

**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*)**

**ELKIN DE JESÚS GUERRERO NIETO
JULIO CESAR NOVA GARCIA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BERÁSTEGUI - CÓRDOBA
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*)**

ELKIN DE JESÚS GUERRERO NIETO

JULIO CESAR NOVA GARCIA

Proyecto de grado para otorgar el título de ingeniero de alimentos

DIRECTOR: PEDRO ROMERO BARRÁGAN. MSc.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI - CÓRDOBA

2016

El jurado calificador de este trabajo no será responsable de las ideas emitidas por los autores (Artículo 46, Acuerdo 006 de mayo 29 de 1979, Consejo superior)

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Berástegui, 29 de Enero de 2016

DEDICATORIA

A Dios padre por permitirme alcanzar esta meta tan anhelada, por regalarme la sabiduría y fortaleza para superar todas las pruebas y dificultades que se presentaron en el camino.

A mis padres Aida Nieto Villalba y Fabio Guerrero Martínez, gracias por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Que el señor todo poderoso derrame bendiciones sobre ellos y espero un día poder retribuirles todo lo que han hecho por mí.

A mis amigos y compañeros de universidad que siempre me acompañaron en los buenos y malos momentos.

Nadie está a salvo de las derrotas. Pero es mejor perder algunos combates en la lucha por nuestros sueños, que ser derrotado sin saber siquiera por qué se está luchando...

Paulo Coelho

ELKIN DE JESUS GUERRERO NIETO

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca retribuir un poco de todo lo inmenso que me han otorgado.

Con todo mi cariño se las dedico a mis padres Olivia Garcia Rhenals y Angel Manuel Nova Avila, a mis hermanas Julieth Nova y Yuri Nova. Los quiero mucho e infinitas Gracias.

JULIO CESAR NOVA GARCIA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

- ✓ Facultad de Ingeniería, Universidad de Córdoba.
- ✓ Programa de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba.
- ✓ Planta piloto – sección cárnica. Universidad de Córdoba.
- ✓ Laboratorio de análisis de alimentos sede berastegui, Universidad de Córdoba.
- ✓ Msc. Pedro Romero Barragán, Director del proyecto.
- ✓ Auxiliares de laboratorio, técnicos y electricistas de la Universidad de Córdoba sede Berástegui.

Todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la realización del presente trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 17 |
| 2.1 CARNE..... | 17 |
| 2.1.1 Composición bruta y valor energético de la carne de res. | 17 |
| 2.2 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA CARNE | 18 |
| 2.2.1 Capacidad de Emulsificación (CE)..... | 18 |
| 2.2.2 Capacidad de retención de agua (CRA). | 18 |
| 2.2.3 Análisis del perfil de textura (TPA). | 18 |
| 2.3 EMULSIONES CÁRNICAS..... | 19 |
| 2.4 AGLUTINANTES. | 19 |
| 2.5 ALMIDON | 21 |
| 2.5.1 Almidón de yuca..... | 22 |
| 2.6 ARROZ..... | 22 |
| 2.6.1 Producción mundial de arroz | 23 |
| 2.6.2 Estructura de la cadena productiva del arroz..... | 23 |
| 2.6.3 Composición química del grano de arroz y sus fracciones | 24 |
| 2.6.4 Arroz partido | 25 |
| 2.6.5 Harina de arroz | 25 |
| 2.6.5.1 pH y acidez titulable de las harinas de arroz | 25 |
| 2.6.5.2 Capacidades de absorción de agua y solubilidad en agua de harinas de arroz. | 26 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 27 |
| 3.1 TIPO DE ESTUDIO..... | 27 |
| 3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO | 27 |
| 3.3 LOCALIZACIÓN | 27 |
| 3.4 VARIABLES E INDICADORES | 27 |
| 3.4.1. Variable independiente. | 27 |
| 3.4.2. Variables dependientes. | 27 |
| 3.5 METODOS Y PROCEDIMIENTOS | 28 |
| 3.5.1 Formulación base..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 3.5.2 Obtención del almidón de yuca y harina de arroz partido..... | 29 |
| 3.5.3 Adecuación de la materia prima y elaboración de la emulsión cárnica..... | 29 |
| 3.6 PRUEBAS REALIZADAS AL PRODUCTO TERMINADO | 30 |
| 3.6.1 Estabilidad de la emulsion..... | 30 |
| 3.6.2 Medida del pH | 31 |
| 3.6.3 Capacidad de retención de agua (CRA) | 31 |
| 3.6.4 Perfil de textura (TPA) | 31 |
| 3.6.5 Evaluación sensorial | 32 |
| 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 32 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 33 |
| 4.1 DETERMINACION DE PRUEBAS FUNCIONALES EN LAS EMULSIONES CARNICAS..... | 33 |
| 4.2 ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA (TPA)..... | 34 |
| 4.3 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL | 35 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 37 |
| 6. RECOMENDACIONES | 38 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 39 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Composición química de la carne de res en 100g. | 17 |
| Tabla 2. Composición química del almidón de yuca (g/100g base seca)..... | 22 |
| Tabla 3. Composición aproximada del grano de arroz y sus fracciones | 24 |
| Tabla 4. Formulación de una emulsión tipo salchicha frankfurt. | 28 |
| Tabla 5. Formulaciones de emulsiones cárnicas | 28 |
| Tabla 6. Valores promedios de pH para el control y los tratamientos..... | 33 |
| Tabla 7. Resultados promedio del perfil de textura para las diferentes emulsiones cárnicas. | 34 |
| Tabla 8. Resultados promedios para las características sensoriales de las emulsiones cárnicas. | 35 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Flujograma del proceso elaboración de emulsión cárnica mediante sustitución con harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>) partido. | 30 |
|--|----|

ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo A. Elaboración de la emulsión cárnica (tipo salchicha Frankfurt) | 45 |
| Anexo B. Pruebas realizadas de pH, capacidad de retención de agua, perfil de textura (TPA) al producto terminado..... | 45 |
| Anexo C. Pérdida de estabilidad (aceite) en los diferentes tratamientos. | 46 |
| Anexo D. Formato evaluación sensorial | 46 |
| Anexo E. Obtención de la harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>) partido. | 47 |
| Anexo F. Análisis de varianza (ANOVA) para pH de las emulsiones | 47 |
| Anexo G. Análisis de varianza (ANOVA) para Estabilidad de las emulsiones..... | 47 |
| Anexo H. Prueba de Dunnett para Capacidad de retención de agua de las emulsiones | 47 |

RESUMEN

En Colombia, el arroz es uno de los cultivos de ciclo corto más importantes. El arroz paddy verde (arroz con cascarilla) es la materia prima de la cadena arrocera en el país; una vez da fruto la cosecha, el arroz paddy llega al molino, cuyo principal producto es el arroz blanco y la harina de arroz partido como subproducto. En la industria alimentaria el arroz partido no ha sido aprovechado como aglutinante en emulsiones cárnicas a pesar de tener un alto contenido de almidón, al igual que la yuca, quien actúa como aglutinante en emulsiones cárnicas ayudando a la capacidad de retención de agua y cohesión de las partículas. A pesar de ser el arroz (*Oryza sativa*) un producto típico presente en el mercado de la región, no se dispone de información acerca de harina de arroz como aglutinante en emulsiones cárnicas, que sirvan como base para estudios posteriores, tendientes a nuevas alternativas de aglutinantes y mayor rendimiento. El presente trabajo estudió la 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*), 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.

Palabras clave: Emulsión, Estabilidad, Dureza, Textura.

