

**UTILIZACIÓN DE UNA PREEMULSIÓN CON AISLADO DE SOYA (*Glycine max*) Y ACEITE DE PALMA (*Elaeis Guineensis*) COMO SUSTITUTO DE LA GRASA DE CERDO EN UNA EMULSIÓN CÁRNICA.**



**ARNOBIS MANUEL PARRA GALINDO  
JOSÉ GUSTAVO VÁSQUEZ GONZÁLEZ**

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

2017

**UTILIZACIÓN DE UNA PREEMULSIÓN CON AISLADO DE SOYA (*Glycine max*) Y ACEITE DE PALMA (*Elaeis Guineensis*) COMO SUSTITUTO DE LA GRASA DE CERDO EN UNA EMULSIÓN CÁRNICA.**



**ARNOBIS MANUEL PARRA GALINDO**

**JOSÉ GUSTAVO VÁSQUEZ GONZÁLEZ**

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos**

**DIRECTOR:**

**M. Sc. PEDRO ROMERO BARRAGÁN**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERÁSTEGUI-CÓRDOBA**

**2017**

**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, 04 de diciembre de 2017**

## **DEDICATORIA**

**Arnobis Parra**

A Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría que me ha guiado por su camino y dio el privilegio de pertenecer a la familia Parra Galindo.

Con todo mi cariño y mi amor para mi esposa Yohelis y mis hijos que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A todos esos amigos y compañeros que me acompañaron durante la carrera en los momentos de felicidad y tristezas.

## **DEDICATORIA**

**José Gustavo Vásquez**

Dedico este logro a mi madre María Claret y a mi esposa Luz Nelly por ser mi fuente de inspiración para salir adelante y por todo el sacrificio y apoyo que me brindaron para lograr este objetivo.

A todos mis amigos y compañeros que sufrieron a mi lado diariamente en esta etapa universitaria.

A mis docentes y todo el gremio de profesores que aportaron su conocimiento para formarme como un excelente ingeniero.

## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecer por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Algunas están y otras en nuestros recuerdos, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por todo lo que han brindado y por todas sus bendiciones.

Especial agradecimiento a nuestro Director de Tesis el Ingeniero de Alimentos Pedro Romero Barragán por sus consejos y amistad y al Ingeniero de Alimentos Fray Romero Osorio por ser un apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los Jurados Gabriel Vélez y Ricardo Andrade por su tiempo y dedicación en la revisión de este trabajo de investigación.

A la Universidad de Córdoba, sede Beràstegui y a cada uno de los docentes que aportó su granito y dedico su tiempo a enriquecer nuestra formación.

## TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN .....	17
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1	EL CULTIVO DE LA SOJA Y SU IMPORTANCIA.....	19
2.1.1	PROTEÍNA DE SOJA .....	20
2.2.	ACEITE DE PALMA.....	20
2.2.1.	Origen y Generalidades.....	20
2.2.2.	USOS DEL ACEITE DE PALMA .....	21
2.3.	EMULSIÓN CÁRNICA .....	22
2.3.1.	Aplicación de las emulsiones cárnicas.....	22
2.4.	PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS .....	23
2.4.1.	Color de los alimentos.....	23
2.4.2.	Textura de los alimentos .....	24
2.5.	PROPIEDADES FUNCIONALES.....	25
2.5.1.	Capacidad de retención de agua (CRA) y potencial de Hidrógeno (pH).....	25
2.6.	ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS .....	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.3.	UBICACIÓN .....	28
3.4.	VARIABLES .....	28
3.4.1.	Variables independientes .....	28
3.4.2.	Variables dependientes.....	28



