, tanto para carnes inyectadas como emulsionadas. Además de los carragenatos, la industria cárnica emplea goma xantana, goma guar, goma de garrofín y alginatos. El uso de

pequeñas cantidades de estas gomas permite, principalmente, evitar problemas durante el proceso de fabricación tales como la formación de sedimento en las salmueras, o para impartir viscosidad con el fin de facilitar el procesado, etc., (aditivos alimentarios EPSA, 2013).

1.1.3.1 Uso de polisacáridos como reemplazo de grasa

Los reemplazantes de grasa a base de polisacáridos 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, según estudios realizados 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. Dentro de lo polisacáridos, los hidrocoloides o gomas han sido los más usados en las formulaciones de productos cárnicos bajos en grasa debido en gran parte a su capacidad para ligar agua y formar geles. Otros estudios refieren la interacción y el efecto combinado de varios carbohidratos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos, el reemplazo de grasa con carragenina o carragenina con geles de pectina en formulaciones de salchichas mejora las características funcionales en comparación con un control. Así mismo se ha determinado que la interacción entre la carragenina y la goma de algarrobo aumenta la textura y la retención de agua en salchichas bajas en grasa (Pacheco et al., 2011a).

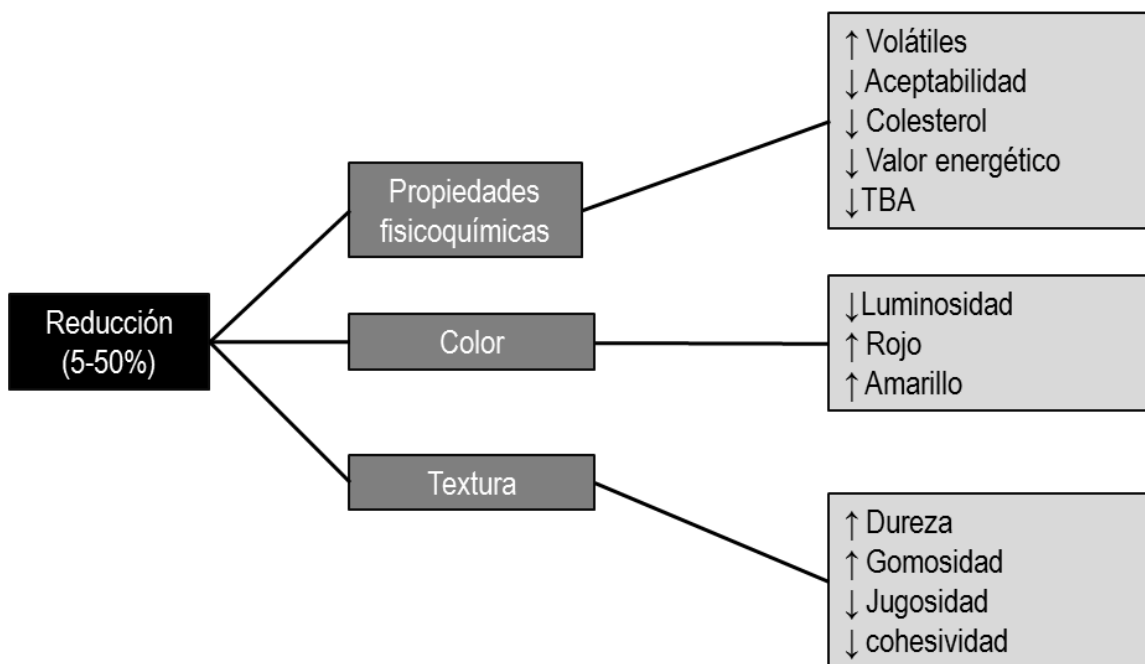


Figura 1. Efectos de la reducción de grasa en productos cárnicos (Rivera, 2012).

Al respecto han sido diversos los trabajos realizados con polisacáridos en emulsiones cárnicas, pero ninguno se ha enfocado en las características que aportan distintos polisacáridos. Es el caso del uso

de la carragenina (0.3, 0.5 o 0.7%) con un gel de pectina (20%) con el fin de evaluar algunas características de calidad de las salchichas de res de bajo contenido graso, en comparación con un control que constaba de una salchicha alta en grasa (HFC) y un control bajo en grasa (LFC). Se determinó una reducción de 50 a 59% en el colesterol en salchichas de carne bajas en grasa en comparación con HFC ($P < 0.05$). El mejor rendimiento del proceso y la estabilidad de la emulsión, y menos purga se observaron al aumentar la concentración de carragenina. Con el aumento de carragenina la concentración aumento de WHC y presento disminución del valor del penetró metro en salchichas de bajo contenido graso (Candogan & Kolsarici, 2003).

Otros trabajos han sido realizados en evaluar las propiedades de textura y funcionales de emulsiones cárnicas, como es el caso de (Guerrero & Nova, 2016), quienes emplearon mezclas de harina de arroz (*Oryza sativa*) partido y almidón de yuca (*Manihot esculenta*), analizando 3 tratamientos de emulsiones cárnicas, en las que se hizo inclusión de harina de arroz partido y almidón de yuca en diferentes porcentajes de sustitución: Tratamiento uno (T1) (60% harina de arroz partido - 40% almidón de yuca), Tratamiento dos (T2) (80% harina de arroz partido - 20% almidón de yuca), Tratamiento tres (T3) (100% harina de arroz partido), los cuales se compararon con un control (100% almidón de yuca). Se realizaron análisis de pH, estabilidad de la emulsión, capacidad de retención de agua (CRA), perfil de textura y una prueba de aceptación con una escala hedónica de 5 puntos. Al realizar la inclusión de estas mezclas se obtuvieron resultados donde se apreció que el pH y la estabilidad de las emulsiones no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$); el T1, T2 y T3 en su CRA presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) frente al control; las propiedades de textura no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en los T1, T2 y T3, mientras que el análisis sensorial presentó diferencia significativa ($p < 0,05$) en cuanto al sabor reflejado en el tratamiento T3.

Asimismo, se han empleado como hidrocoloides goma de algarrobo (GA), carragenina kappa (CK) y carragenina iota (CI) en salmueras para inyección de jamones cocidos, evaluándose algunas propiedades reológicas tales como viscosidad, módulo elástico (G') y tangente de pérdida (tangente δ). Para ello se planteó un experimento por diseño de mezclas en el que se empleó una formulación para jamón comercial (1% de Hidrocoloides), en el cual se utilizaron Hidrocoloides individuales o mezclas binarias y terciarias de GA, CK y CI, respectivamente. Los resultados indicaron que la salmuera que presentó la menor viscosidad fue la que contenía 100% de CK, el gel de salmuera que presentó el mayor G' fue la que contenía 3,8 (GA): 96,2 (CK), y el gel que presentó la menor tangente de pérdida y baja viscosidad fue el diseñado con la mezcla terciaria 10,56 (GA): 72,56 (CK): 16,88 (CI) (Sepúlveda et al., 2013) .

El uso de la carragenina ha sido muy extendido como se observa en los trabajos descritos anteriormente, en donde uno de los productos que más se presenta aplicación es en la salchicha, utilizándose carne de res, cerdo e inclusive de pavo, como es el caso del estudio de la influencia de la adición de carragenina en las propiedades de las salchichas de carne de pavo, en el cual demuestran que la carragenina causa una disminución en la estabilidad de la emulsión y un aumento

en la capacidad de retención de agua, dureza y cohesión de las muestras de salchichas. La adición de carragenina en niveles bajos (0.2% y 0.5%) aumenta la elasticidad del gel. Sin embargo, una mayor concentración de carragenina provoca una reducción de la elasticidad en embutidos. La observación de la microestructura muestra que el aumento de los niveles de carragenina en la formulación de salchichas conduce a una aparición progresiva de una red adicional de gel de carragenina. El análisis sensorial muestra que la presencia de carragenina no tiene un efecto significativo en el sabor de las salchichas. De todos modos, eso mejora la apariencia y textura de las salchichas (Ayadi, Kechaou, Makni, & Attia, 2009).

De igual manera en otro trabajo se evaluó las mejoras en la estabilidad de emulsiones cárnicas (salchichas), comparando los efectos de la incorporación de distintos emulsificantes e hidrocoloides. Las salchichas fueron preparadas, en un molino coloidal, con una fórmula base y se comparó el efecto de la incorporación de la goma xántica, guar, carragenina o alginato y a su vez con hidrocoloides específicos. Se determinó la estabilidad en la cocción de forma gravimétrica, en baño termostático a 70°C durante 30 min. La pérdida de grasa por el tratamiento térmico fue determinada de forma gravimétrica. Se cuantificó la pérdida de agua de las muestras almacenadas durante 21 días cada 48h. a 5°C. Las emulsiones con emulsificantes e hidrocoloides fueron aproximadamente un 2% más estables en la cocción, porque perdieron menor cantidad de agua durante el almacenamiento y un 2,25% menos de separación de grasa. Se concluye que la incorporación de estos emulsificantes e hidrocoloides, disminuye las pérdidas de grasa y agua durante el tratamiento térmico y el almacenamiento (Ramos, Farias, Almada, & Crivaro, 2004).