ABSTRACT

In Colombia, rice is one of the most important crops short cycle. Green rice paddy (rice husk) is the raw material of the Rice Chain in the country; Once bears fruit harvest, the rice paddy comes to the mill, Cuyo product manager is white rice and broken rice flour as a byproduct. In the food industry the broken rice has not been tapped as a binder in emulsions Meat despite having a high starch content, like cassava, which acts as a binder in emulsions Meat Helping the retention capacity of water and cohesion Particle. Despite being rice (*Oryza sativa*) present in a typical regional market product, no information is available About rice flour as a binder in Meat emulsions, which serve as basis for further para Studies, aimed at New Alternatives Increased Performance and binders. This work ASSESSMENT STUDY textural and functional properties using a meat emulsion Flour mixtures of rice (*Oryza sativa*) party and cassava starch (*Manihot esculenta*), 3 treatments Analyzing Meat emulsions, which are made of inclusion broken rice flour and cassava starch in different percentages of replacement Treatment one (T1) (60% broken rice flour - 40% cassava starch) treatment two (T2) (80% broken rice flour - 20% starch cassava), three treatment (T3) (100% rice flour Party), which were compared with UN control (100% cassava starch). Analysis of pH, emulsion stability, water holding capacity (CRA), texture profile and an acceptance test with a 5-point hedonic scale were performed. When performing including mixtures These results were obtained Where did appreciate that pH and the stability of emulsions showed no statistically significant differences ($p > 0.05$); T1, T2 and T3 in its CRA statistically significant difference ($p < 0.05$) vs. control; textural properties no statistically significant differences ($p > 0.05$) in T1, T2 and T3, while the sensory analysis presented significant difference ($p < 0.05$) regarding the treatment T3 reflected in flavor.

Keywords: Emulsion, stability, hardness, texture.

1. INTRODUCCIÓN

Las emulsiones cárnicas son mezclas de carne finamente troceadas compuestas de agua, proteína, grasa y sal, además de otros ingredientes no cárnicos como soja, suero, condimentos, especias y almidones provenientes de cereales o tubérculos. Esta pasta puede ser usada sola, para elaborar una gran cantidad de diversos productos (salchichas, bologna, mortadela, salchichones, etc.) o mezclada con otros elementos gruesos (inclusiones de carne, grasa, subproductos o vegetales) que le confieren al producto terminado un carácter específico que lo identifica (mortadela, jamón tipo chopped, etc.) (Álvarez et. al. 2007).

Estas emulsiones reciben un tratamiento térmico para coagular las proteínas, permitiendo una estructura firme y elástica en el producto terminado, dándoles ciertas características al producto final las cuales pueden ser: pasta homogénea, color rojo, consistencia estable, aroma y sabor característicos (Zarate et al. 2013). Estas se logran mediante la incorporación de aglutinantes debido a que son sustancias que mejoran la cohesión de las partículas, retienen agua y jugos naturales de la carne y pueden actuar como espesantes, estabilizantes o extendedor, aumentando así el rendimiento y las propiedades texturales del producto terminado (NTC 1325).

Entre los aglutinantes más utilizados en la industria cárnica se encuentra el almidón, el cual aporta la mayor parte de sus propiedades funcionales dentro de la matriz cárnica al momento de elaborar emulsiones, mejorando la textura, tajabilidad e impartiendo características ligantes durante el proceso de cocción de la misma. Los almidones de cereales son muy abundantes pero poco aprovechados para la elaboración de productos cárnicos, uno de ellos es el almidón de arroz (López y Quiroga 2005).

El almidón de arroz ocupa un porcentaje alto dentro del grano y de sus subproductos (harina de arroz partido), siendo el cereal que más se consume en el mundo después del trigo (DANE 2013). Diversos cereales y tubérculos se emplean en las emulsiones cárnicas, las cuales son las matrices de mayor aceptación por los consumidores. Esto conllevó a

incluir en su formulación porcentajes diferentes de harina de arroz partido y almidón de yuca. De esta forma innovando y aprovechando este subproducto en la elaboración de dicha emulsión, permitiendo determinar sus propiedades funcionales, texturales y características organolépticas al producto final, frente a uno elaborado con almidón de yuca (*Manihot esculenta*) tomando éste último como control.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARNE

Se considera carne la parte muscular esquelética de los animales de abasto, incluyendo los tejidos conectivos y adiposos que hayan sido declarados aptos para el consumo de los seres humanos y autorizados por la inspección oficial antes y después del beneficio del animal donde provenga esta. Además de estas partes, se considera también carne al diafragma y los músculos maceteros de cerdo, no así, los demás subproductos de origen animal. Su composición bruta o valor energético está regida por la raza o las condiciones de alimentación del animal donde provenga (NTC 1325).

2.1.1 Composición bruta y valor energético de la carne de res.

En la tabla 1 se aprecian los valores de energía calórica, humedad, proteína, grasa y cenizas para carnes con un recubrimiento graso de aproximadamente 1 cm de espesor. La composición química en la carne de res es fundamental a la hora de elaborar emulsiones cárnicas, estas van a definir sus propiedades funcionales y fundamentales a la hora de elaborar productos derivados (Morales y Pineda 2009).

Tabla 1. Composición química de la carne de res en 100g.

| Nombre | Energía cal. | Agua (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Ceniza (%) |
|--------|--------------|----------|--------------|-----------|------------|
| Vacuno | 250 | 62 | 17 | 20 | 1 |

Fuente: Morales y Pineda (2009).

2.2 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA CARNE

2.2.1 Capacidad de Emulsificación (CE)

La Capacidad de emulsificación es el volumen de aceite que puede ser emulsificado por cada gramo de proteína, antes de que se produzca la inversión de fases. Las características de una emulsión y los resultados obtenidos se ven influidos por múltiples factores: tipo y geometría del equipo utilizado, volumen de la fase grasa, temperatura, pH, fuerza iónica, presencia de azúcares y agentes de superficie de bajo peso molecular, exposición al oxígeno, tipo de grasa, concentración de las proteínas solubles (Fennema 1993).

2.2.2 Capacidad de retención de agua (CRA).

Es la habilidad que tiene la carne para retener el agua propia y añadida cuando se le somete a un esfuerzo mecánico. Esta propiedad se relaciona con las características de textura de la carne fresca y con el rendimiento en productos cocidos. El pH, la estabilidad oxidativa, el tipo de carne así como la presencia de sales y otros aditivos pueden potenciar o reducir los valores de CRA; a un pH de 5,5 el valor de CRA es mínimo y alcanza un máximo a valores de pH cercanos a la neutralidad (Pérez y Ponce 2013).

2.2.3 Análisis del perfil de textura (TPA).

Es un excelente procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con la textura, aunque la magnitud de estos parámetros será influenciada por las variables introducidas en las mediciones como la tasa de deformación y para que ellas puedan proveer información objetiva y que se pueda comparar es necesario ejecutar mediciones bajo condiciones estandarizadas. Su evaluación en productos cárnicos ayuda al desarrollo de la industria alimentaria y mejora los controles de calidad como la firmeza, dureza, masticabilidad, etc. (Lu y Chen 1998).

2.3 EMULSIONES CÁRNICAS.

Las emulsiones cárnicas son mezclas de carne finamente troceadas compuestas de agua, proteína, grasa y sal, pudiendo aparecer también otros productos no cárnicos tales como soja, suero y almidón. Las emulsiones cárnicas son muy populares y representan cerca de un tercio del total de productos cárnicos inspeccionados en la industria alimentaria. La obtención de una emulsión homogénea supone el troceado fino de todos los ingredientes hasta la formación de un producto de textura pastosa, la cual es capaz de fluir durante el embutido y de transformarse en un producto semirrígido tras el cocinado o escaldado, como consecuencia de la desnaturalización de la proteína y su gelificación ocasionada por la adición de aglutinantes durante el proceso de elaboración (Álvarez et. al. 2007).

2.4 AGLUTINANTES.

Son mezclas de almidones que tienen la habilidad de esponjarse al incorporarles agua, también mejoran la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes con los que son mezclados (Martínez y Arrieta 2013). Tienen participación en la textura, estabilidad, la gelificación y en la retención de agua de los productos cárnicos y por lo tanto ayudan a bajar los costos de producción (Restrepo 1991).