3.5.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	29
3.5.1.	Elaboración de la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.....	29
3.5.2.	Caracterización de la salchicha .....	29
3.5.3.	Formulación utilizada en las salchichas.....	30
3.5.4.	Elaboración de las Salchichas .....	31
3.5.5.	Descripción del proceso: .....	32
3.6.	ENSAYOS REALIZADOS A LAS SALCHICHAS .....	34
3.6.1.	Caracterización fisicoquímica de las salchichas .....	34
3.6.2.	Determinación del color .....	34
3.6.3.	Determinación del perfil de textura.....	34
3.6.4.	Determinación de capacidad de retención de agua (CRA) .....	35
3.6.5.	Determinación del potencial de hidrógeno (pH).....	35
3.6.6.	Evaluación sensorial de las emulsiones cárnicas .....	35
3.6.7.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1.	SELECCIÓN DE LA PREEMULSIÓN DE AISLADO DE SOJA Y ACEITE DE PALMA A UTILIZAR.....	37
4.2.	COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS SALCHICHAS .....	38
4.3.	COLOR Y TEXTURA INSTRUMENTAL .....	39
4.4.	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) Y PH. ....	40
4.5.	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	41
5.	CONCLUSIONES .....	42
	BIBLIOGRAFÍA .....	43
	ANEXOS .....	48

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Definiciones de las características mecánicas de textura. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Ensayos realizados para la obtención de la Preemulsión .....	29
<b>Tabla 3.</b> Formulaciones de una emulsión cárnica tipo salchicha Frankfurt. ....	30
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos empleados y porcentaje de variación de la grasa de cerdo. ....	31
<b>Tabla 5.</b> Formulaciones de las emulsiones cárnicas.....	31
<b>Tabla 6.</b> Composición fisicoquímica de las salchichas (g/100g)*. ....	38
<b>Tabla 7.</b> Color y textura instrumental de las Salchichas <sup>A</sup> . ....	39
<b>Tabla 8.</b> Resultados de CRA y pH de las Salchichas. ....	40
<b>Tabla 9.</b> Análisis sensorial por atributos de las salchichas*. ....	41

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Creación del color sólido tridimensional (a) y espacio de color CIELAB (b).23
- Figura 2.** Diagrama de flujo para la de elaboración de las emulsiones cárnicas.....32
- Figura 3.** Resultados de los ensayos de las preemulsiones .....37

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A.** Ilustraciones de los ensayos realizados a las salchichas.

**Anexo B.** Formato para la prueba de aceptación de las salchichas.

**Anexo C.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis bromatológico de las salchichas.

**Anexo D.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el color y textura instrumental de las salchichas.

**Anexo E.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para CRA y pH de las salchichas.

**Anexo F.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis sensorial de las salchichas.

## RESUMEN

Hoy día existen diversas alternativas para reemplazar la grasa animal por aceite vegetal y así contribuir a mejorar la calidad de los productos cárnicos. Teniendo en cuenta esta consideración, se decidió realizar un estudio sobre el efecto que tiene la sustitución parcial o total de la grasa dorsal de cerdo por una preemulsión de aislado de soya y aceite de palma sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de una emulsión cárnica. Para ello, se establecieron cuatro tratamientos con el fin de sustituir de forma parcial o total la grasa dorsal de cerdo por la preemulsión de soya y aceite de palma en la elaboración de salchichas; los tratamientos fueron: T1: 25%, T2: 50%, T3: 75% y T4: 100% lo cual indica el porcentaje de preemulsión a utilizar. Posteriormente se caracterizaron las salchichas, se realizó el análisis del perfil de textura (APT), de color instrumental, potencial de hidrógeno (pH), capacidad de retención de agua (CRA) y la aceptación sensorial del producto final. Los resultados obtenidos muestran que hubo diferencias significativas en el análisis fisicoquímico únicamente en la grasa en cuanto a los tratamientos y la muestra control, siendo el tratamiento T4 en el que más se redujo el contenido de grasa en un 74,46% con respecto al control, también se encontró que la CRA y el pH no presentaron diferencias significativas con respecto a la muestra control. En cuanto al color hubo diferencias significativas en los parámetros de Luminosidad L y a\* entre los tratamientos y la muestra control, mientras que la coordenada b\* solo presentó diferencias significativas el tratamiento T4 con respecto al control. Para el análisis de perfil de textura la adhesividad no presentó diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control. Propiedades como cohesividad, dureza, masticabilidad, gomosidad, elasticidad y resistencia, presentaron diferencias significativas. En cuanto al análisis sensorial, las características de color y olor no

presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control, mientras que el sabor y la textura presentaron diferencias significativas, siendo el tratamiento T4 el más aceptado por los catadores. De esta forma se puede concluir que al reemplazar totalmente la grasa dorsal de cerdo por una preemulsión de soja y aceite de palma se obtiene un producto con menor cantidad de grasa, sabor y textura.

**Palabras clave:** emulsiones cárnicas, análisis sensorial, soja, aceite de palma.

## ABSTRACT

Today there are several alternatives to replace animal fat with vegetable oil and thus contribute to improve the quality of meat products. Taking this consideration into account, it was decided to carry out a study on the effect of the partial or total substitution of pork backfat for a preemulsion of soybean isolate and palm oil on the physicochemical, functional and sensorial properties of a meat emulsion. . For this, four treatments were established in order to partially or totally replace the pork back fat with soybean and palm oil preemulsion in the preparation of sausages; the treatments were: T1: 25%, T2: 50%, T3: 75% and T4: 100%, which indicates the percentage of pre-emulsion to be used. The sausages were then characterized, the analysis of the texture profile (TPA), instrumental color, hydrogen potential (pH), water retention capacity (RCA) and sensory acceptance of the final product was carried out. The obtained results show that there were significant differences in the physicochemical analysis only in the fat in terms of the treatments and the control sample, being the T4 treatment in which the fat content was reduced by 74.46% with respect to the control , it was also found that the CRA and the pH did not show significant differences with respect to the control sample. Regarding color, there were significant differences in Luminosity parameters L and a \* between the treatments and the control sample, while the b \* coordinate only showed significant differences in the T4 treatment with respect to the control. For the texture profile analysis, the adhesiveness did not show significant differences between the treatments and the control sample. Properties such as cohesiveness, hardness, chewiness, gumminess, elasticity and resistance, presented significant differences. Regarding the sensory analysis, the color and odor characteristics did not show significant differences between the treatments and the control sample, while the taste and texture presented significant differences, with the T4 treatment being the most accepted by the tasters. In

this way it can be concluded that by completely replacing pork back fat with a preemulsion of soybean and palm oil, a product with a lower amount of fat, flavor and texture is obtained.

**Key words:** meat emulsions, sensory analysis, soybean, palm oil.



## **1. INTRODUCCIÓN**

La tendencia mundial de hacer los hábitos alimenticios más saludables es creciente, lo que sugiere a los consumidores limitar o reducir la ingesta de grasas saturadas y calorías, ya que en los últimos años ha incrementado el desarrollo de patologías como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes, a causa del consumo excesivo de grasas saturadas. Esta preocupación de los consumidores de mejorar su alimentación, ha animado a investigadores a desarrollar formulaciones de productos cárnicos bajos en grasa sin afectar la palatabilidad del producto y que tenga buen valor económico (Méndez et al. 2015).

Por lo cual, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015), recomienda que para mantener una alimentación sana es preferible consumir grasas no saturadas (contenida en el aceite de soja, el aceite de girasol, canola y oliva, entre otros) en vez de las grasas saturadas (presente en la carne grasa, el aceite de palma, de coco, la manteca de cerdo, entre otros) con el fin de disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles (ENT), como las cardiovasculares. En Colombia la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte siendo uno de los precursores los malos hábitos alimenticios, el consumo abundante de grasas de origen animal (saturadas) y sus derivados. Aunque la grasa dorsal de cerdo se caracteriza por aportar características de sabor, jugosidad y textura en los productos cárnicos, además es vital en las propiedades reológicas y estructurales para mantener la emulsión estable (Rivera 2012).