1.1.4 Reducción de grasa en emulsiones cárnicas

El desarrollo de productos cárnicos con bajo contenido en grasa pretende dar respuesta a las crecientes demandas de un consumidor cada vez más empeñado en la búsqueda de una alimentación más "sana y natural". Sin embargo, la reducción del nivel de grasa no es una tarea fácil por cuanto su presencia condiciona de manera fundamental ciertos factores asociados al proceso de elaboración, las características sensoriales e incluso la estabilidad del producto, así lo describe el trabajo realizado por (Fernandez, 1998) consistió en desarrollar estudios encaminados a establecer conocimientos más básicos acerca del efecto que presenta la reducción del nivel de grasa en el papel de los distintos constituyentes empleados, influencia de las condiciones de procesado y su repercusión en las características finales del producto, en relación con su alternativo de alto contenido en grasa, mediante la utilización de determinados ingredientes no cárnicos (almidón, proteína de huevo, harina, fibra de manzana) y del estudio de distintos factores tecnológicos (temperatura final de picado, temperatura de cocción, masajeo y utilización de altas presiones), obteniendo como resultado que las características de los productos con bajo contenido en grasa pueden ser condicionadas en base a la utilización, de manera individual o conjunta, de: ajustes del nivel proteico, incorporación de dichos ingredientes y adecuación de los factores asociados al proceso. Así mismo (Bis-Souza et al., 2020) utilizó la sustitución de fibra dietética y cepas probióticas para reducir el contenido de grasa de las salchichas fermentadas. para el desarrollo de productos cárnicos innovadores y saludables. Para este estudio, la grasa de lomo de cerdo fue parcialmente

reemplazado por fructooligosacáridos (FOS) y las cepas probióticas *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus rhamanosus*, 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 sobre los microbios, sin embargo, se observaron reducciones en Enterobacteriaceae y levadura cuando las cepas de *Lactobacillus* también fueron incorporados. La inclusión de FOS y cepas probióticas no mostró ningún efecto significativo sobre la oxidación lipídica y proteólisis. El reemplazo parcial de grasa y la adición de *Lactobacillus rhamanosus* GG como cepa probiótica en el salchichón español puede considerarse una estrategia de reformulación exitosa para el mercado de productos cárnicos. En otra investigación similar (Hleap Zapata, Rodríguez de la Pava, & Dussan Sarria, 2020) evaluaron la sustitución de grasas por una mezcla de piel de cerdo, agua y fibra de quinua (PCFQ) en salchichas de filete de tilapia. Se determinó la composición química de las salchichas elaboradas, el contenido calórico, el pH, las coordenadas de color CIELab, las pérdidas de humedad por cocción, la estabilidad de la emulsión, el perfil de textura y se estableció la apreciación sensorial. La adición de PCFQ conllevó a un aumento en la humedad y en las proteínas totales, gracias a la capacidad de retención de agua de la fibra de quinua. La salchicha con mayor adición de PCFQ (20%) obtuvo un 48,2% menos de grasas, un 32,3% menos de calorías y un 31,1% de pérdida de humedad por cocción, con relación a la salchicha control. Se obtuvieron emulsiones cárnicas más estables, con buenos parámetros de perfil de textura - TPA. Con relación a los parámetros sensoriales, no se apreciaron diferencias significativas entre las salchichas elaboradas y la salchicha control. Por lo anterior, se concluye que, la mezcla, se puede usar como sustituto de grasas en la elaboración de salchichas de filete de tilapia, sin afectar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

1.2. EMBUTIDOS

Los productos cárnicos se definen como cualquier producto en el cual, cualquier tipo de carne de animales de abasto ya sea carne de res, pollo o cerdo, entre otros, corresponde a su ingrediente principal. De forma general, estos tipos de productos se dividen en dos: aquellos elaborados a partir de musculo entero y aquellos que de alguna manera fueron reducidos en tamaño mediante un proceso de trituración. Cabe resaltar que los productos cárnicos pueden ser el resultado no solo de una combinación de procesos, sino de ingredientes adicionales tanto cárnicos como no cárnicos que permiten resaltar ciertas características como el sabor o la textura (Castro, 2015).

Los embutidos pertenecen al segundo grupo mencionado, siendo estos empacados en fundas o tripas naturales o sintéticas. Las naturales son obtenidas a partir del intestino delgado invertido de cerdos u ovejas, siendo sometidas a un debido proceso de lavado y se desnaturalizan posterior a la cocción del producto; en tanto que las fundas sintéticas están hechas a base de colágeno comestible, celulosa o plástico. uno u otro se escoge en función de las características propias del producto que se elabore (Castro, 2015).

1.2.1 Tipos de embutidos

Los embutidos cárnicos se elaboran a partir de matrices proteicas coloidales complejas, en las cuales, la procedencia y las propiedades de las proteínas utilizadas definen las características funcionales de los productos finales. Con el objeto de reducir los costos de producción, en la formulación de algunos productos cárnicos, además de las proteínas de la carne, una variedad de ingredientes no cárnicos se ha utilizado como material de relleno, aglutinante, diluyente y extensor, para mejorar las características físicas, la nutrición y el sabor, para así complementar un aporte proteico y funciona (Alfonso totosaus, 2007).

Salchicha: Es el producto procesado, cocido, embutido, elaborado con ingredientes y aditivos de uso permitido, introducido en tripas autorizadas, de diámetro máximo de 45 mm y sometido a tratamiento térmico ahumado o no ahumado (Ministerio de salud República de Colombia, 1983). Embutidos como las salchichas son populares entre la mayor parte de la población y son consumidos en grandes cantidades en muchos países. Desde el punto de vista de elaboración y calidad, debe elegirse la óptima combinación de materias primas considerando la calidad del producto, la seguridad y la vida útil. La calidad de la carne, especie de animal y fuentes de grasa muestran una gran variabilidad, tanto en aspectos de bioquímica como en propiedades funcionales (Bui, Nguyen, Nicolai, & Renou, 2019).

Atributos sensoriales, como color, sabor y firmeza son importantes para la aceptación de los consumidores (Sivertsen *et al.*, 2002; Ellekjær *et al.*, 1994; Solheim, 1992). El color de la salchicha es tradicionalmente limitado por la relación entre la carne de res y la de cerdo, donde la carne de vacuno en general, contiene más cantidad del pigmento mioglobina. La firmeza es tradicionalmente limitada por la composición bioquímica (contenido de proteínas, contenido de materias grasas, etc.) que influye en la percepción sensorial de salchichas, de todas formas la posibilidad de variación de la composición está limitada por restricciones legales (Bui *et al.*, 2019).

Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados y en su elaboración se pueden usar carnes de diverso origen, lo que determina su calidad y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, en vista que este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina y amarra fácilmente. Estos productos son de consistencia suave, elevada humedad y duración media. Los avances en la elaboración de salchicha, constituyen ahora uno de los rubros más dinámicos en la industria cárnica y es de complejidad si se tiene en cuenta que en la actualidad se elaboran más de 1500 tipos de salchichas para el mercado mundial (Alejandro & González, 2012).

1.2.1.1 Salchicha Frankfurt

Es el producto que a través de escaldar, freír, hornear u otras formas de tratamiento con calor, hecho con materia cruda triturada carne de cerdo, vacuno o sus mezclas y grasa de cerdo, a la que

se añade sal, condimentos, aditivos y agua potable (o hielo) y las proteínas a través del tratamiento con calor, son más o menos coaguladas, para que el producto eventualmente otra vez calentando se mantenga consistente al ser cortado, finísimamente picadas e introducidas en tripa natural o artificial de 18-28 milímetros de diámetro como máximo, sufriendo el proceso de ahumado y después el de escaldado (Candogan & Kolsarici, 2003).

Las salchichas tipo Frankfurt constituyen un alimento cuyo consumo está ampliamente extendido por todo el mundo y es uno de los protagonistas de lo que llamamos comida «rápida» en su forma de «perrito caliente». Tanto por su sabor como por la facilidad de consumo es un producto con una gran aceptación entre los más pequeños.

Valoración nutricional

El valor energético de las Frankfurt varía en función de cada variedad e, incluso de cada marca comercial y depende, fundamentalmente, de la cantidad de grasa de su composición que oscila entre un 20% y un 27%. Así, podemos encontrar salchichas de aproximadamente unas 230 kcal por 100 gramos hasta de algo más de 300 Kcal. Estos valores son inferiores a los de embutidos típicos como el chorizo o el salchichón, debido a su mayor contenido de agua y menor aporte de grasa, y similar al de la carne de ternera semi grasa. El contenido de grasa insaturada (fundamentalmente mono insaturada) supera al de saturada y la cantidad de colesterol presente es similar al de las carnes frescas. El contenido en proteína es inferior al de las carnes frescas y su calidad también. Esta calidad no sólo depende del valor biológico de la proteína de la carne sino también del de la proteína no cárnica añadida al producto. Además, frecuentemente, la carne utilizada en la elaboración de este alimento suele ser rica en tejido conjuntivo, rico a su vez en colágeno, que es una proteína de menor calidad. Un índice de la calidad de la carne es la relación colágeno/proteína total: a mayor valor de éste, menor es la calidad del producto cárnico. El contenido en hidratos de carbono de las salchichas tipo Frankfurt varía entre un 0,4% y un 8,4%, en función de la harina, almidón o la fécula añadidos (Feiner, 2016).

Este alimento es fuente de minerales: hierro, magnesio, fósforo, selenio, zinc. Destaca especialmente su elevado contenido en sodio (778 mg cada 100 gramos), que ha de tenerse en cuenta a la hora de diseñar dietas terapéuticas bajas en este mineral (ej. en casos de hipertensión arterial, retención de líquidos...). Las vitaminas del grupo B, tiamina, riboflavina, niacina, B6 y vitamina B12 son las vitaminas con mayor presencia relativa en este alimento. Las salchichas tipo Frankfurt no contienen vitamina C y las vitaminas liposolubles están en muy pequeña cantidad (Feiner, 2016).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el uso de la carragenina y de la goma arábica en la formación de una emulsión cárnica estable

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la estabilidad de las emulsiones cárnicas elaboradas con carragenina y goma arábica a partir de pruebas físico-químicas y reológicas
- Determinar la formulación óptima en la sustitución de la grasa por carragenina y goma arábica para la elaboración de salchichas Frankfurt a partir de características fisicoquímicas y sensoriales

3. METODOLOGIA

3.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES CÁRNICAS ELABORADAS CON CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA A PARTIR DE PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS Y REOLÓGICAS

Inicialmente se evaluó la estabilidad de las emulsiones con la sustitución de grasa por los dos polisacáridos propuestos a pequeña escala con el fin de verificar a partir de pruebas tecnológicas, fisicoquímicas y reológicas la efectividad del uso de la carragenina y la goma arábica.

3.1.1 Material vegetal

Carragenina y goma arábica de grado alimenticio fueron adquiridos de un microproveedor.

3.1.2 Materia cárnica

Carne de cerdo, grasa de cerdo; adquiridos en la casa mercado de pamplona.

3.1.3 Preparación de las emulsiones cárnicas

Se prepararon 6 emulsiones cárnicas en función de dos factores, el porcentaje de grasa (20 y 10 %) y el uso de carragenina y goma arábica (1.5 % en solitario y combinación), teniendo en cuenta la formulación de la tabla 1.

Tabla 1. Composición de las emulsiones

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (PORCENTAJE)
Cerdo	65,45
Grasa de cerdo	12,44
Almidón de papa	1,96
Condimento de salchicha	1,31
Colorante	0,03
Pimienta	0,20
Sal nital	0,29
Sal común	1,31
Hielo	17,02

Carne y grasa fueron pesadas hasta obtener dos lotes con diferente composición magro-grasa, carragenina y goma arábica fueron usados para elaborar 6 emulsiones con el fin de evaluar la estabilidad. El lote 1, fue una emulsión menos magra con una relación magro-grasa 80/20 y el lote

2 fue una emulsión más magra con una relación 90/10. Cada emulsión fue elaborada por duplicado en idénticas condiciones.