Las investigaciones relacionadas con aglutinantes demuestran que son compuestos muy importantes en la industria alimentaria, especialmente en la de cárnicos. Un ejemplo de estas es la realizada por Torres (2012) quien estudió el efecto de la fécula de papa y la harina de papa sobre las propiedades químicas y sensoriales de las salchichas Frankfurt. Demostrando que la fécula de papa al 1,5 % más la harina de papa al 1,5 % o 3 % de fécula de papa pueden utilizarse como extensores en la formulación de las salchichas Frankfurt sin modificar las propiedades químicas y sensoriales del producto terminado. Para todos los atributos de calidad sensorial analizados, los productos experimentales fueron iguales o superiores a la muestra patrón (harina de trigo al 3 %). Albarracín et al. (2010) utilizaron como extensor, harina de fríjol común (*Phaseolus spp.*), una variedad sabanera, en proporciones de 3%, 6% y 9%, para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt. Encontraron

que al aumentar la concentración del extensor, el producto presenta mayor luminosidad y disminución del color rojo, así como aumento de la fuerza de corte, dureza y pérdida de adhesividad y elasticidad. El análisis sensorial que aplicaron para evaluar el producto final reveló una mayor aceptación del consumidor por el control (sin uso de extensor), y en segundo lugar por el tratamiento al 3% de harina de frijol común.

Delgado y Albarracín (2012) tomaron como objetivo la evaluación de la microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*chenopodium quinoa w*) y chachafruto (*erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos, y compararon sus resultados con las harinas de trigo y de soya. También realizaron la caracterización morfológica de las harinas mediante microscopía electrónica de barrido. Para estas harinas, la capacidad de retención de agua se encontró entre 3,67 y 5,19; los índices de absorción de agua fueron desde 0,78 hasta 2,54 y los valores de pH fueron de 6,2 a 6,8. Las harinas de chachafruto presentaron estructura laminar mientras que la harina de quinua presentó arreglos esféricos.

Torres et al. (2014) quienes en su investigación con aglutinantes tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por almidón de malanga (*Colocasia esculenta L.*) de las variedades blanca y morada sobre las pérdidas por cocción y aceptabilidad de una emulsión cárnica. Para evaluar las pérdidas por cocción se prepararon tres formulaciones diferentes de salchichas Frankfurt, donde se sustituyó la harina de trigo, en un 50, 75 y 100% por almidón de malanga y un control. Para valorar la aceptabilidad de los productos se empleó un panel de degustación conformado por 50 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica gráfica de 5 puntos. Los resultados mostraron que todos los tratamientos con almidón de malanga presentaron menores pérdidas por cocción que el producto control ($p < 0,05$). Así mismo, la inclusión de almidón de malanga no afectó la aceptabilidad del producto cárnico ($p < 0,05$). Por último concluyeron que incorporar almidón de malanga en la industria cárnica como sustancia de relleno y ligante en emulsiones cárnicas tipo salchichas es factible.

Alvis et al. (2008), quienes estudiaron las propiedades fisicoquímicas, morfológicas y los viscoamilogramas de almidones nativos de ñame, yuca y papa. Los resultados mostraron

que el contenido de cenizas, amilosa, la temperatura de gelatinización y la viscosidad fue inferior en el almidón de yuca; la grasa mostró diferencias entre yuca y papa. Se encontró diferencia significativa en el índice de absorción de agua en ñame, papa y yuca. El índice de solubilidad en agua y la facilidad de cocción fueron similares entre ambos almidones; mientras el incremento en la viscosidad de la pasta fue mayor en ñame y papa. Igualmente, se observaron diferencias en la forma y tamaño del gránulo.

Estas investigaciones evidencian el uso de almidones provenientes de diversos cereales o tubérculos como materia prima en la industria de productos cárnicos; sin embargo el tipo de almidón a utilizar generara diversas características funcionales al producto final.

2.5 ALMIDON

El almidón es un polisacárido constituido de 98 a 99% por amilosa y amilopectina, todo lo restante es un material intermediario que depende del origen botánico e igualmente de la tecnología de extracción, constituido entre otros por compuestos lipídicos. Los almidones de cereales poseen menos del 1% de lípidos, de los de tubérculos casi no tienen y poseen proteínas muy escasamente menos del 0.5%, que no influye en las propiedades funcionales de los almidones. Sus estructuras fundamentales como la amilopectina son polímeros ramificados de D-glucosa, constituida de enlaces lineales α (1-4), unidas y con ramificaciones en α (1-6). Por el contrario, la amilosa es un polímero lineal constituido de moléculas de glucosa, unidos por enlaces α (1-4), presenta pequeñas ramificaciones y tiene una gran tendencia a retrogradar, por lo que es considerada la principal causa de deterioro a corto plazo y fundamental para definir muchas de las propiedades reológicas y termofísicas de un almidón en estudio (Rojas 2012).

Las propiedades más importantes para determinar la utilización del almidón en la elaboración de alimentos y otras aplicaciones industriales son las fisicoquímicas (gelatinización y retrogradación) y las funcionales (solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de pastas y geles). Sus fuentes de obtención son

a partir de cereales como el arroz o de tubérculos como es el caso del almidón de yuca (Hernández et al. 2008).

2.5.1 Almidón de yuca

El almidón de yuca es una de las principales fuentes de carbohidratos en la alimentación mundial, para el caso del producto transformado, la harina de yuca es utilizada como aditivo en la elaboración de productos de panadería y el almidón como agente estabilizador de sopas, alimentos congelados, aglutinantes en emulsiones cárnicas y pasabocas (snack), entre otros usos. Su composición química depende de la variedad o método de cultivo utilizado (Aguilera 2012), sin obviar que en su composición hay otros nutrientes presentes como lo muestra la tabla 2, donde se puede observar su contenido en materia seca, grasa, proteína, fibra total y amilosa en términos de porcentaje.

Tabla 2. Composición química del almidón de yuca (g/100g base seca).

| Almidón | Materia seca | Grasa | Proteína | Fibra total | Amilosa | Sabor y olor |
|----------------|---------------------|--------------|-----------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Yuca | 31,3 | 0,62 | 2,7 | 7,9 | 16 a 19 | Neutro |

Fuente: Vargas y Hernández (2012).

Por lo tanto, la riqueza energética de este producto y otros tipos de almidones presentes en la papa, quinua, ñame, avena y arroz, se debe principalmente al aporte calórico o energético de los carbohidratos (Vargas y Hernández 2012).

2.6 ARROZ

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. Le brinda a la población que lo consume el 50 % de las calorías necesarias en su alimentación. Es una fuente importante de magnesio, niacina y vitamina B6, que ayudan al buen funcionamiento del corazón, nervios y músculos. El arroz pertenece a la familia de las gramíneas, crece en climas tropicales y la mayoría de las variedades pertenecen al tipo *Oryza*. A nivel mundial se cultivan principalmente cuatro tipos de arroz: indica, que representa más del 75 %; japónica, que representa más del 10 %; aromático (jasmín de Tailandia o basmatí de la India), que representa el 13 % del comercio, y glutinoso, el cual se cultiva principalmente

en el sudeste de Asia. En Colombia, el arroz es uno de los cultivos de ciclo corto más importante. Siendo el arroz paddy verde (arroz con cascarilla) la materia prima de la cadena arrocera en el país en gran mayoría, el cual una vez da fruto la cosecha, el arroz paddy es molido para obtener principalmente arroz blanco y subproductos como harina de arroz (DANE 2013).