Para atender esta recomendación, una de las alternativas en la industria cárnica sería modificar la cantidad y calidad de los ácidos grasos utilizados en la elaboración de los derivados cárnicos, esta reducción se puede obtener utilizando diferentes métodos como: el aumento de las otras materias primas (carne magra y/o agua) o la adición de sustitutos de la grasa. El primer método no es conveniente para la formación de una emulsión estable, presentando problemas de sinéresis, textura y sabor. El segundo método es el más utilizado y efectivo. Muchas sustancias se podrían utilizar para reducir la grasa en la emulsión cárnica como proteínas, micropartículas, pasta de soja, aceites vegetales, hidrocoloides, entre otros (Lurueña et al. 2004). Por ejemplo el aceite de la soja es rica en ácidos grasos insaturados hasta un 82,5%, por lo que, al igual que ocurre con el aceite de oliva, se pueden incorporar en emulsiones cárnicas y ayudar a contrarrestar los efectos perjudiciales de las grasas saturadas (Cervantes 2007). Diversos investigadores han trabajado en estrategias para reducir el contenido de grasa animal en los productos cárnicos procesados y recuperar la confianza de los consumidores. Tales intentos han incluido el uso aceites vegetales como los aceites de aguacate, de girasol y de oliva como un sustituto de la grasa animal, dando lugar a productos con un perfil de ácidos grasos más favorable, menor nivel de colesterol y mayor estabilidad oxidativa en comparación con los tradicionales (Rodríguez et al. 2012).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial o total de la grasa dorsal de cerdo por una preemulsión de aislado de soja (*Glycine max*) y aceite de palma (*elaeis guineensis*) sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de una emulsión cárnica.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL CULTIVO DE LA SOJA Y SU IMPORTANCIA**

La soja (*Glycine max* L. Merrill) es una leguminosa oleaginosa de ciclo corto que crece en regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. Ocupa una posición privilegiada entre los cultivos del mundo, como la principal oleaginosa para la alimentación animal y humana, por su alto porcentaje de proteínas (35 a 50%) y de aceites de calidad (15 a 25%) (Valencia, R. 2010).

En Colombia, el grano de soja (*Glycine max* (L) Merrill) es fuente fundamental de proteína como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados, particularmente para la cadena avícola-porcícola, con usos alternativos como ensilaje en la cadena cárnica-láctea y, alimento rico en aminoácidos esenciales, con grandes beneficios para la salud y nutrición humana. La soja es el cultivo por excelencia de los sistemas de rotación con gramíneas como el arroz, el maíz y el sorgo, base de la seguridad alimentaria del país (Valencia, R. 2010).

El área mundial de soja en el 2015 según la FAO (2015), fue de 142,4 millones de hectáreas, para una producción global de 348 millones de toneladas y un rendimiento promedio de grano de 3,79 t/ha. Estados Unidos con el 33 % de la producción total ocupa el primer lugar, seguido por Brasil con el 31,0% y luego Argentina con 18,0%. Colombia solo alcanza a producir cerca del 0,023% del total mundial. En el mercado internacional, el mayor importador es China con 80,5 millones de toneladas seguido por la Unión Europea con 13,17 millones, Japón 4,15 millones y México con 3,95 millones de toneladas.

### **2.1.1 PROTEÍNA DE SOJA**

La proteína de soja es una excelente fuente de proteínas derivada de las habas de soja, siendo una alternativa más firme ante otro tipo de producto de origen animal. Su uso se debe a que poseen propiedades funcionales similares a las que tienen las proteínas cármicas miofibrilares solubles en sal (actina y miosina). Las proteínas de soja son agregadas como una mezcla de grasa pre-emulsificada en masas cárnicas y ayudan a compensar la falta de proteínas solubilizadas (Rocha 2011). Como lo demuestran las investigaciones de Kayaardi y Gók (2004) los cuales sustituyeron hasta un 60% de la grasa de res en un embutido tradicional turco "soudjouk", con aceite de oliva como grasa pre-emulsionada con aislado de proteína de soja. Ayudo a reducir el nivel de colesterol conforme a la cantidad de aceite de oliva que fue incorporada, lo que elevó los niveles de ácido oleico y linoleico. Igualmente al reducir la grasa de res y no se encontró efecto alguno sobre la textura del producto, y además si se sustituye el 40% no se alteran ni la aceptación general ni el color de las muestras.