3.1.4 Pruebas físico-químicas para determinar calidad en la emulsión

3.1.4.1 Viscosidad de la emulsión (EV)

Utilizando la emulsión preparada se colocaron, por duplicado, 500 ml en un vaso de precipitación, la evaluación fue determinada empleando un viscosímetro de alta densidad marca Brookfield según el método descrito en ISO 1652:2004, teniendo en cuenta la temperatura de la muestra la cual debe estar entre 19 – 20 °C. La evaluación se realizó disponiendo la muestra con la aguja requerida la cual girará a 10 rpm por dos minutos, reportándose la viscosidad en unidades de Pa.s (Mendieta, 2014).

4.1.4.2 Estabilidad de la emulsión (ES)

La estabilidad de la emulsión fue determinada de acuerdo a una adaptación del método usado por Karakaya et al., (1997). Para este método se separaron 20 g de la emulsión preparada en un tubo de centrifuga, se colocaron a 1000 rpm durante 2 minutos en la centrifuga BIOBASE (Table Top Low Speed Centrifuge) para que toda la emulsión quede en el fondo del tubo, luego se colocó en baño maría a 80 °C hasta que la emulsión alcanzo una temperatura interna de 72 °C, posteriormente se centrifugo a 2000 rpm durante 15 minutos.

Terminada la centrifugación, se procedió a colocar la emulsión cocida en un embudo de boca angosta que se encontraba dentro de una probeta de 10 ml dejando reposar la muestra por 6 horas en condiciones ambientales. Transcurrido el tiempo se procedió a medir la cantidad de líquido separado con ayuda a una jeringa graduada (M, 2014).

El índice de la estabilidad de la emulsión fue determinada por la Ecuación 1 (Mendieta, 2014).

$$IEE = 1 - \frac{\text{Volumen separado de la emulsión}}{\text{Volumen aceite de la emulsión}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Los valores del índice tienen un rango de 0 a 1, donde 0 representa baja estabilidad de emulsión y 1 alta estabilidad.

3.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE LA GRASA POR CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT A PARTIR LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES

Una vez valorada la estabilidad de las emulsiones propuestas, se procedió a la elaboración del producto cárnico salchicha tipo Frankfurt, con el fin de evaluar su comportamiento durante 30 días, esto se realizó cada 10 días donde se llevaron a cabo pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

3.2.1 Material vegetal

Carragenina y goma arábica de grado alimenticio fueron adquiridos de un microproveedor.

3.2.2 Materia cárnica

Carne de cerdo, grasa de cerdo; adquiridos en la casa mercado de Pamplona.

3.2.3 Elaboración de la salchicha tipo Frankfurt

La fabricación de la salchicha tipo Frankfurt consto de diferentes fases, las cuales se describen a continuación.

- **Materia prima:** Como materia prima se empleó carne porcina, y grasa porcina, procedente de animales sanos, bien nutridos, cuya carne presento niveles de pH adecuados, la cual se empleó refrigerada.
- **Cuteado:** La materia prima fue pesada y se llevó al proceso de cuteado en donde se incorporó con el resto de los ingredientes (condimentos y especias) y los aditivos. Este proceso se realizó en una Cutter a fin de conseguir una emulsión uniforme controlándose la temperatura que no supere los 14°C.
- **Embutido:** Una vez obtenida la emulsión se procedió a embutir en fundas de Coria con un diámetro 30 mm para salchichas. Para ello se empleó una embutidora neumática provista con boquillas. En este proceso se debe evitar la presencia de aire, tanto el ya existente en la masa, como el que se pueda producir durante el llenado de las tripas.
- **Ahumado:** Este proceso se realizó en un cuarto de ahumado con el fin de darle al producto un aspecto y aroma característicos, por un tiempo de 30 minutos.
- **Escaldado:** Una vez ahumada la salchicha se procedió al correspondiente escaldado en una marmita tipo industrial por un tiempo de 40 minutos a una temperatura entre 70 y 75 °C, con el fin de evitar el deterioro de la misma (Jiménez & Carballo, 2003).

3.2.3.1 Formulaciones de la salchicha Frankfurt

La tabla 2 muestra las formulaciones que se emplearon para la elaboración de la salchicha tipo Frankfurt. En estas formulaciones se emplearon los dos polisacáridos por separado y en mezcla con diferentes porcentajes de grasa.

Tabla 2. Formulación empleada para la elaboración de salchicha Frankfurt

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (PORCENTAJE)		
	Carragenina(%)	Goma arábica(%)	Carragenina y goma arábica (%)
Cerdo	65,45	65,45	65,45
Grasa de cerdo	10 y 20	10 y 20	10 y 20
Almidón de papa	1,96	1,96	1,96
Polisacárido	1.5	1.5	1.5
Condimento de salchicha	1,31	1,31	1,31
Colorante	0,03	0,03	0,03
Pimienta	0,20	0,20	0,20
Sal nitral	0,29	0,29	0,29
Sal común	1,31	1,31	1,31
Hielo	17,02	17,02	17,02

Fuente: autor

3.2.4 Determinación de la calidad fisicoquímica

Muestras para realizar estas pruebas durante un periodo de 30 días de almacenamiento a temperatura de 4°C, con una frecuencia de cada 10 días, se han dispuesto, para verificar la calidad de las salchichas Frankfurt elaboradas con las formulaciones propuestas.

3.2.4.1 Determinación de humedad de la salchicha tipo Frankfurt

De acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Colombiana 1325 de 2008, se determinó el contenido de humedad (NTC 1663, 2009) del producto final, donde se dispusieron 3 gramos de cada una de las salchichas en una balanza de humedad, a una temperatura de 110 °C por un tiempo aproximado de 40 minutos hasta lograr peso constante.

3.2.4.3 Determinación de actividad acuosa (AW) de la salchicha tipo Frankfurt

Para lo cual se empleó un analizador portable de actividad acuosa ROTRONIC HP23-AW-A SET-40. Se realizaron dos repeticiones por cada producto en sus respectivos tiempos. Se calibro el equipo

con el estándar 0.984 ± 0.003 . Las muestras analizadas fueron troceadas e introducidas en las cubetas porta muestra del equipo y se llevaron a temperatura ambiente.

3.2.4.5 Pérdida de peso

Se realizó por gravimetría en balanza analítica ADAM con capacidad máxima de 250 gramos y grado de precisión ± 0.0001 , teniendo en cuenta el peso inicial y peso final de la muestra.

3.2.5 Evaluación sensorial de la salchicha tipo Frankfurt

La evaluación sensorial se realizó con el fin de determinar el grado de satisfacción del consumidor hacia las salchichas, la cual se evaluó basándose en las características de olor, color, sabor y propiedades de textura, utilizando una escala hedónica de 5 puntos, en donde:

- Me desagrada mucho = 1
- Me desagrada un poco = 2
- Ni me gusta, Ni me disgusta = 3
- Me gusta mucho = 4
- Me gusta muchísimo = 5

Las muestras de las salchichas fueron presentadas en trozos de 1,5 cm, identificadas con números aleatorios de tres cifras. La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Sensorial de la Universidad de Pamplona, empleando un panel de 20 evaluadores semi-entrenados, a los cuales se les suministro una ficha de evaluación con el fin de poder obtener los resultados para la correspondiente tabulación y análisis de los datos (Granados & Guzmán, 2013).

Después de la determinación de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de las salchichas, al realizar los respectivos análisis y comparaciones de los mismos, se determinó cual o cuales de los polisacáridos (carragenina, goma arábica) empleados en la elaboración de la salchicha frankfurt, muestra los mejores parámetros organolépticos y sensoriales de calidad. Para ello se realizó análisis estadístico de los resultados obtenidos con el fin de determinar el grado de aceptación de las salchichas y como el tipo de polisacárido (carragenina, goma arábica) y de grasa influye.

3.2.6 Análisis estadístico

Todos los resultados fueron analizados estadísticamente empleando un análisis de la varianza ANOVA, con un nivel de significancia del 0,05% usando el test de DMS, con el fin de establecer las diferencias entre las formulaciones con sustitución y definir el sustituto de grasa óptimo en la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, considerando las variables de respuesta humedad, actividad acuosa, estabilidad, pérdida de peso y aceptación sensorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se muestran los resultados fisicoquímicos y sensoriales obtenidos de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con adición de carragenina y goma arábica en diferentes concentraciones, utilizadas para la formación de la emulsión, evaluadas durante 30 días en lapsos de 10 días.

4.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES CÁRNICAS ELABORADAS CON CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA A PARTIR DE PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS Y REOLÓGICAS

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos de viscosidad en las diferentes emulsiones elaboradas con adición de carragenina y goma arábica en diferentes concentraciones (en solitario y combinada).

Tabla 3. Resultados de viscosidad en las emulsiones cárnicas cruda

Formulación	Viscosidad (Pa.s)
F1: 1,5% carragenina+20% grasa	105.750 ± 919,239 ^a
F2: 1,5% (carragenina+goma arábica)+20% grasa	94.400 ± 282,843 ^b
F3: 1,5% goma arábica+20% grasa	95.050 ± 494,975 ^b
F4: 1,5% carragenina+10% grasa	96.650 ± 1343,503 ^b
F5: 1,5% (carragenina+goma arábica)+10% grasa	95.050 ± 1343,503 ^b
F6: 1,5% goma arábica+10% grasa	68.950 ± 636,396 ^c
p- valor	0,000

n=2, promedio ± *desviacion tipica*, p-valor ≤ 0,05 diferencia significativa, a,b,c – letras diferentes existen diferencias mínimas significativas

Al emplear carragenina en las emulsiones cárnicas estudiadas se presenta una viscosidad mayor, la cual se incrementa al emplear el máximo del componente grasa (20%), hecho que puede ser debido como lo expresan (Palanisamy, Töpfl, Aganovic, & Berger, 2018), a que la carragenina incrementan

la viscosidad de la fase continua por formación de redes tridimensionales en las que quedan atrapadas las partículas de grasa gracias a sus propiedades tixotrópicas, es decir, que pueden modificar su viscosidad de acuerdo con la agitación a que son sometidos (Farouk, Frost, Krsinic, & Wu, 2011). Se trata de un hidrocoloide o goma ampliamente utilizado para la elaboración de productos bajos en grasa, que beneficia el desarrollo de productos con mayor viscosidad y retención de agua. De las carrageninas se conocen químicamente tres tipos, carragenina Kappa, Iota y Lambda, siendo la Iota, el tipo empleado en este estudio, la que tiene mayor poder gelificante, con escasa posibilidad de sinéresis. Sin embargo, no se debe dejar de lado la función que cumple la proteína cárnica dentro de una emulsión, en la cual recae así mismo, la viscosidad, pues gracias a las proteínas miofibrilares especialmente a la actomiosina se produce una interacción entre los geles de ésta proteína y los geles de la carragenina.