2.6.1 Producción mundial de arroz

La FAO cifra para este segundo semestre de 2015 que la producción mundial de arroz se encuentra alrededor de 742,6 millones de toneladas (493,0 millones de toneladas en arroz elaborado). Estas cifras indican que la producción mundial de arroz sería inferior en 2,6 millones de toneladas, es decir un 0,4 %, a los ya escasos resultados obtenidos en 2014, lo que implica un segundo año de crecimiento marginal o negativo todo esto debido a factores climáticos ocasionados por el fenómeno del niño. Los cinco principales países exportadores de arroz (la India, Tailandia, Vietnam, el Pakistán y los Estados Unidos) representen la mayor parte de las existencias mundiales de este cereal, sin embargo la producción se ha visto en una considerable reducción en comparación con el año anterior 2014, debido a las condiciones climáticas desfavorables. En América Latina y el Caribe, se prevé que las buenas cosechas en América del Sur, en especial en el Brasil, Colombia y el Perú, favorezcan un aumento del 2,6 por ciento, con lo que la producción regional total de arroz ascendería 28,5 millones de toneladas. A pesar de ello, se registraría una contracción de la producción en América Central y el Caribe, donde la prolongada sequía ha afectado a la mayoría de los productores (FAO 2015).

2.6.2 Estructura de la cadena productiva del arroz

La agroindustria arrocera por medio de los procesos de secamiento y molinería, busca la transformación de arroz paddy en arroz blanco y otros subproductos aptos para el consumo humano. Para llevar a cabo su procesamiento, el arroz paddy es sometido a una prelimpieza y reducción de humedad hasta un 13%, con el objetivo de prepararlo para la trilla y el almacenamiento. Durante el proceso de trilla (retirar la cáscara al paddy), se obtienen los primeros dos subproductos: el arroz integral (o Brown) y la cascarilla del arroz. Esta última es considerada como desecho, aunque en ocasiones es usada como combustible para el

proceso de secamiento, o en viveros y cultivos. Seguido, el arroz integral, pasa por un proceso de pulimento o blanqueado, a partir del cual se obtienen el arroz blanco y la harina de pulimento (salvado de arroz). Esta última, se utiliza generalmente como materia prima en la industria de alimentos balanceados para animales. Finalmente, el arroz blanco entero se destina directamente al consumo humano o se muele para obtener harina de arroz. En el comercio colombiano suele hacerse una distinción entre arroz blanco de primera, el cual tiene un porcentaje de grano partido inferior al 10%, y el de segunda, superior al 10%. Este último conocido también como arroz partido, se vende como insumo para la fabricación de pastas alimenticias, sopas y cervezas o concentrados para animales, también se puede aprovechar debido a que contiene la misma composición química y valor nutricional que el arroz entero (Espinal et al. 2005).

2.6.3 Composición química del grano de arroz y sus fracciones

Si bien su contenido de proteína es bajo (7-9% promedio en peso) como se muestra en la tabla 3, en la cual podemos encontrar además su contenido de lípidos, fibra, cenizas y almidón en las diferentes presentaciones o fracciones para este cereal, el grano de arroz es la mayor fuente proteica en los países donde se consume, aportando el 60% de la proteína total de la dieta en Asia. Se conocen algunas variedades de arroz salvaje en países como China y Estados Unidos con un 12,0 y 15,2% de proteína en grano integral. En los procesos de molienda para la obtención de harina de arroz, muchos de estos componentes se pierden debido al método o el tipo de arroz que se utilizan para ello (Pincioli 2010).

Tabla 3. Composición aproximada del grano de arroz y sus fracciones

| | Arroz Cascara | Grano Integral | Grano pulido | Cascara | Salvado | Embrión |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| Proteína | 6,7-8,3 | 8,3-9,6 | 7,3-8,3 | 2,3-3,2 | 13,2-17,3 | 17,7-23,9 |
| Lípidos | 2,1-2,7 | 2,1-3,3 | 0,4-0,6 | 0,4-0,7 | 17,0-22,9 | 19,3-23,8 |
| Fibra cruda | 8,4-12,1 | 0,7-1,2 | 0,3-0,6 | 40,1-53,4 | 9,5-13,2 | 2,8-4,1 |
| Cenizas | 3,4-6,0 | 1,2-1,8 | 0,4-0,9 | 15,3-24,4 | 9,2-11,5 | 6,8-10,1 |
| Almidón | 62,1 | 77,2 | 90,2 | 1,8 | 16,1 | 2,4 |
| Fibra Dietaria | 19,1 | 4,5 | 2,7 | 77,3 | 27,6-33,3 | - |

Fuente: Pincioli (2010).

2.6.4 Arroz partido

Este tipo de subproducto se considera como pedazo de grano de arroz descascarado, elaborado menor de 0,75 (3/4) de la longitud total del grano entero (NTC 1719). Es utilizado en la industria alimentaria como insumo para la fabricación de pastas alimenticias, sopas, cervezas, mezclas con arroces enteros, elaboración de compotas para bebés, etc. Este subproducto contiene la misma composición química y valor nutricional que el arroz entero, al igual que la harina que se obtiene por molturación o molienda (Espinal et al. 2005).

2.6.5 Harina de arroz

La harina cruda de arroz se define, como “el producto destinado para el consumo humano la cual se obtiene del proceso de molturación o molienda de granos de arroz blanco (*Oryza sativa*) completamente maduros, sanos, limpios y sin germinar; exentos de impurezas, mohos, semillas de malas hierbas y granos de otros cereales”. Su uso en la industria alimentaria es muy variado, por ejemplo, en la elaboración de sopas, espesantes o aglutinantes, panadería, etc. Su uso en la industria alimentaria dependerá de sus características funcionales como el pH, capacidad de absorción de agua y solubilidad en agua (Techeira 2006).

2.6.5.1 pH y acidez titulable de las harinas de arroz

El pH de las harinas, se encuentra normalmente alrededor de 6,1; valores más bajos pueden ser considerados como índices de fermentación o de blanqueo con un compuesto clorado. Para la acidez titulable sus valores permiten establecer cuál es la concentración de compuestos ácidos presentes en el alimento; resultando de gran importancia su cuantificación, ya que éstos determinan la estabilidad del producto, y están asociados con características de sabor y aroma del mismo. Sus propiedades reológicas como la capacidad de absorción de agua y solubilidad en agua determinan la textura del producto final al cual es incorporada (Techeira 2006).

2.6.5.2 Capacidades de absorción de agua y solubilidad en agua de harinas de arroz.

Techeira (2006), señala que la calidad de cocción de productos alimenticios, que utilizan como ingrediente almidones y/o harinas provenientes de los granos de cereales, está determinada por su capacidad de absorción de agua y de solubilidad en agua, propiedades que dependen del contenido de humedad, del tamaño de sus partículas, de la temperatura y del tiempo de calentamiento. Chen y col. (1999), indican que las propiedades reológicas como el poder de hinchamiento y la solubilidad de las harinas de arroz, se ven afectados por el tipo y método de molienda que se utiliza para elaborarlas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es de tipo experimental.

3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO

La población objeto de estudio está representada por las muestras de emulsiones cárnicas utilizando harina de arroz partido – almidón de yuca, en diferentes relaciones de adición 60%-40%, 80%-20%, 100%-0% y un control 0%-100%

3.3 LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló en la planta piloto y en el Grupo de Investigación de procesos y Agroindustria de Vegetales (GIPAVE) del programa Ingeniería de Alimentos, adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Córdoba; el cual se encuentra a 8° 48' LN y 75° 52' LW, 16 m.s.n.m (CI Turipana 2014).

3.4 VARIABLES E INDICADORES

3.4.1. Variable independiente.

Relación de inclusión de harina de arroz (*Oryza sativa*) partido y almidón de yuca (*Manihot esculenta*).