## **2.2. ACEITE DE PALMA**

### **2.2.1. Origen y Generalidades**

El aceite de palma crudo se caracteriza por su alto contenido de carotenos (vitamina A) que se ve reflejado con el color rojizo del fruto. En el aceite de palma se encuentra también los tocoferoles y tocotrienoles (fracciones de la vitamina E) importantes nutrientes que junto con los carotenos, actúan como agentes antioxidantes que reducen el daño celular provocado por la acción de sustancias tóxicas o la contaminación ambiental, que acelera el envejecimiento y el desarrollo de algunas enfermedades, siendo también una sustancia anticancerígenas y antitrombóticas y una excelente alternativa para combatir la deficiencia de vitamina A (Estupiñan y Guayana. 2009).

Una característica que hace único al también llamado aceite de oro por los asiáticos, es su balance perfecto entre grasas saturadas e insaturadas, por lo que no tiene efectos negativos en el colesterol de quienes lo consumen. Aunque no se conozca todos sus beneficios, desde hace cinco mil años los pobladores Africanos lo usaron como

alimento. Inclusive hoy, como entonces, en varios países de ese continente se consume crudo y sin refinar (Estupiñan y Guayana. 2009).

El aceite de palma se deriva de dos especies principales, la *Elaeis guineensis* (original de África occidental) y de la *Elaeis oleifera* (original de Sur América). El aceite de palma se obtiene por extracción mecánica del fruto de la palma *Elaeis guineensis* y se puede complementar con extracción por solventes (FEDEPALMA, 2015).

El consumo actual de aceite de palma es abastecido en primer lugar por Malasia, seguido de Indonesia. El resto de los países, que siguen en orden de importancia son: Papúa Guinea, Singapur, Hong Kong, Tailandia, Colombia y Costa Rica. Colombia presenta excedentes en su producción de aceite de palma, que son vendidos en el mercado internacional y lo ubican en el quinto puesto a nivel mundial de los países productores de aceite de palma (Estupiñan y Guayana. 2009).

### **2.2.2. Usos del aceite de palma**

Por su composición física, el aceite de palma puede usarse en múltiples elaboraciones sin necesidad de hidrogenarse, proceso en el cual se forman los ácidos grasos trans, causantes de enfermedades como la diabetes y las cardiovasculares, entre otras. Además resaltando su particular consistencia, apariencia y olor, así como su característica de resistencia al deterioro y el rendimiento de su fruto comparado con los otros aceites, hacen de él un componente ideal en la preparación y elaboración de gran cantidad de comestibles. Así mismo la torta de palmiste, subproducto de la palma de aceite, es utilizada en la producción de concentrados o como suplemento para la nutrición animal (Estupiñan y Guayana. 2009).

Por otra parte los aceites de la palma tienen usos diferentes al comestible, de gran valor económico el aceite de palma y el aceite de palmiste sirven de manera especial en la fabricación de productos oleoquímicos como los ácidos grasos, ésteres grasos, alcoholes grasos, compuestos de nitrógeno graso y glicerol. En los últimos tiempos el aceite de palma ha tomado fuerza en su utilización como biocombustibles con grandes ventajas ambientales en comparación de los combustibles fósiles (petrodiesel o acpm). Actualmente Colombia está desempeñando labores en producir biodiesel a partir de

aceite de palma que trae beneficios para el medio ambiente, el empleo y la oferta de energía renovable (Estupiñan y Guayana. 2009).