Un bajo contenido en grasa (10%) en mezcla con carragenina, en la emulsión cárnica, se observa una pasta cruda con menor viscosidad, pero significativamente mayor a la obtenida con la goma arábiga (10% grasa). Al someter estas emulsiones a un escaldado se condujo a la obtención de emulsiones más cohesivas, de acuerdo con lo expuesto por Ayadi et al., 2009, quienes concluyen que, al aumentar la concentración de la carragenina en emulsiones como la salchicha, se obtiene más dureza y más cohesividad, quienes al emplear niveles de 0,8 y 1,5% de carragenina describen lograr una menor cohesividad y elasticidad. Los resultados demuestran que mientras la carragenina aumenta la viscosidad y con ello la capacidad de retención de agua, al adicionar la goma arábiga en una emulsión cárnica en combinación con carragenina, ésta genera un efecto antagónico formando emulsiones significativamente menos viscosas.

La resistencia de la emulsión cárnica a fluir es una propiedad que depende de diversas características, las cuales están relacionadas con la capacidad de retención de agua y el punto isoeléctrico de las proteínas, la concentración de sal empleada y la cantidad de agua añadida. Es conveniente mencionar que este último elemento (agua) es uno de los constituyentes más significativos en el proceso de emulsificación y en consecuencia en la determinación de este atributo (viscosidad), ya que actúa como disolvente del cloruro de sodio que se requiere para solubilizar las proteínas (Moron, 2020).

Estadísticamente se presenta que al emplear 1,5% de carragenina en una emulsión compuesta por 20% de grasa, se presenta una viscosidad significativa mayor en la emulsión cárnica cruda y que al sustituir grasa (10%) por goma arábiga, se presenta una viscosidad significativamente menor en una emulsión.

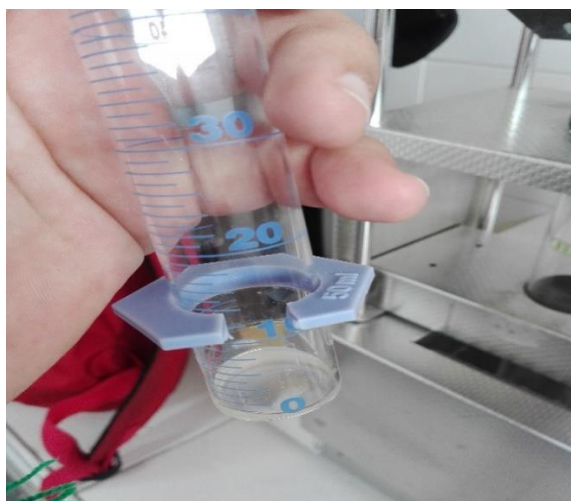
En relación a la estabilidad de la emulsión por goteo la tabla 4 muestra los resultados obtenidos en donde se evidencia que no se presentó pérdida por goteo representativo, ya que el método sugiere una división de volumen separado de la emulsión sobre volumen de aceite de la emulsión, salvo en

el caso de las emulsiones con goma arábica, en las cuales se obtuvo un goteo de agua de 0,3 y 0,4 ml que evidencia una baja capacidad de retención de agua (figura 2).

Tabla 4. Estabilidad de la emulsión cárnica

Formulación	Índice de estabilidad
F1: 1,5% carragenina+20% grasa	1
F2: 1,5% (carragenina+goma arábica)+20% grasa	0,5
F3: 1,5% goma arábica+20% grasa	0,4
F4: 1,5% carragenina+10% grasa	1
F5: 1,5% (carragenina+goma arábica)+10% grasa	0,925
F6: 1,5% goma arábica+10% grasa	0,9

Figura 2. Pérdida por goteo en la formulación con adición de goma arábica



Fuente: Autor

Se observó que la goma arábica en presencia de altos contenidos de grasa no desarrolla características para una emulsión óptima, mostrando así su dificultad para hacer la retención de agua adecuada, caso contrario paso con las formulaciones bajas en grasa (10%), donde se presentó excelentes características de retención de agua y estructura uniforme para desarrollar una emulsión estable. Caso similar expone (Álvarez et al., 2007) donde los resultados obtenidos sugieren que las emulsiones elaboradas con almidón y un menor porcentaje de grasa, presentan una reducción significativa de las pérdidas de exudado, mejorando el rendimiento tras el cocinado y en definitiva, dando un producto más estable. En cambio, en emulsiones más grasas y sin almidón, las pérdidas por cocinado aumentaron significativamente, presentando una mayor tendencia al rompimiento de la emulsión.

Todas las formulaciones con adición de goma arábica (en solitario y 50:50 carragenina) y un contenido de grasa del 20%, presentaron un rompimiento de la emulsión, de esta manera dejaron en evidencia la inestabilidad de la emulsión cárnica como muestra la figura 3 y fueron descartadas para estudios realizados más adelante.

Figura 3. Rompimiento de la emulsión en formulaciones con adición de goma arábica (solitario y combinada) y 20% de grasa



Fuente: Autor

Para el caso de la carragenina, las emulsiones fueron estables al realizar el proceso de escaldado, las cuales presentaron una mayor viscosidad, siendo al parecer importante el tamaño de la partícula, ya que determina principalmente la apariencia de la emulsión y al mismo tiempo tiene efecto sobre la estabilidad de la misma. Así la inestabilidad es un proceso que comprende diferentes mecanismos contribuyendo a la transformación de una emulsión uniformemente dispersada en un sistema separado en fases (Mendieta, 2014).

El aumento de la estabilidad de la fase grasa se puede atribuir, como lo expresa Nawar (1990) y Ramos et al., (2004), en donde la goma xántica y la carragenina, incrementan la viscosidad de la fase continua por formación de redes tridimensionales en las que quedan atrapadas las partículas de grasa impidiendo la floculación, la coalescencia y la separación de la grasa.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA EN LA SUSTITUCIÓN DE LA GRASA POR CARRAGENINA Y GOMA ARÁBIGA PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT A PARTIR LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES

En la tabla 5 se exponen los resultados del contenido proximal de las 5 formulaciones de salchichas ensayadas. Se puede observar que no hay una variación relevante en los componentes que caracterizan a los productos cárnicos procesados escaldados, salvo que al sustituir la grasa por la carragenina los valores de este componente se reducen conforme la sustitución. Sin embargo, esta sustitución no muestra una pérdida de jugosidad o de sabor y textura en la salchicha, en la que inclusive se obtiene un producto con un corte más limpio y mayor homogeneidad en la emulsión, dándole la apariencia de una emulsión más fina.

De acuerdo con la normativa NTC 1325, en la que se dispone la clasificación de los productos cárnicos procesados escaldados y considerando la composición proximal, las formulaciones establecidas para la sustitución de grasa corresponden a un producto tipo PREMIUM, para el que se establece una proteína mínima de 14 y de almidón máximo 3%.

Tabla 5. Contenido proximal de las formulaciones de salchicha tipo Frankfurt

Componente	Formulaciones				
	F1	F2	F3	F4	F5
	COMPOSICIÓN PROXIMAL (%)				
Proteína total	14,13	13,98	15,73	15,72	13,99
Proteína no cárnica	0,00	0,017	0,017	0,008	0,008
Grasa	21,09	20,48	10,92	10,92	10,51
Humedad	58,42	57,59	64,60	64,60	57,70
Almidón	2,18	2,16	2,4	2,43	2,16
Sal	2,19	2,14	2,4	2,43	2,16
Fosfatos	0,29	0,29	0,32	0,32	0,29
Ascorbatos	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitritos (ppm)	200	181	224	220	199
	RELACIÓN DE COMPONENTES				
Humedad/PRO	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
GRA/PRO	1,5	1,5	0,7	0,7	1,5
Sal/Humedad (%)	3,7	3,7	3,8	3,8	3,8
Balance agua	0,3	0,5	0,8	0,7	0,4

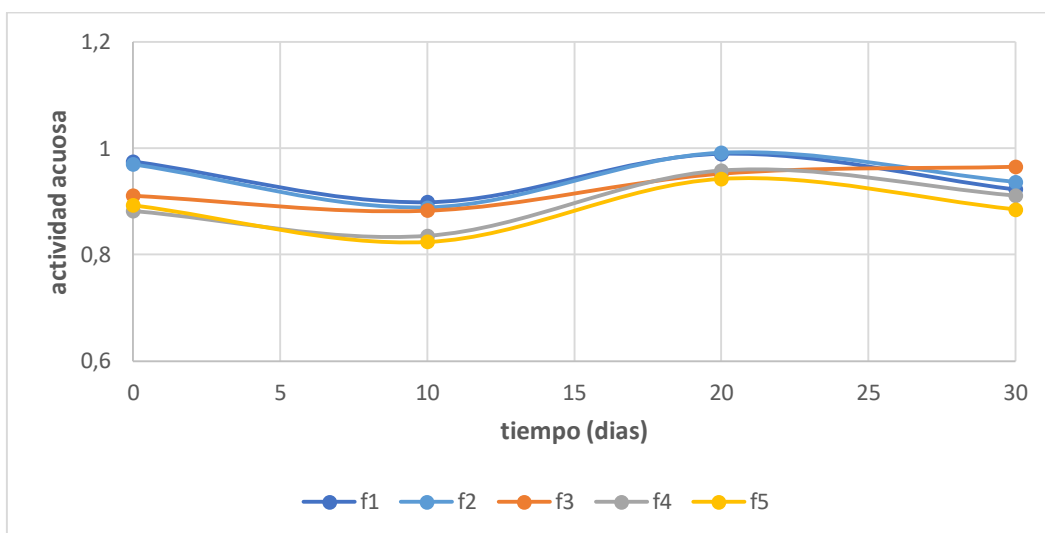
F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

Con respecto a la relación de componentes, se puede definir que las formulaciones aseguran una salchicha jugosa, corte limpio, elástica, cuya estabilidad no está comprometida, ya que éstas

presentan valores por debajo de 2,0 en la relación grasa/proteína. Aunque no hay dificultad con la estabilidad, un menor contenido de grasa se expresa como un producto seco, que en el caso de las formulaciones que contiene carragenina en combinación con 10% grasa (F3) y a su vez con goma arábica (F4), no se presenta al elaborarla y degustarla, siendo estas incluso más jugosas que la salchicha frankfurt patrón (F1). Esto se atribuye a las características de sinergia, emulsificante, texturizante, retenedor de agua e interacción amplia con proteínas.

Pasando a los resultados fisicoquímicos, en la figura 4 se observan los correspondientes a la actividad acuosa obtenidos durante el almacenamiento en salchichas tipo frankfurt, elaboradas con carragenina y goma arábica en diferentes porcentajes, con bajo contenido de grasa (10% y 20%) y de la misma manera siguiendo una formulación patrón.