3.4.2. Variables dependientes.

- pH
- Estabilidad de la emulsión (EE)
- Capacidad de retención de agua (CRA)
- Perfil de textura (TPA)
- Prueba organoléptica (Aceptación)

3.5 METODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.5.1 Formulación base

Se tomó como formulación base una emulsión tipo salchicha Frankfurt, que se muestra en la tabla 4. Para la formulación empleada se llevaron estas cantidades a unidades de medida en (kg), tomando una base de cálculo 1kg de carne, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 4. Formulación de una emulsión tipo salchicha frankfurt.

| Ingredientes | Cantidad (%) |
|------------------------------|---------------------|
| Carne de res | 60 |
| Grasa | 12 |
| Aglutinante. Harina de trigo | 4 |
| Hielo | 20,5 |
| Cebolla cabeza | 1,0 |
| Ajo | 0,3 |
| Condimento unipac | 1 |
| Fosfatos | 0,3 |
| Realzador de sabor | 0,05 |
| Comino | 0,6 |
| Nuez moscada | 0,1 |
| Humo liquido | 0,15 |

Fuente: Cury et al. (2011)

Tabla 5. Formulaciones de emulsiones cárnicas

| Ingredientes | Control (kg) | T1 (Kg) | T2 (kg) | T3 (kg) |
|---------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| Carne de res | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Aceite | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Almidón yuca | 0,066 | 0,0264 | 0,0132 | ----- |
| Harina de arroz | ----- | 0,0396 | 0,0528 | 0,066 |
| Hielo | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 |
| Cebolla cabeza | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 |
| Ajo | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Condimento unipac | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 |
| Fosfatos | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Realzador de sabor | 0,00083 | 0,00083 | 0,00083 | 0,00083 |
| Comino | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Nuez moscada | 0,0016 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0016 |
| Humo liquido | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 |

Dónde: Control (100% almidón de yuca), Tratamiento uno (T1) (mezcla 60% harina de arroz - 40% almidón de yuca), Tratamiento dos (T2) (mezcla de 80% harina de arroz - 20% almidón de yuca) y Tratamiento tres (T3) (100% harina de arroz).

3.5.2 Obtención del almidón de yuca y harina de arroz partido.

El almidón de yuca fue obtenido en el comercio del municipio de Cereté (Colombia) al igual que el arroz partido, este último se llevó a un proceso de molienda con un molino de cizalla marca corona y cribados en el mismo, obteniendo los tamaños de partícula menor a la malla 100 de la serie Tyler (Larios et al. 2005). Se utilizaron 13 libras de arroz partido y el producto final se empacó en bolsas Ziploc.

3.5.3 Adecuación de la materia prima y elaboración de la emulsión cárnica.

La carne de res y el aceite de cocina se obtuvieron del comercio de la ciudad de Cereté (Colombia). Se efectuó el procedimiento propuesto por Montañez y Pérez (2007). La carne de res utilizada para ésta investigación fue carne de cogote, con temperatura de 3,1°C, pH de 6,1, se adecuó de tal manera que se le retiraron tejidos conectivos y se le realizó un troceado antes del proceso de molienda, se empleó un molino marca JAVAR con disco de 4,5 mm. Los ingredientes se mezclaron en un cutter marca la Felsinea en el siguiente orden: carne con sal curante, hielo, fosfatos, cebolla y ajo. Se mezclaron durante un minuto aproximadamente, posteriormente se adicionó hielo en forma de escarcha hasta su absorción, luego se adicionó aceite, condimentos (condimento universal, comino, nuez moscada, humo líquido, realzador de sabor), hielo; por último el almidón de yuca y la harina de arroz partido según el tratamiento a seguir. Después de haber obtenido la emulsión se procedió a embutir con una embutidora marca la Felsinea, utilizando tripa artificial Coria de calibre 28mm. Se obtuvieron porciones de 10cm y se llevaron al proceso de escaldado en estufa a gas, hasta alcanzar la temperatura interna del producto (70°C) durante un tiempo de 30min. Se realizó un choque térmico con agua fría, se escurrió el producto y se empaco al vacío, posteriormente se almacenaron en nevera a una temperatura de 4°C (Anexo A). En la figura 1 se muestra el procedimiento descrito anteriormente.

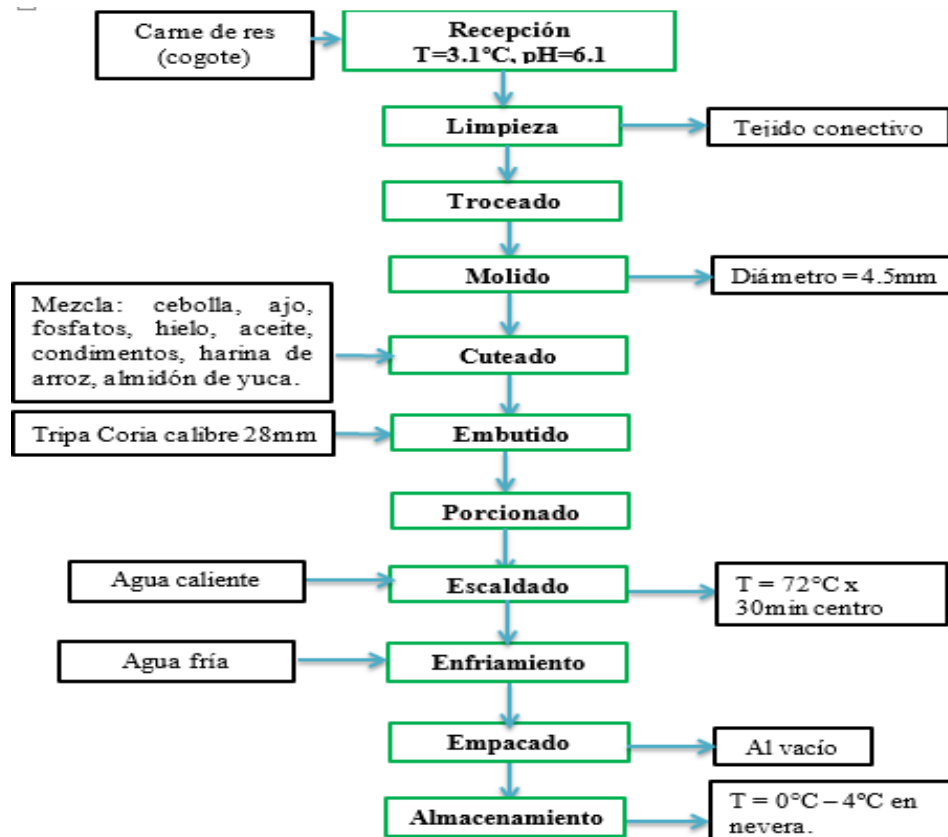


Figura 1. Flujograma del proceso elaboración de emulsión cárnica mediante sustitución con harina de arroz (*Oryza sativa*) partido.

3.6 PRUEBAS REALIZADAS AL PRODUCTO TERMINADO

Se efectuaron cinco pruebas para este estudio, capacidad de retención de agua, Estabilidad de la emulsión, pH, Perfil de textura y una evaluación sensorial al producto final como se muestra en los Anexos B, C y D, por tres repeticiones a los diferentes tratamientos, con el fin de evaluar cuál de las tres formulaciones con porcentaje de inclusión de mezclas de harina de arroz partido y almidón de yuca fue la mejor, frente a la formulación patrón con almidón de yuca.

3.6.1 Estabilidad de la emulsión

El método para ésta prueba fue el usado por Ramos y Farías (2004). Se tomaron 3 muestras de cada tratamiento, se llevaron a un baño con agua a 72 °C durante 30 min. Las muestras

se dejaron en reposo, se empaclaron en bolsas de polietileno con cierre hermético (barrera al vapor de agua y oxígeno) y fueron almacenadas a 4°C, verificándose la estabilidad mediante la ecuación (1).

$$EE = \left(\frac{W_{cocido}}{W_{inicial}} \right) * 100 \quad (1)$$

3.6.2 Medida del pH

Se pesaron 10 g de muestra, se cortaron en trozos pequeños y se mezclaron con 10 ml de agua destilada. Con ayuda de un pH-metro marca OAKTON previamente calibrado con solución buffer (4 y 7), se introdujo el electrodo y se hizo la correspondiente lectura de pH para cada muestra (Bernal 1993).