### **2.3. EMULSIÓN CÁRNICA**

Una emulsión desde el punto de vista químico, se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se encuentra disperso en forma de pequeños glóbulos (fase dispersa o discontinua) en agua (fase dispersante o continua), estas mezclas son inestables debido a la inmiscibilidad, que podría estabilizarse mediante un agente emulsificante. Específicamente en las emulsiones cárnicas, éste agente lo constituyen las proteínas, especialmente las miofibrilares (miosina y actomiosina) solubles en NaCl, las proteínas actúan como emulsificante debido a su carácter anfifílico, por lo que este sistema requiere una estabilización correcta para evitar la separación de la grasa y el agua durante el tratamiento térmico (Restrepo et al. 2001).

#### **2.3.1. Aplicación de las emulsiones cárnicas**

Los productos cárnicos se pueden clasificar en cuanto al nivel de reducción de tamaño, las emulsiones cárnicas son pastas finas que pueden utilizarse para elaborar una gran cantidad de diversos productos cárnicos como salchichas frankfurt, mortadela, entre otras. O puede utilizarse mezclada con otros elementos gruesos (inclusiones de carne, grasa, subproductos o vegetales) que le confieren al producto terminado un carácter específico que lo identifica como por ejemplo el jamón tipo chopped, etc. Las proporciones de sus tres constituyentes principales (carne, grasa y agua) son variables según el tipo de producto y la calidad de este (Venegas y Pérez 2006).

Investigaciones realizadas acerca de la modificación del perfil lipídico de las emulsiones cárnicas, demuestran que se puede lograr una sustitución parcial de la grasa dorsal de cerdo por aceites o grasas de origen vegetal. Un ejemplo de estas, es la realizada por Vural et al. (2004), que estudiaron el efecto de la adición parcial de aceites vegetales interesterificados y fibra de remolacha azucarera en la calidad de salchichas; demostrando que se puede reemplazar la grasa en un 60% por aceites interesterificados, lo cual mejora el contenido nutricional del producto debido al cambio en la composición de los ácidos grasos, como resultado encontraron un aumento significativo en el

contenido total de la fibra dietética y la capacidad de retención de agua de las salchichas, mientras que no hubo cambios en las características organolépticas de apariencia, color, textura y sabor.

## 2.4. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

### 2.4.1. Color de los alimentos

La noción de color se basa en tres criterios: el matiz (sombra), la luminosidad (brillo) y la saturación (intensidad). Estos tres elementos son los atributos de color, y se pueden poner juntos para crear el color sólido tridimensional (ver Figura 1a). Para realizar las mediciones de color se emplea comúnmente un colorímetro, que es un dispositivo triestimular, que usan filtros rojo, verde y azul para emular la respuesta del ojo humano al color y la luz. Existen varios sistemas para expresar numéricamente el color, que fueron desarrollados por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Uno de estos sistemas es el espacio de color  $L^*a^*b^*$  ideado en 1976. En este espacio,  $L^*$  indica claridad, su valor se extiende desde 0 (negro) a 100 (blanco) (como se ve en la Figura 1b), el  $a^*$  y  $b^*$  son las coordenadas de cromaticidad, indican direcciones de color:  $a^*$  denota el valor rojo (+60) a verde (-60) y  $b^*$  el valor amarillo (+60) a azul (-60) (Korifi et al. 2013).