Figura 4. Actividad acuosa presente en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento



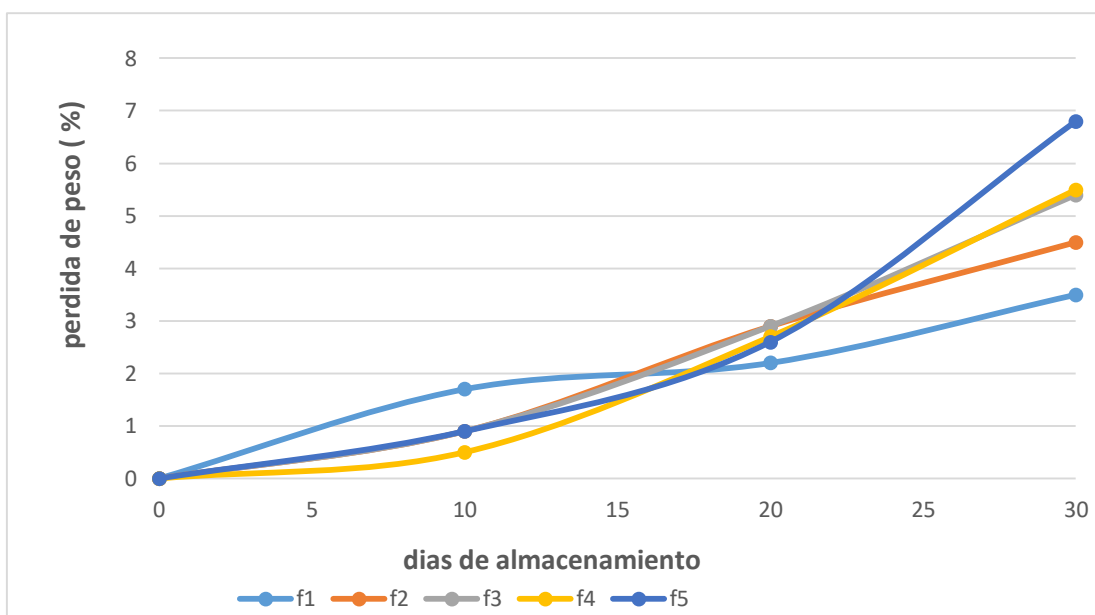
F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

La figura 4 muestra valores óptimos en las cinco (5) formulaciones de salchichas tipo frankfurt en el día "0" para productos cárnicos que deben estar en un rango mayor a 0.83. Al pasar los primeros 10 días de almacenamiento en refrigeración (4-7°C), se observa un leve descenso en la actividad acuosa como resultado de los procesos que sufre el producto cárnico en almacenamiento, este proceso es similar al observado por Fernández & Llinares, (2006), quienes determinaron la actividad acuosa (aw) en diferentes productos cárnicos, obtuvieron valores por encima de 0.90 para diferentes productos cárnicos. También observaron que los valores de aw a las 24 horas de exposición entre

las temperaturas de 20°C y 5°C, suponen un descenso medio en la aw de 0,0011/1°C a medida que desciende la temperatura. Entre los días 10-30 la actividad acuosa aumentó ligeramente en todas las muestras, este proceso se debe a que la vida útil para productos cárnicos como la salchicha frankfurt oscila entre los 30 días y a medida que estos pasan, la actividad acuosa aumenta debido a la carga microbiana que empiezan a desarrollar con el paso del tiempo, haciéndose visible su ablandamiento y textura viscosa en algunos de estos productos, la goma arábica tiene una menor actividad acuosa debido a su menor capacidad de retención de agua, este aspecto se evidencia en la gráfica donde f5 (100% goma arábica) presenta el valor más bajo durante el tiempo de observación.

La figura 5 muestra la pérdida de peso de las muestras de salchichas tipo frankfurt durante 30 días tomándose datos en lapsos de 10 días y manteniéndose almacenadas en refrigeración (4-7°C).

Figura 5. Pérdida de peso en salchichas tipo frankfurt durante 30 días en almacenamiento

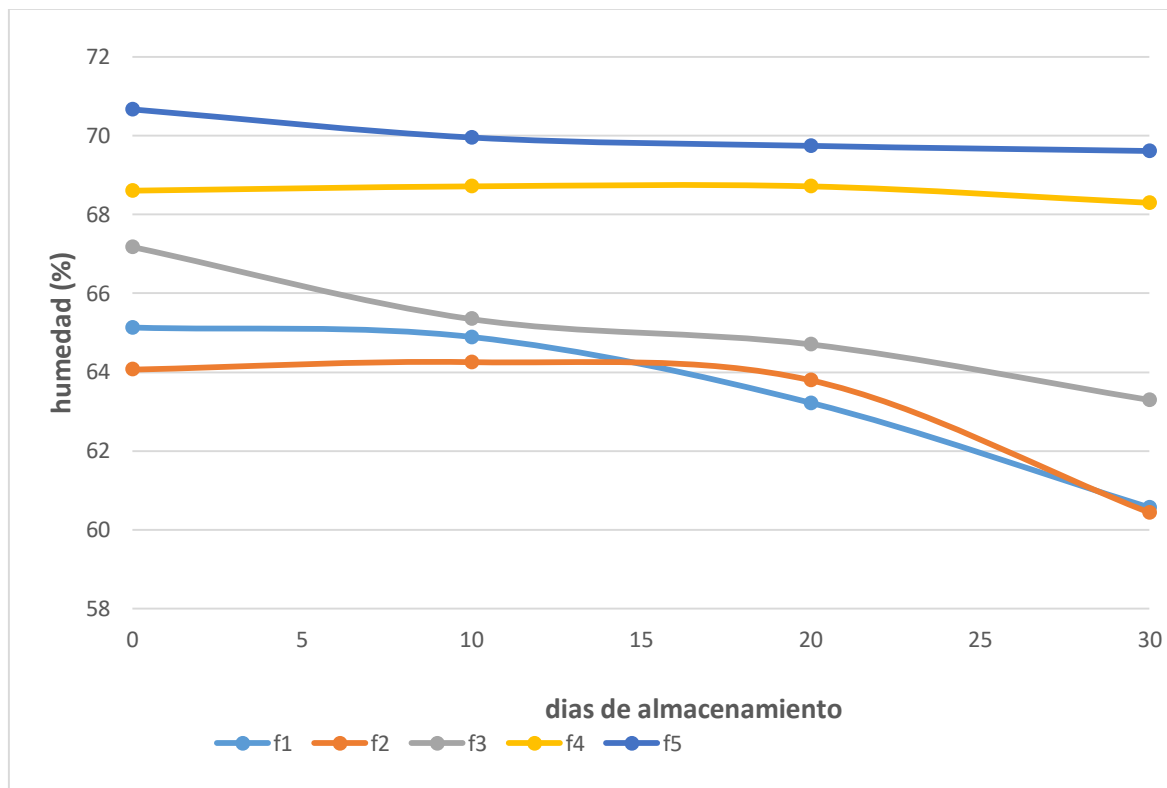


F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

Las muestras de salchicha tipo frankfurt (f1, f2, f3, f4, f5) presentaron una tendencia muy similar en su pérdida de peso, donde se observa que la muestra que presentó mayor pérdida de peso fue f5 (7%). Esto puede ser debido a la presencia de goma arábica en su formulación (100%), ya que este polisacárido presenta deficiencia con la retención de agua y hace que la pérdida de agua se realice más rápido en el transcurso de los días de almacenamiento. Estos datos se aproximan a los obtenidos por Marín, (2016), quien observó pérdidas del 2,4% por refrigeración en un lapso de 24 horas para salchichas polacas.

La figura 6 muestra resultados de humedad en las 5 formulaciones de salchichas tipo frankfurt durante los 30 días de análisis.

Figura 6. humedad presente en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento



F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

Las formulaciones f1 (formulación patrón) y f2 (carragenina 100%, grasa 20%), representan los valores más bajos (<66%) de humedad durante los 30 días de almacenamiento, teniendo en común su alto contenido de grasa (=>20%), demostrando la efectividad de la carragenina para retener agua, de esta manera hace más complejo que se presenten altos contenidos de humedad, observándose una disminución notoria en los días 20-30, debido a que las salchichas al pasar los días de almacenamiento empiezan a presentar ablandamientos por su vida útil (30 días), mientras f4 (carragenina y goma arábica 50:50%, grasa 10%) y f5 (goma arábica 100%, grasa 10%) presentaron altos contenidos de humedad (68-72%) debido a la goma arábica presente en su formulación, donde la formulación f5 (100% goma arábica) presentó el más alto y se mantuvo constante durante los 30 días de almacenamiento. Con ello, se evidencia la dificultad que presenta la goma arábica con la retención de agua en productos cárnicos, dejando agua libre que aumenta con el tiempo de almacenamiento. Esta teoría también la explica (Rivera, 2012) cuando describe que 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.

La tabla 6 presenta los resultados estadísticos para las pruebas fisicoquímicas de la salchicha tipo frankfurt durante los 30 días de almacenamiento donde la humedad presenta una alta diferencia significativa.

Tabla 6. Resultados estadísticos de pruebas fisicoquímicas en salchichas tipo frankfurt durante 30 días de almacenamiento

Formulación	Actividad acuosa (aw)	Humedad (%)	Pérdida de peso (%)
F1	0,946375±0,0429775 ^a	63,45±2,25 ^a	1,85000±1,666258 ^a
F2	0,946500±0,0447884 ^a	63,14±1,82 ^a	2,0750±1,5336786 ^a
F3	0,928000±0,0379495 ^a	65,13±1,79 ^b	2,17000±1,721460 ^a
F4	0,896625±0,0513929 ^a	68,59±1,06 ^c	2,30000±2,274400 ^a
F5	0,885875±0,0483845 ^a	70,00±0,44 ^c	2,57500±2,406309 ^a
<i>p – valor</i>	0,240	0,000	0,994

F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

n=4, $\bar{X} \pm desviacion\ tipica$, p -valor $\leq 0,05$ diferencia significativa, a,b,c,d,e – letras \neq existen diferencias mínimas significativas

Se observa que ha mayor contenido de grasa y carragenina, mayor será el valor de la actividad acuosa como lo muestran f1 (formulación patrón) y f2 (carragenina 100%, grasa 20%), mientras que si la formulación contiene goma arábica (f5) y menor contenido de grasa (10%), su actividad acuosa será de un valor más bajo (0,88). Los resultados obtenidos se explican con la alta retención de agua que presenta la carragenina, lo que hace su actividad acuosa más alta, sin embargo las 5 formulaciones elaboradas no presentan diferencia significativa, observando resultados similares a los obtenidos por Fernández López et al., (2020), donde no presento diferencia significativa la actividad acuosa en salchichas con adición de quínoa (3%).