3.6.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

Se aplicó el método establecido por Cañeque y Sañudo (2005), en el cual se pesaron dos unidades de papel filtro en una balanza analítica, seguido se pesaron $3 \pm 0,05$ g de muestra de los diferentes tratamientos, luego el papel filtro con la muestra, se colocaron entre dos láminas de papel aluminio y las láminas de teflón, sometándose este conjunto a una compresión con prensas mariposas durante 5 minutos. Transcurrido éste tiempo, se retiró la muestra y se pesó el papel filtro. Por último se realizaron los cálculos correspondientes.

$$CRA = \frac{\text{peso final papel filtro} - \text{peso inicial papel filtro}}{\text{peso de la muestra}} * 100 \quad (2)$$

3.6.4 Perfil de textura (TPA)

Se utilizó un texturometro TA.XT. PLUS y se realizó la determinación del perfil de textura siguiendo la metodología expuesta por Igor y Velasco (2010); a través del programa Texture Exponent 32. Para esto se utilizaron muestras del producto elaborado cortadas a 1,7cm de longitud y se procedió a ajustar la compresión con una velocidad de caída de 1,0 mm/s, fuerza = 5,0g y distancia = 8mm. El método de TPA fue realizado mediante la aplicación de una fuerza de compresión dos veces sucesivas en las muestras, con el fin de simular la masticación humana, donde fue obtenida la curva fuerza/tiempo y calculados los siguientes parámetros: cohesividad, dureza, adhesividad, gomosidad, masticabilidad y elasticidad.

3.6.5 Evaluación sensorial

Para evaluar la aceptabilidad del producto terminado se empleó el método expuesto por Montañez y Pérez (2007), se utilizó un panel de degustación no entrenado, constituido por 30 catadores de ambos sexos, en edades comprendidas entre 16 a 32 años, los cuales fueron seleccionados en la Universidad de Córdoba Colombia. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos con los siguientes descriptores: me gusta mucho = 1, me gusta = 2, ni me gusta ni me disgusta = 3, me disgusta poco = 4 y no me gusta = 5. La evaluación fue realizada en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad de Córdoba Colombia, un área ventilada, de buena iluminación, libre de olores extraños y se midió el grado de satisfacción que produce cada muestra al ser degustada por los panelistas, determinando así, el grado de aceptabilidad de cada formulación. A cada panelista evaluador, se le presentaron muestras de 20g, representadas con un número aleatorio correspondiente para cada tratamiento (Control = 025, T1 = 742, T2 = 323 y T3 = 516). Los panelistas fueron orientados para que expresaran su opinión acerca de la aceptabilidad del producto. El formato de encuesta utilizado para hacer la evaluación sensorial se aprecia en el Anexo C.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación estuvo conducida bajo una comparación de medias con un sólo factor (Porcentaje de inclusión de mezclas de harina de arroz partido y almidón de yuca) y una muestra control (100% almidón de yuca). Los porcentajes de inclusión de las mezclas se evaluaron en tres niveles de sustitución o tratamientos, valorando cada una de estos con 3 réplicas para un total de 12 unidades experimentales. Para el análisis de datos se empleó un análisis de varianza (ANOVA), se realizó la prueba de Dunnett para identificar cual media de los tratamientos fue diferente al control con un nivel de confianza del 95% usando el software "STATGRAPHICS centurión XV" para determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas en las propiedades funcionales de las emulsiones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACION DE PRUEBAS FUNCIONALES EN LAS EMULSIONES CARNICAS.

En la tabla 6 se muestran los datos de las pruebas de pH, Estabilidad (%) y CRA (%) ejecutadas en las emulsiones cárnicas con inclusión de harina de arroz (*Oryza sativa*) partido y almidón de yuca (*Manihot esculenta*).

Tabla 6. Valores promedios de pH, Estabilidad (%) y CRA (%) para el control y los tratamientos.

| PRUEBA | Control | T1 (60% - 40%) | T2 (80% - 20%) | T3 (100% - 0%) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| pH | 6,196 ± 0,096 | 6,193 ± 0,011 | 6,26 ± 0,105 | 6,18 ± 0,01 |
| Estabilidad (%) | 98,557 ± 0,272 | 97,481 ± 1,214 | 97,24 ± 1,538 | 97,055 ± 1,545 |
| CRA (%) | 32,352 ± 1,991 | 38,591 ± 0,993 | 37,943 ± 1,514 | 39,761 ± 2,186 |

Los valores de pH de los tratamientos (T1, T2 y T3) no presentaron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) con ($p > 0,05$) (Anexo F). Esto se debe a que los fosfatos y sales curantes, aseguran la capacidad de fijación de agua de la actomiosina en el producto embutido escaldado (Ranken 2000). Montañez y Pérez (2007) determinaron valores similares de pH en emulsiones cárnicas (6,6 – 6,8%), de igual forma no sobrepasa los límites de la norma ICONTEC 1325 referente a los productos cárnicos procesados cocidos con un valor mínimo de 5,8.

La estabilidad en las emulsiones de los tratamientos T1, T2 y T3 no presentaron diferencia estadísticamente significativas de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) con $P > 0,05$ (Anexo G). Indicando que las emulsiones fueron viscosas, debido a la formación de redes tridimensionales que atrapan las partículas de grasa, impidiendo la floculación, coalescencia y la separación de la grasa (Ramos et al. 2004).

Estos porcentajes de estabilidad en emulsiones cárnicas son similares a los obtenidos por Torres et al. (2013) con un $94,37\% \pm 0,09$ utilizando almidón de malanga morada (*Colocasia esculenta*).

Los valores de la capacidad de retención de agua presentaron diferencia estadísticamente significativas de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) con $P < 0,05$ entre los tratamientos T1, T2 y T3. La prueba de Dunnett, con una significancia del 5% reflejó que los tratamientos T1, T2, y T3 presentaron diferencias significativas en el comportamiento de CRA frente al control (Anexo H), aumentado en un 6,24%, 5,59% y 7,41% respectivamente, debido a que la harina de arroz por su contenido de amilopectina, su estructura en forma ramificada y menor tamaño del granulo de almidón, facilitan la entrada del agua a los espacios intermoleculares, frente al almidón de yuca (Hwang y Kokini 1992). Montañez y Pérez (2007), reportaron valores similares con un 37,61% de CRA en emulsiones cárnicas, la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 permite un máximo de 67%.

4.2 ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA (TPA)

En la tabla 7 se presentan los valores promedios del análisis de perfil de textura (TPA). Estas propiedades están relacionadas con la masticabilidad y cada una de ellas proporcionó información que describe el comportamiento de la textura y por lo tanto son complementarias entre sí (Ramírez 2004).