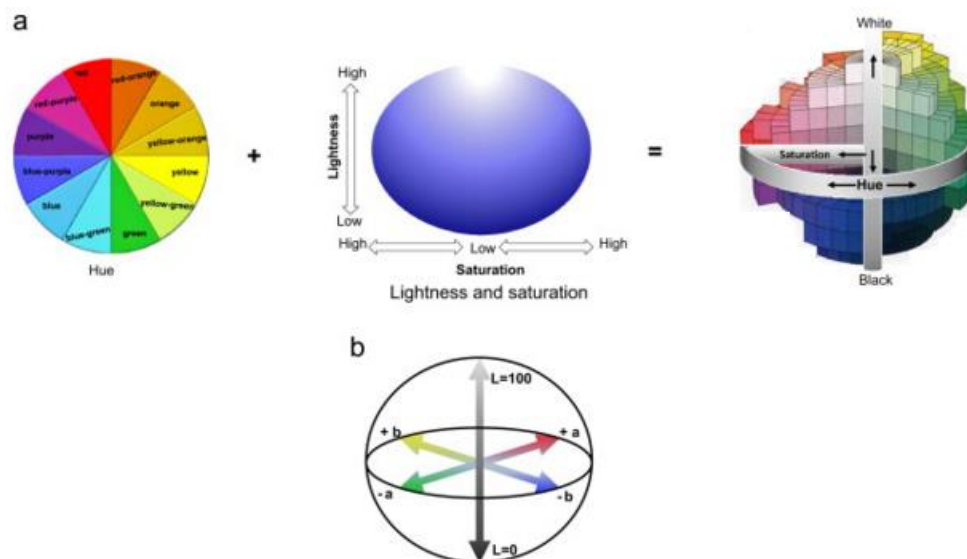


Figura 1. Creación del color sólido tridimensional (a) y espacio de color CIELAB (b).

Autores como Rueda-Lugo et al. (2007) demostraron que la sustitución del 50% de la grasa dorsal del cerdo por pasta de aguacate tratada con antioxidantes, no modifica las características de color en las salchichas. Sin embargo, el aceite de aguacate afecta las características de calidad, como el color y la textura, que puede ser considerado como una desventaja notable en un producto cárnico, mientras que otros aceites vegetales como el de girasol y oliva, obtuvieron productos con un perfil de ácidos grasos más favorable y de mejor estabilidad oxidativa (Rodríguez et al. 2012).

#### **2.4.2. Textura de los alimentos**

La textura está relacionada a todos los atributos mecánicos, geométricos, y superficiales de un producto, perceptible por medio de receptores mecánicos y táctiles (Lara y Lescano 2004). Puede medirse por medios objetivos como el análisis instrumental y subjetivo mediante pruebas sensoriales. Sensorialmente la textura de un alimento puede ser definida como el conjunto de atributos que, de un modo subjetivo, son apreciados por los sentidos de la vista, el tacto y el oído, que hacen referencia a la impresión percibida de su peculiaridad física, en cuanto resultado de una deformación sufrida por el alimento por lo que viene a ser una manifestación del modo como son estimulados los receptores mecánicos de la boca durante la degustación del producto alimenticio (Bello 2000). En cambio las mediciones instrumentales se emplean equipos (texturometros), donde se estima la textura percibida del alimento, por las condiciones de procesado de la boca, que podría estar directamente relacionado con la deformación o cambio de las propiedades físicas del producto por efecto de la compresión mecánica o esfuerzo cortante (Chen y Linus 2013).

Generalmente se le denomina Análisis de Perfil de Textura, este es un experimento que imita a dos o más ciclos de masticación mediante la compresión de una muestra de dos superficies paralelas. En la respuesta grafica se obtiene la fuerza aplicada frente al desplazamiento y permite evaluar las características mecánicas de textura primarias y secundarias, las cuales se describen en la Tabla 1.