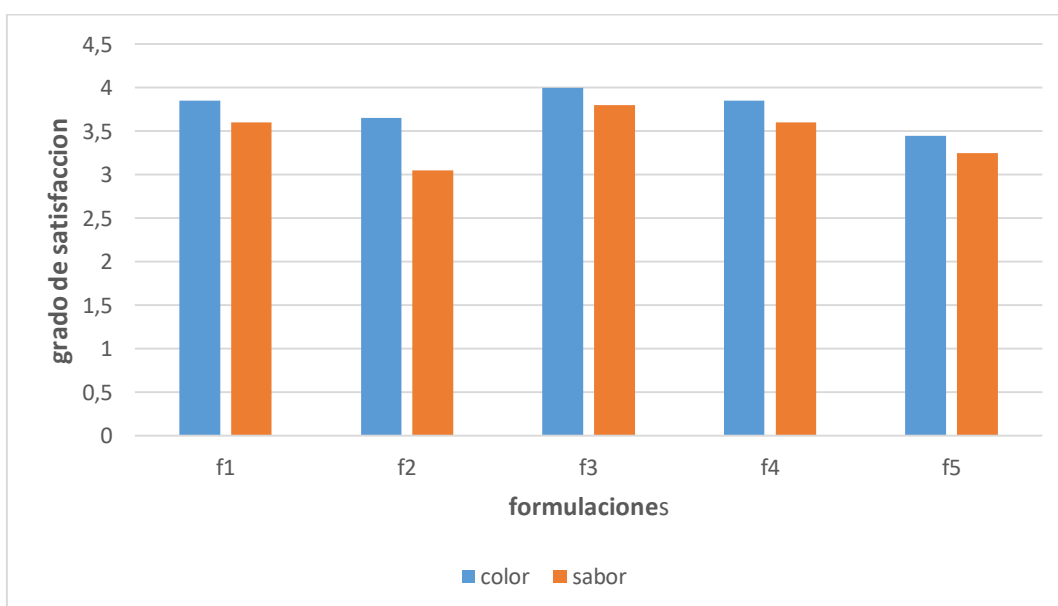
La humedad presenta diferencias significativas (0,000) donde se observa que f5 (goma arábica 100%, grasa 10%), presenta el valor más alto (70%) quien debido a baja retención de agua que precede a la goma arábica, permite que la salchicha maneje más alto contenido de agua libre que no ha sido incorporada a la emulsión y a esto se suma el bajo contenido de grasa (10%), que es una materia prima indispensable en el momento de formar emulsiones cárnicas, evitando de este modo que la emulsión se rompa; caso contrario ocurrió en f1 (formulación patrón) y f2 (carragenina 100%, grasa 20 que al contener carragenina y alto contenido de grasa (>20%) muestra una emulsión más compacta con un contenido de humedad más bajo.

Los valores de humedad obtenidos en las salchichas f1, f2 y f3 son las que se encuentran dentro de lo establecido por la norma NTC 1325, la cual contempla un máximo de humedad del 67%. Algo similar explica (Totosaus, 2007) cuando dice que la principal ventaja de los polisacáridos en salchichas bajas en grasa y con agua añadida parece ser la mejora de la retención de agua. Del mismo modo, la incorporación de carragenina a sistemas cárnicos mejora la fuerza de la matriz proteica, incrementando de esta manera la capacidad de retención de agua y una textura más dura debido al entrapamiento mecánico del agua. Caso similar observo (Candogan & Kolsarici, 2003), quienes elaboraron salchichas con adición de carragenina y pectina, y al aumentar la concentración de carragenina los grupos de tratamiento mostraron mayor capacidad de retención de agua. También (Cabrera, Restrepo, & Molina, 2016), encontraron que al adicionar carragenina en la elaboración de jamón, los resultados mostraron que el tratamiento 2 (1,2% carragenina) presentó la menor liberación de agua y la mayor dureza.

La pérdida de peso no muestra diferencia significativa, sin embargo, las formulaciones con adición de carragenina presentaron los porcentajes más bajos durante su almacenamiento, mientras que la formulación patrón y formulaciones con adición de goma arábica mostraron valores más elevados, demostrando que la carragenina aporta beneficios como disminución de pérdida de peso en condiciones de almacenamiento durante 30 días.

La figura 7 muestra atributos sensoriales de color y sabor para 5 formulaciones de salchicha tipo frankfurt con adición de goma arábica, carragenina y variaciones en su contenido de grasa (10 y 20%), donde estas fueron evaluadas en escala de 1 a 5 por consumidores comunes para observar el grado de satisfacción.

Figura 7. Aceptación sensorial para atributos de color y sabor en salchichas tipo frankfurt



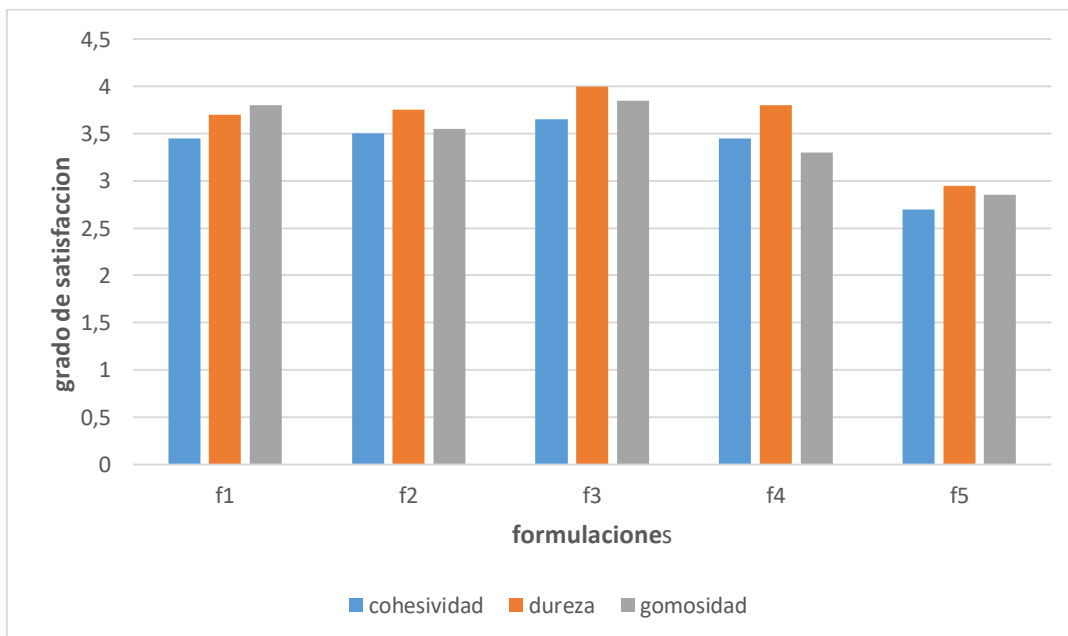
F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

La muestra que presento mejor color fue f3, donde indica que al incorporar carragenina en (100%) y bajo contenido de grasa (10%), se obtiene un grado de satisfacción de “me gusta”, las demás muestras se acercaron a esta calificación, por lo que se asume que las salchichas presentaron un color agradable para el consumidor.

La salchicha que mejor fue calificada por su sabor fue f3, mostrando mayor satisfacción que la formulación patrón, por lo que la carragenina mejora atributos de sabor en menor contenido de grasa (10%), logrando una calificación de “me gusta” por parte de los consumidores.

La figura 8 muestra atributos sensoriales de cohesividad, dureza y gomosidad para 5 formulaciones de salchicha tipo frankfurt con adición de goma arábica, carragenina y variaciones en su contenido de grasa (10 y 20%), donde estas fueron evaluadas en escala de 1 a 5 por consumidores comunes para observar el grado de satisfacción.

Figura 8. Aceptación sensorial para atributos cohesividad, dureza y gomosidad en salchichas tipo frankfurt



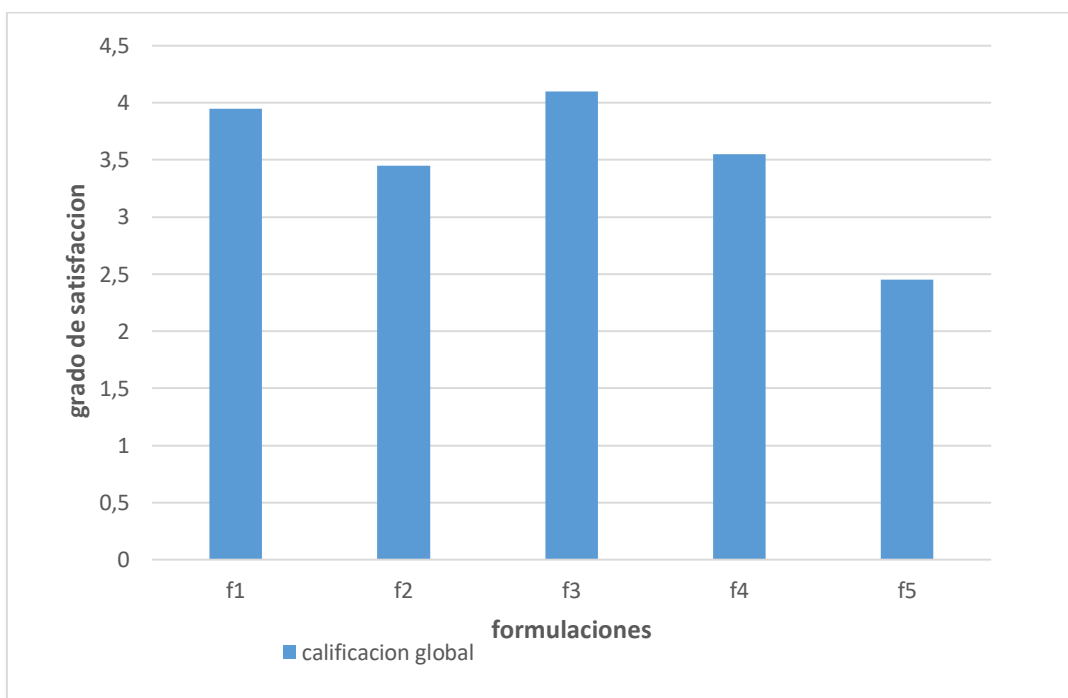
F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

Al sustituir el 10% de la grasa por el uso de carragenina se obtienen salchichas tipo frankfurt con mayor aceptación, incluso mayor que la registrada en la salchicha elaborada con 20% grasa (F1), patrón.