Tabla 7. Resultados promedio del perfil de textura para las diferentes emulsiones cárnicas.

| Parámetros | Control | T1 (60% - 40%) | T2 (80% - 20%) | T3 (100% - 0%) |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dureza (N) | 13,682 ± 2,388 | 16,742 ± 1,395 | 17,828 ± 4,044 | 15,866 ± 2,783 |
| Cohesividad | 0,856 ± 0,0005 | 0,86 ± 0,001 | 0,859 ± 0,014 | 0,848 ± 0,004 |
| Gomosidad (N) | 11,961 ± 1,98 | 14,413 ± 1,193 | 15,23 ± 3,212 | 13,492 ± 2,237 |
| Adhesividad (N) | -0,011 ± 0,008 | -0,014 ± 0,002 | -0,016 ± 0,007 | -0,018 ± 0,005 |
| Masticabilidad (N) | 11,4 ± 1,913 | 13,257 ± 1,288 | 14,085 ± 2,781 | 12,442 ± 2,042 |
| Elasticidad | 0,921 ± 0,007 | 0,926 ± 0,004 | 0,924 ± 0,003 | 0,922 ± 0,011 |

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas con $P > 0,05$ en los diferentes parámetros evaluados en el perfil de textura. Sin embargo Zarate et al (2013), reportaron valores con 20N de dureza, 20,99N de gomosidad, 38,7N de masticabilidad, 0,2N de adhesividad, 5,89 de elasticidad y 0,51 de cohesividad en emulsiones cárnicas utilizando almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*). Según Alvarado (2006) valores por debajo a los reportados anteriormente en las propiedades de dureza, gomosidad y masticabilidad son deseables en productos cárnicos porque dichas características están relacionadas con la jugosidad del producto y su rendimiento; mientras que las emulsiones menos cohesivas tendrán una integridad débil y en un segundo ciclo de compresión no son capaces de retornar a su forma original (Albarracín et al. 2010). En el caso de productos de alta adhesividad se considera un defecto que está relacionado con el porcentaje de grasa en el mismo (Cury et al., 2011).

4.3 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

En la tabla 8 se encuentran los valores promedios obtenidos por los panelistas evaluados en la aceptabilidad de las diferentes emulsiones cárnicas.

Tabla 8. Resultados promedios para las características sensoriales de las emulsiones cárnicas.

| Parámetros | Control | T1 (60% - 40%) | T2 (80% - 20%) | T3 (100% - 0%) |
|------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Color | 2,3 ± 1,087 | 2,27 ± 0,907 | 2,433 ± 1,2 | 2,466 ± 0,937 |
| Sabor | 1,6 ± 0,968 | 2,033 ± 0,964 | 1,667 ± 0,844 | 2,533 ± 1,382 |
| Olor | 2,133 ± 1,136 | 2,333 ± 1,028 | 1,933 ± 0,907 | 2,266 ± 1,014 |
| Textura | 2,466 ± 1,48 | 2,267 ± 1,172 | 2,4 ± 1,38 | 2,667 ± 1,493 |

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) los atributos de color, olor y textura no presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Mientras que el atributo sabor presentó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos y el control. La prueba de Dunnett, con una significancia del 5%

determinó que el tratamiento T3 es diferente al control (Anexo I). Esta característica depende del resultado conjunto de los factores sazonadores y de los agentes que se desarrollen por acción enzimática, ligada en cierta forma a los aditivos utilizados (Llana 1996). Torres et al. (2013) reporta la no existencia de cambios en la evaluación sensorial por los panelistas, utilizando almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) en emulsiones cárnicas, de igual forma, Zarate et al (2013) no reportaron diferencias estadísticamente significativas en los atributos sensoriales utilizando almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*).

5. CONCLUSIONES

- ✓ La estabilidad y el pH no presentaron cambios significativos al reemplazar total o parcialmente la harina de arroz partido y almidón de yuca en las emulsiones cárnicas.
- ✓ La harina de arroz partido respecto a la capacidad de retención de agua se puede utilizar en las diferentes mezclas de aglutinantes evaluadas, ya que permite una mayor absorción de agua y aumenta los rendimientos en el producto terminado.
- ✓ El perfil de textura (TPA) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3) frente al control, confirmando que la harina de arroz partido ofrece características texturales similares al almidón de yuca comercial según la simulación de masticación y deglución realizada con el texturometro.
- ✓ La aceptación por parte de los panelistas es similar en cuanto al color, textura y olor; sin embargo el atributo sabor no tuvo aceptación cuando se adicionó harina de arroz partido en un 100% en las emulsiones cárnicas.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Efectuar un análisis de costo-beneficio que establezca el uso de harina de arroz partido como aglutinante en la industria cárnica.
- ✓ Realizar diversos estudios con variedades de arroz, con el fin de contrastar los resultados expuestos en esta investigación.
- ✓ Emplear evaluaciones sensoriales con panelistas entrenados permitiendo tener un concepto más amplio acerca de la aceptación o rechazo del producto.

7. BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, D. 2012. La yuca en el caribe colombiano: de cultivo ancestral a agroindustrial. Documentos de trabajo sobre economía regional. Centro de estudios económicos regionales (CEER). Cartagena. Núm. 158. ISSN: 1692-3715 Acceso: 10 julio (2015).

ALBARRACÍN, W., ACOSTA, L. Y SÁNCHEZ, I. 2010. Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de fríjol común (*phaseolus spp*). Revista de la Facultad de Química farmacéutica 17(3):265-271.

ALVARADO, M. 2006. Efecto de la adición de los derivados de *Lupinus spp* (aislado, harina y concentrado proteico) sobre las características de textura de salchichas. Tesis para obtener título de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.

ÁLVAREZ, D., CASTILLO, M., GARRIDO, D., BAÑÓN, S., NIETO, G. Y DÍAZ, P. 2007. Efecto de la composición y el tiempo de procesado sobre las propiedades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas 23:25-34.

ALVIS, A., VELEZ, C., VILLADA, H., RADA-MENDOZA, M. 2008. Análisis Físico-químico y morfológico de almidones de Ñame, Yuca y Papa y determinación de la viscosidad de las pastas 19(1):38-56.

BERNAL, I. 1993. Análisis de alimentos. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Bogotá, Colombia.

CAÑEQUE, V. Y SAÑUDO, C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa en los rumiantes). MICYTINIA: Ganadera. Madrid, España.

CURY, K., MARTÍNEZ, A., AGUAS, Y., Y OLIVERO, R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Revista Colombiana Ciencia Animal* 3(2):275-279.

DANE 2013. Estudio de índice de pobreza en las regiones Colombianas. Sistema de información de precios y abastecimientos del sector agropecuario (SIPSA). Boletín mensual. Bogotá, Colombia.

DELGADO, N. Y ALBARRACÍN, W. Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.* Universidad de Antioquia, ISSN: 0121-4004 (en línea), 19(1), 2012. <http://www.redalyc.org/articulo>. Acceso: 15 de Julio (2015).

ESPINAL, C., MARTINEZ, H. Y GAITAN, X. 2005. La cadena del arroz en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo No. 52. Observatorio Agrocadenas Colombia. (En línea) Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/caracterizacion_arroz.pdf. (12 Agosto 2015).

FAO 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en internet. <http://www.fao.org/economic/est/publications/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/> (Accedido 10/11/2015).

FENNEMA, O. 1993. Capacidad emulsificante. *Química de alimentos*; editorial Acribia, segunda edición. Zaragoza, España, p34-45.

HERNÁNDEZ, M., TORRUCO, J., CHEL, L. Y BETANCUR, D. 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 28(3):718-726.

HWANG, J. Y KOKINI, I. 1992. Contribution of the side branches to rheological properties of pectins, Carbohydrates, Polymers 19(1):41-50.

IGOR, J. Y VELASCO, V. 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), Revista de Biotecnología Agroalimentaria 8(2):48-62.

LARIOS, A., PORCAYO, J., POGGI, H. Obtención de una harina de pulido de arroz desengrasado con bajo contenido de fibra neutro detergente. Instituto politécnico Nacional. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Revista Inter ciencia 30(1):1-10.

LÓPEZ, J Y QUIROGA, G. 2005. Industrias cárnicas. Universidad nacional de Colombia, Bogotá, ICTA. Internet: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/index>. Acceso: 23 agosto (2015).

LU, R. Y CHEN, Y. 1998. Characterization of nonlinear elastic properties of beef products under large deformation. En: Transactions of The Asae, Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 41(1):163-168.