Las salchichas tipo frankfurt f1, f2, f3, f4 mostraron un grado de satisfacción cercano a me “gusta”, demostrando que las formulaciones presentan excelentes atributos sensoriales de textura y de este modo representando una alta calificación por parte del consumidor, caso contrario ocurrió con f5 que presentó un grado de satisfacción por debajo de “ni me gusta ni me disgusta”, mostrando las falencias que presenta la goma arábica en el momento de proporcionar atributos sensoriales de textura en salchichas tipo frankfurt.

La figura 9 muestra atributos sensoriales de calificación global para 5 formulaciones de salchicha tipo frankfurt con adición de goma arábica, carragenina y variaciones en su contenido de grasa (10 y 20%), donde estas fueron evaluadas en escala de 1 a 5 por consumidores comunes para observar el grado de satisfacción.

Figura 9. Evaluación sensorial para atributo de calificación global en salchichas tipo frankfurt



F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

Se observó que f3 (100% carragenina, 10 % grasa) presentó el mayor grado de satisfacción (me gusta), mostrando mayor agrado al consumidor por encima de la muestra patrón, lo que indica la importancia de usar polisacáridos como la carragenina para mejorar atributos sensoriales en salchichas tipo frankfurt y ofrecer un producto bajo en grasa haciendo de este un producto cárnico más atractivo para los consumidores que buscan alimentos saludables. Caso contrario ocurre con la adición de goma arábica, como se observa en f5 (100% goma arábica, 10% grasa) que presenta un grado de satisfacción de “no me gusta”.

Esta aceptación demuestra que la carragenina sustituye eficientemente la grasa al ser reemplazada por el 10% , en donde esa aceptación se ve influenciada por una mejor gomosidad, dureza y cohesividad, patrones de textura que son relevantes para el consumidor.

En la tabla 7 se muestran resultados estadísticos ANOVA del análisis sensorial realizado a salchichas tipo frankfurt con adición de polisacáridos y reducción de grasa en 5 muestras con diferentes cantidades, en las cuales se encuentra una formulación patrón como punto de comparación.

Tabla 7. Resultados estadísticos de pruebas sensoriales en salchichas tipo frankfurt durante 30 días en almacenamiento

Formulación	Color	Sabor	Cohesividad	Dureza	Gomosidad	Global
F1	3,85±0,813 ^a	3,60±1,095 ^a	3,45±0,759 ^a	3,70±0,733 ^a	3,80±0,834 ^a	3,95±0,826 ^a
F2	3,65±0,875 ^a	3,05±1,050 ^a	3,50±0,761 ^a	3,75±0,967 ^a	3,55±0,887 ^a	3,45±0,887 ^{ba}
F3	4,00±0,725 ^b	3,80±1,005 ^b	3,65±0,875 ^a	4,00±0,725 ^a	3,85±1,040 ^a	4,10±0,912 ^a
F4	3,85±0,813 ^a	3,60±1,046 ^c	3,45±1,050 ^a	3,80±0,696 ^a	3,30±0,923 ^{ab}	3,55±0,826 ^a
F5	3,45±0,826 ^a	3,25±1,164 ^a	2,70±1,031 ^b	2,95±0,999 ^b	2,85±1,226 ^b	2,45±1,146 ^b
<i>ρ – valor</i>	0,246	0,183	0,012	0,002	0,012	0,000

F1(formulación patrón), F2(carragenina 100%, grasa 20%), F3(carragenina 100%, grasa 10%), F4(carragenina/goma arábica 50:50%, grasa 10%), F5(goma arábica 100%, grasa 10%)

n=20, X±desviación típica, p-valor ≤ 0,05 diferencia significativa, a,b,c,d, – letras ≠ existen diferencias mínimas significativa

Como se puede observar estadísticamente en la tabla 7, expone los resultados de valoración de las salchichas tipo frankfurt, mostrando que la salchicha con adición de goma arábiga (100%) fue la que obtuvo calificaciones más bajas en atributos como dureza, gomosidad y calificación global donde se presentan diferencias significativas, debido a la presencia de agua libre que muestra la goma arábiga en el momento de formar emulsión y no tener la suficiente retención de agua para hacer una salchicha más compacta y con mejores características sensoriales, dejando en evidencia que es un polisacárido o hidrocoloide que no ofrece características propias de una emulsión cárnica como en este caso lo es la salchicha tipo frankfurt. Por otra parte, en atributos como color y sabor donde no se observan evidencias significativas, si presenta una valoración aceptable para ser un producto cárnico con una baja presencia de grasa (10%) y mostrando así que en compañía de polisacáridos como la carragenina como lo es f4 (50:50 % carragenina y goma arábiga) puede ofrecer mejores atributos sensoriales.

Las formulaciones con adición de carragenina (f2, f3, f4) presentaron mayor valoración por parte de los consumidores, sin embargo f3, que contenía una baja adición de grasa (10%), presentó valoraciones de 4 (me gusta), mostrando así una valoración por encima de la formulación patrón (f1) y demás formulaciones (f2, f3, f4, f5), donde se hace evidente como la carragenina actúa como sustituto de grasa sin afectar atributos sensoriales (sabor, color, dureza, cohesividad, gomosidad), presentes en la salchicha tipo frankfurt, mediante valoraciones que no representan diferencias significativas de una formulación común a una formulación con reducción de grasa, convirtiéndose así mismo en una solución para la industria cárnica en la elaboración de productos más saludables.

El atributo mejor evaluado por el panel fue el color, donde el uso de polisacáridos (carragenina y goma arábiga) produce un color visualmente agradable propio de un producto cárnico como lo es la salchicha, atributo donde todas las formulaciones no presentan diferencia representativa a excepción de f3, que mostro diferencia respecto a las otras y además obtuvo una valoración mayor (4) que indica agrado frente a los consumidores. Algo similar encontró (Pietrasik & Duda, 2000) que evaluaron los efectos del concentrado de proteína de soja y la mezcla de k-carragenina (GELPRO, relación 3: 1) (que varía de 0 a 3%) y niveles variables de la grasa del collar (que oscila entre 20 y 40%) en las características de calidad de salchicha escaldada triturada. La calidad de la salchicha fue determinada midiendo las características de textura, hidratación y color. La adición p de GELPRO favoreció el WHC afectado y la estabilidad térmica de las salchichas procesadas independientemente del contenido de grasa. El uso de un aditivo afecta la textura de la salchicha, pero el efecto depende de la cantidad de aditivo utilizado. La reducción de grasa resultó en una disminución de la dureza, gomosidad y masticabilidad de las salchichas. Los parámetros de color se afectaron solo variando los niveles de grasa (L *, b *). También (Ayadi et al., 2009) estudió la influencia de la adición de carragenina en las propiedades de las salchichas de carne de pavo. Los resultados obtenidos muestran que la carragenina causa una disminución en la estabilidad de la emulsión y un aumento en la retención de agua, capacidad, dureza y cohesión de las muestras de salchichas formuladas. La adición de carragenina a niveles bajos (0.2% y 0.5%) aumenta la elasticidad del gel. Sin embargo, una mayor concentración de carragenina provoca una reducción

en la elasticidad de los embutidos. La observación de la microestructura muestra que el aumento de los niveles de carragenina en la formulación de salchichas conduce a una aparición progresiva de una red adicional de gel de carragenina. El análisis sensorial muestra que la presencia de carragenina no tiene un efecto significativo en el sabor de las salchichas. De todos modos, mejora la apariencia y textura de la salchicha.

La calificación global fue la que presentó mayor diferencia significativa (0,000), donde la valoración más baja la obtuvo f5(2,45) y la más alta f3 (4,10).

El análisis anova refleja que la goma arábica presenta deficiencias en muchos atributos sensoriales, principalmente los que se relacionan con la textura, lo que demuestra que no es un polisacárido recomendable como sustituto de grasa en salchichas tipo frankfurt, caso contrario ocurre cuando se adiciona carragenina en salchichas tipo frankfurt, donde mejora atributos como color y sabor, logrando de esta manera hacer una reducción de grasa en el producto, sin que afecte los atributos sensoriales y al contrario los mejora si lo comparamos con la formulación patrón. Algo similar encontró (Cabrera et al., 2016), en la elaboración de jamón con adición de carragenina, donde mencionan que el testigo mostró mejores características sensoriales de color, olor y sabor. Es importante resaltar que este tipo de salchicha no es de consumo común en Colombia por lo que se explica que no tenga una calificación de 5.

5. CONCLUSIONES

Al emplear carragenina y goma arábica como sustituyentes de grasa en una emulsión cárnica, los resultados más óptimos se obtienen con el 10% de grasa en la formulación, ya que son sustituciones más estables para el desarrollo de productos cárnicos.

La carragenina presenta mejores propiedades tecnológicas en comparación con la goma arábica como sustitutos de grasa en la elaboración de emulsiones cárnicas.

Las formulaciones estudiadas para la elaboración de salchichas tipo frankfurt con sustitución de grasa no presentan diferencia significativa en los parámetros de actividad acuosa y pérdida de peso durante 30 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración empacadas al vacío, sin embargo, se observa que las formulaciones que presentan goma arábica muestran una menor actividad acuosa y mayor pérdida de peso características que influyen en la calidad y vida útil del producto.

Las salchichas tipo frankfurt con adición de carragenina y altos contenidos de grasa (\Rightarrow 20%) presentan porcentajes de humedad más bajos en relación a las otras formulaciones, demostrando la capacidad de dicho polisacárido para formar emulsiones con alta retención de agua, mientras la goma arábica presenta dificultad para esta característica.

Sensorialmente la sustitución del 10% de grasa por 1.5% de carragenina en una formulación de salchicha tipo frankfurt, se obtiene una mayor satisfacción en los atributos de color, sabor, gomosidad, cohesividad y dureza.

La carragenina sustituye eficientemente la grasa al ser reemplazada por el 10%, en donde sensorialmente se ve influenciada por una mejor gomosidad, dureza y cohesividad, patrones de textura que son relevantes para el consumidor.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de estabilidad microbiológica, más aún considerando la evolución de la actividad acuosa presentada.

se recomienda emplear carragenina en productos cárnicos como sustituto de grasa y seguir investigando con porcentajes de grasa menores al 10%, teniendo en cuenta como este polisacárido mejora los atributos sensoriales de este producto y se ofrece para la elaboración de productos cárnicos más sanos.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aditivos alimentarios EPSA. (2013). Los hidrocoloides, aditivos de alta calidad. 97–99.
- Alejandro, J., & González, O. (2012). Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*carcharhinus falciformis*) y almidón modificado (Maltodextrina).
- Alfonso Totosaus. (2007). Productos carnicos emulsificados bajos en grasa y sodio. 1, 53–66.
- Álvarez, D., Castillo Zambudio, M., Garrido Fernández, M., Bañón Arias, S., Nieto López, G., Díaz Molins, P., & Payne, F. (2007). Efecto de la composición y el de procesado sobre las propiedades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas. *Anales de Veterinaria de Murcia*, (23), 25–34.
- Ayadi, M., Kechaou, A., Makni, I., & Attia, H. (2009). Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, 93(3), 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033>
- Bis-Souza, C. V., Pateiro, M., Domínguez, R., Penna, A. L. B., Lorenzo, J. M., & Silva Barretto, A. C. (2020). Impact of fructooligosaccharides and probiotic strains on the quality parameters of low-fat Spanish Salchichón. *Meat Science*, 159 (July 2019), 107936. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107936>
- Bui, V. T. N. T., Nguyen, B. T., Nicolai, T., & Renou, F. (2019). Mobility of carrageenan chains in iota- and kappa carrageenan gels. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 562(November 2018), 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.11.017>
- Cabrera, K., Restrepo, D., & Molina, F. (2016). Effect of the Addition of Kappa I . li Carrageenan and Tara Gum on Quality Characteristics of Cooked and Chopped Pork Hams. 63(January), 1–9.
- Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*, 64(2), 199–206. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00181-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00181-X)
- Castro, M. (2015). Desarrollo de salchichas de pollo light, adicionadas con chayote deshidratado en polvo como sustituto de grasa y evaluación de su aceptación por el consumidor.
- CODEX. (2009). NORMA DEL CODEX PARA GRASAS ANIMALES ESPECIFICADAS. In *codex alimentarius*. Retrieved from <https://docplayer.es/21438533-Norma-del-codex-para-grasas-animales-especificadas-codex-stan-211-1999.html>
- EcuRed. (2020). EMULSION CARNICA. Retrieved March 7, 2020, from https://www.ecured.cu/Emulsión_cárnica
- Farouk, M. M., Frost, D. A., Krsinic, G., & Wu, G. (2011). Phase behaviour, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. *Food Hydrocolloids*, 25(6), 1627–1636. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.11.026>

- Feiner, G. (2016). Manual de productos carnicos. Retrieved from https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/salchichas_frankf_tcm30-103035.pdf
- Fernández López, J., Lucas González, R., Viuda Martos, M., Sayas Barberá, E., Ballester Sánchez, J., Haros, C., ... Pérez Álvarez, J. (2020). Chemical and technological properties of bologna-type sausages with added black quinoa wet-milling coproducts as binder replacer. *Food Chemistry*, 310(July 2019), 125936. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125936>
- Fernández, M., & Llinares, M. (2006). Determinación de la actividad del agua en diferentes productos cárnicos comerciales - Dialnet. Retrieved May 26, 2020, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5242120>
- Fernandez, P. (1998). Reducción del nivel de grasa en productos cárnicos. 1. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=199716>
- Granados, C., & Guzmán, L. E. (2013). Análisis Proximal , Sensorial y de Textura de Salchichas Elaboradas con Subproductos de la Industria Procesadora de Atún (Scombridae thunnus) Analysis Proximal , Sensory and Texture of Elaborated Sausages By-Products from the Tuna Processing Industry (. 24(6), 29–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000600005>
- Guerrero, E., & Nova, J. (2016). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TEXTURALES Y FUNCIONALES DE UNA EMULSIÓN CÁRNICA EMPLEANDO MEZCLAS DE HARINA DE ARROZ (*Oryza sativa*) PARTIDO Y ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta*).
- Hleap Zapata, J. I., Rodríguez de la Pava, G., & Dussan Sarria, S. (2020). Efecto de la sustitución de grasas en salchichas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) por una mezcla de piel de cerdo y fibra de quinua. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1149>
- Jimenez, F., & Carballo, J. (2003). Principios basicos de elaboracion de embutidos.
- M. (2014). Optimización de Emulsiones Cárnicas a Partir de Tres Coproductos Cárnicos de Cerdo Usando Metodología de Superficie de Respuesta. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3361/1/AGI-2014-T022.pdf>
- Marcela, D., Velasco, L., Julián, O., & Forero, S. (2012). Gomas empleadas en la industria de alimentos gums used in the food industry. 43–48.
- Marín, J. F. T. (2016). Estandarización de los procesos de pesos de embutido, pesos de empaques y mermas del tratamiento térmico en la planta de derivados cárnicos de Porcicarnes, Antioqueña de Porcinos S.A.S. Retrieved from http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1729/1/Estandarizacion_procesos_pesos_embutido_Porcicarnes.pdf
- Mendieta, P. (2014). Optimización de Emulsiones Cárnicas a Partir de Tres Coproductos Cárnicos de Cerdo Usando Metodología de Superficie de Respuesta.

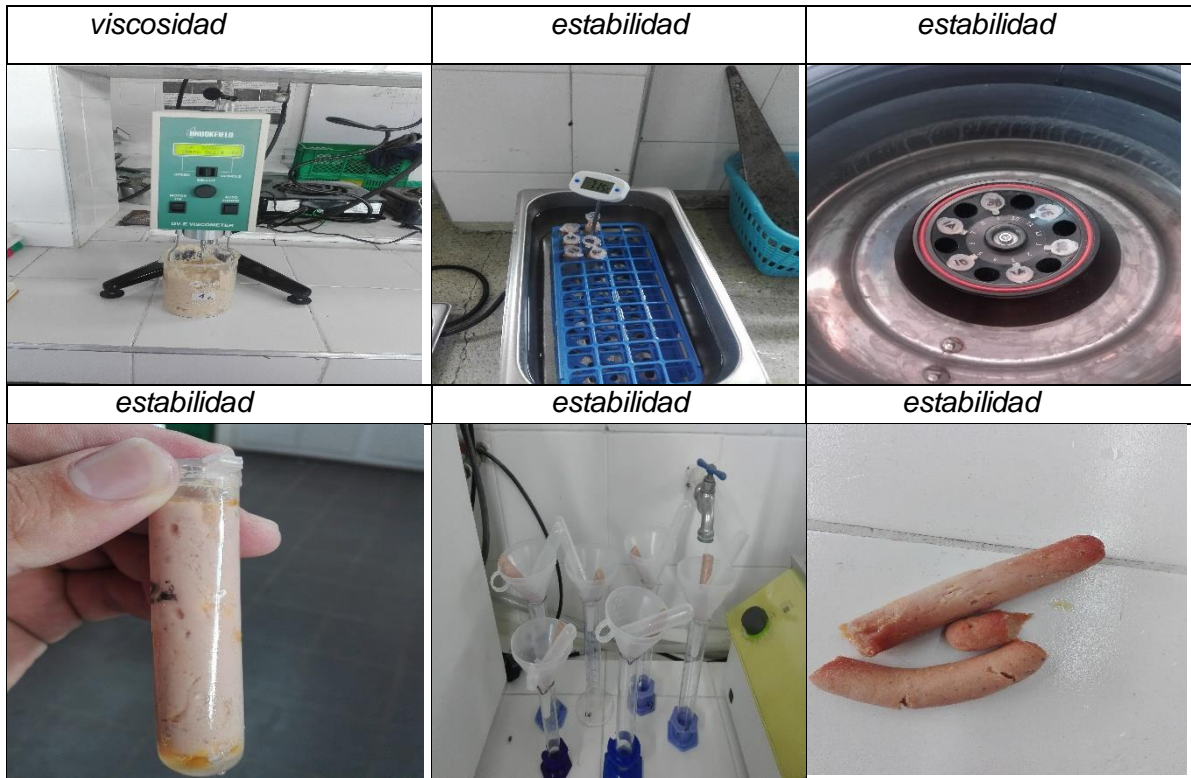
- Moron, M. (2020, March 13). 6 factores de estabilidad en la emulsión cárnica. Retrieved June 3, 2020, from <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/85713-6-factores-estabilidad-la-emulsion-carnica>
- Pacheco, W., Restrepo, D., & Sepulveda, J. (2011a). Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6257–6264. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1677547476?pq-origsite=gscholar>
- Pacheco, W., Restrepo, D., & Sepulveda, J. (2011b). Sistema de Información Científica Revisión : Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos Use of non-Meat Ingredients as Fat Replacers in Meat Derivatives : A Review vía de desarrollo hacia la formulación de productos. *Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64(2), 6257–6264. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664023%5CnCmo>
- Palanisamy, M., Töpfl, S., Aganovic, K., & Berger, R. G. (2018). Influence of iota carrageenan addition on the properties of soya protein meat analogues. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 546–552. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.029>
- Pietrasik, Z., & Duda, Z. (2000). Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, 56(2), 181–188. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00038-3)
- PRICE J.F. Y SCHW EIGERT B.S. (1994). *tecnologia e higiene de la carne* (zaragosa; acribia s.a, Ed.).
- Ramos, N. A. G., Farias, M. E., Almada, C., & Crivaro, N. (2004). Estabilidad de Salchichas con Hidrocoloides y Emulsificantes. *Informacion Tecnologica*, 15(4), 91–94. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642004000400013>
- Rivera, I. N. (2012). Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados , una revisión . Fat reduction and alternatives for its substitution in emulsified meat products , a review . *Nacameh*, 6(1), 1–14.
- Sepulveda, C., Restrepo, D., & Velasquez, C. (2013). Effect of Addition of Hydrocolloids on Rheological Properties of the Brines Used to Prepare Cooked Ham. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 66(1), 6969–6979. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472013000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Totosaus, A. (2007). Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio*. 1, 53–66.
- Yaoguang Chang, D. J. M. (2016). Influence of emulsifier type on the in vitro digestion of fish oil-in-water emulsions in the presence of an anionic marine polysaccharide (fucoïdan): Caseinate, whey protein, lecithin, or Tween 80. <https://doi.org/DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.04.047>

8. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de la salchicha tipo Frankfurt.

<i>Pesado de materia prima</i>	<i>Cuteado</i>	<i>embutido</i>
		
<i>escaldado</i>	<i>Escaldado</i>	<i>Empacado</i>
		

Anexo 2. Determinación de viscosidad y estabilidad de la emulsión.



Anexo 3. Determinación de pruebas fisicoquímicas (*aw*, pérdida de peso y humedad)



Anexo 4. Ficha de cata sensorial

NOMBRES Y APELLIDOS _____

FECHA _____ **EDAD** _____

LUGAR _____

Frente a usted tiene 5 muestras de salchicha frankfurt codificadas respectivamente, de las cuales deberá evaluar cada atributo descrito en la tabla, señalando el grado de satisfacción teniendo en cuenta la escala que se dispone a continuación.

- No me gusta mucho = 1
- No me gusta = 2
- Ni me gusta, Ni me disgusta = 3
- Me gusta = 4
- Me gusta mucho= 5

Muestra	COLOR	SABOR	COHESIVIDAD	DUREZA	GOMOSIDAD	CALIFICACION GLOBAL
163						
975						
680						
243						
034						

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 5. Prueba sensorial