LLANA, J. 1996. Compendio especial de productos cárnicos. Bogotá, Colombia, p15-16.

MARTINEZ, Y. Y ARRIETA, B. 2013. Elaboración de chorizos de carne de res y de cerdo con adición de proteasas. Tesis para optar ingeniero de alimentos, Facultad de ingenierías, Universidad de Cartagena. Programa de ingeniería de alimentos, Cartagena de indias.

MONTAÑEZ, C. Y PÉREZ, I. 2007. Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (*Chenopodium quinoa, Wild*). Tesis para optar título de ingeniero de alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

MORALES, A. Y PINEDA, M. 2009. Aprovechamiento de carne de los cortes de baja comercialización de búfalo y de res, aplicando la deshidratación como método de conservación para prolongar su vida útil. Tesis para optar título de ingeniero de alimentos, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

NTC, 1719. Norma técnica colombiana, Arroz partido para consumo humano, 4-5, Bogotá, Colombia (2002).

NTC, 1325. Norma Técnica Colombiana, Industrias alimentarias, Productos cárnicos procesados no enlatados, 4-5, Bogotá, Colombia (2008).

PEREZ, M. Y PONCE, E. 2013. Manual de prácticas de laboratorio, tecnología de carnes. Universidad autónoma metropolitana. División de ciencias biológicas y de salud. Acceso: 13 septiembre (2015).

PINCIROLI, M. 2010. Proteínas de arroz, propiedades estructurales y funcionales. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). Tesis para ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

RAMOS, N., FARIAS, M., ALMADA, C. Y CRIVARO, N. 2004. Estabilidad de Salchichas con Hidrocoloides y Emulsificantes, revista colombiana de Ciencia Animal 15(4):91-94.

RANKEN, D. 2000. Manual de industrias de la carne. Madrid: AMV Ediciones, p209.

RESTREPO, D. 1991. Elementos de industria de carnes. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

ROJAS, M. 2012. Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la

empresa PRONAL S.A. Tesis para optar Tecnóloga Química, Universidad Tecnológica De Pereira, Pereira, Colombia.

TECHEIRA, N. 2006. Elaboración y caracterización de harinas obtenidas a partir de granos de arroz entero de origen comercial. Tesis para optar ingeniero agrónomo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

TORRES, A. 2012. Evaluación del efecto almidón obtenido a partir de malanga (*Colocasia esculenta*) en las propiedades de un producto cárnico. Tesis para optar a Magister Scientiarum en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

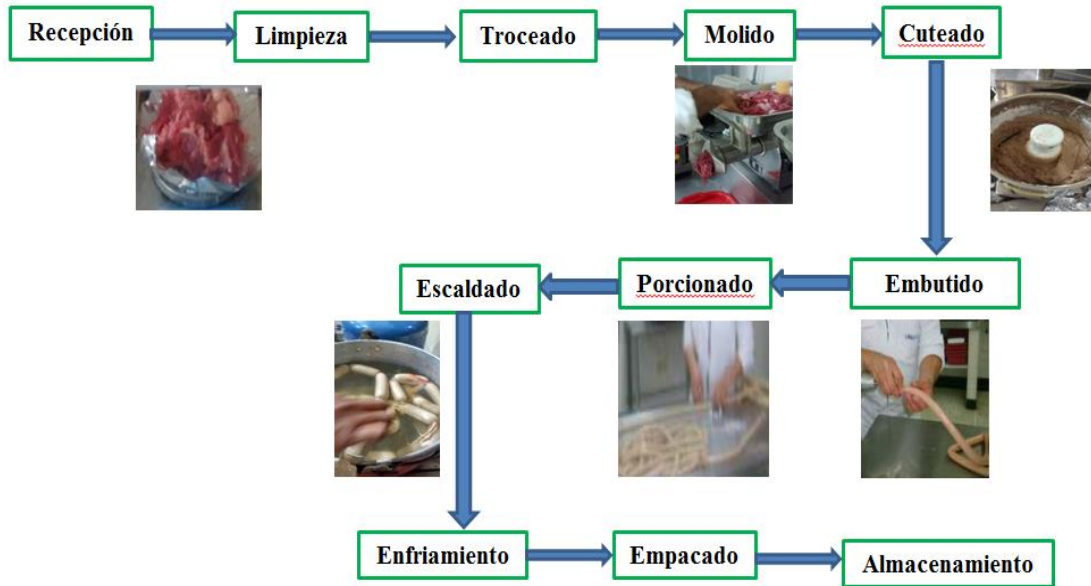
TORRES, A., MONTERO, P. Y GONZALES, J. 2013. Utilización de almidón de malanga (*colocasia esculenta l.*) en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial 12(2):97-105.

VARGAS, P. Y HERNÁNDEZ, D. 2012. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. Tecnología en marcha 26(1):37-45.

ZÁRATE, L.; OTÁLORA, N.; RAMÍREZ, L.; PRIETO, L.; CERÓN, M. y POVEDA, J. Sustitución del almidón en la formulación de mortadela por almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*). Revista épsilon, ISSN: 1692-1259, (en línea), (20), 2013. Disponible en: <https://www.google.com.co/search>: 25 de octubre (2015).

ANEXOS

Anexo A. Elaboración de la emulsión cárnica (tipo salchicha Frankfurt)



Anexo B. Pruebas realizadas de pH, capacidad de retención de agua, perfil de textura (TPA) al producto terminado



Medida de pH

CRA

Perfil de textura

Anexo C. Perdida de estabilidad (aceite) en los diferentes tratamientos.



Anexo D. Formato evaluación sensorial

| | |
|----------|--|
| Catador: | Producto Emulsion carnica |
| Fecha: | |
| Sexo: | |
| Edad: | |

De acuerdo con la degustación que va a realizar evalúe del 1 al 5 las características del producto, dando valores con las siguientes especificaciones

1. Me gusta mucho
2. Me gusta poco
3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta poco
5. No me gusta

| Criterio | Muestras | | | |
|----------|----------|-----|-----|-----|
| | 025 | 742 | 323 | 516 |
| Color | | | | |
| Sabor | | | | |
| Olor | | | | |
| Textura | | | | |

Observaciones.....

Gracias

Anexo E. Obtención de la harina de arroz (*Oryza sativa*) partido.



Molienda

Tamizado

Harina de arroz

Anexo F. Análisis de varianza (ANOVA) para pH de las emulsiones

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0,0114917 | 3 | 0,00383056 | 0,74 | 0,5566 |
| Intra grupos | 0,0413333 | 8 | 0,00516667 | | |
| Total (Corr.) | 0,052825 | 11 | | | |

Anexo G. Análisis de varianza (ANOVA) para Estabilidad de las emulsiones

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 4,0675 | 3 | 1,35583 | 0,86 | 0,5000 |
| Intra grupos | 12,6107 | 8 | 1,57634 | | |
| Total (Corr.) | 16,6782 | 11 | | | |

Anexo H. Prueba de Dunnett para Capacidad de retención de agua de las emulsiones

| <i>contraste entre las medias</i> | <i>diferencia</i> | <i>valor absoluto > dunnett</i> | <i>estadístico de prueba (dunnett)</i> |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|--|
| control - t1 | -6,239 | 6,239 * | 3,539 |
| control - t2 | -5,591 | 5,591 * | |
| control - t3 | -7,408 | 7,408 * | |

* indica una diferencia significativa.

Anexo I. Prueba de Dunnett para la prueba sensorial (atributo sabor) en las emulsiones

| <i>contraste entre las medias</i> | <i>diferencia</i> | <i>valor absoluto > dunnett</i> | <i>estadístico de prueba (dunnett)</i> |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|--|
| control - t1 | 0,067 | 0,067 | 0,651 |
| control - t2 | 0,433 | 0,433 | |
| control - t3 | 0,933 | 0,933* | |

* indica una diferencia significativa.