**Tabla 1. Definiciones de las características mecánicas de textura.**

<b>Propiedades</b>	<b>Definición Física</b>	<b>Definición Sensorial</b>
<b>Propiedades Primarias</b>		
Adhesividad	Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y de la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto.	Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente el paladar) durante su consumo.
Cohesividad	Grado en que un material puede deformarse antes de romperse.	Grado en que una sustancia se comprime entre los dientes antes de romperse.
Dureza	Fuerza necesaria para una deformación dada.	Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los dientes molares (en el caso de sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de semi-sólidos).
Elasticidad	Velocidad a la que un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante.	Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez ha sido comprimido entre los dientes.
Viscosidad	Tasa de flujo por unidad de fuerza.	Fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua.
<b>Propiedades secundarias</b>		
Gomosidad	Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado listo para deglutirlo: un producto de un bajo grado de dureza y alta cohesividad.	Densidad que persiste durante toda la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para deglutirla.
Masticabilidad	Energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que esté listo para deglutirlo: una combinación de la dureza, cohesividad y elasticidad.	Tiempo requerido para masticar una muestra, a una tasa constante de aplicación de la fuerza, para reducirla a una consistencia adecuada para la deglución.
Fracturabilidad	Fuerza con la cual se fractura un material: un producto de alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad.	Fuerza con la que una material se desmorona, grietas o se rompe.

**Fuente:** Anzaldúa (1994); Chen y Linus (2013), modificado.

## **2.5. PROPIEDADES FUNCIONALES**

### **2.5.1. Capacidad de retención de agua (CRA) y potencial de Hidrógeno (pH)**

La capacidad de retención de agua se describe como la habilidad que exhibe un producto para retener el agua que se encuentra en él durante la aplicación de fuerzas externas como cortes, calentamiento, trituración y prensado, depende del tipo de proteína y su concentración, y de la presencia de hidratos de carbono, lípidos y sales. La medición de la CRA por lo general consiste en la aplicación de una fuerza para medir el agua

liberada. La fuerza puede ser natural, a través de medios gravimétricos, o puede ser mediante la aplicación de una fuerza externa, a través de la centrifugación o la compresión (Warner 2014).

La capacidad de retención de agua se ve influenciada directamente por el pH, ya que si hay valores altos de pH (5,8 o más) producen un incremento en esta, esto se debe a que la solubilidad de las proteínas se incrementa cuando los valores del pH están por encima del punto isoeléctrico de las proteínas (5,0 a 5,4) y esto se logra gracias a la acción de los fosfatos y la sal que elevan el pH del sistema de un valor aproximadamente de 5,5 (dependiendo en gran medida del tipo de músculo, especie y condiciones post mortem de la carne) a cerca de 6,5 fuera del punto isoeléctrico, donde las cargas proteína-proteína son máximas y la solubilidad mínima (Totosaus 2007). Cuando la CRA presenta valores muy altos debido al incremento del pH, se obtiene un color más oscuro y una textura más firme, favoreciendo la alteración microbiana; mientras que si los valores son más bajos (5,5 o menos) se obtendría una coloración pálida y una textura muy blanda (Restrepo et al. 2001).

Por otro lado, se ha demostrado que la fibra insoluble favorece particularmente propiedades de unión de agua y la capacidad de absorción de agua (Thebaudin et al. 1997), el agua incorporada a la emulsión cárnica se mantiene en el sistema fibroso mediante enlaces muy fuertes de puentes de hidrogeno y fuerzas capilares y por ello ya no son de libre disponibilidad, de ello resulta las propiedades funcionales como el impedimento de sinéresis y deshidratación lo que ayuda a reducir la pérdida de cocción y mejorar la estabilidad de la emulsión (Beltrán 2011).

## **2.6. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS**

La evaluación sensorial de los alimentos es el análisis por medio de los sentidos. Se lleva a cabo, mediante el uso de diferentes pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas. Las pruebas afectivas se clasifican en tres tipos: las pruebas de aceptación, pruebas de preferencia y las pruebas de grado de satisfacción. (Anzaldúa 1994). Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas, éstas pueden ser verbales o gráficas, con el objetivo de asegurar la validez de los métodos

estadísticos paramétricos utilizados corrientemente en el procesamiento de los resultados (Torricella et al. 2007).

Las pruebas afectivas pretenden evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado empleando el criterio subjetivo de los catadores. En la mayoría de los casos, los catadores corresponden a consumidores no entrenados en la descripción de preferencias, donde su evaluación se basa en gustos. Para esta evaluación se usan frases sencillas y lógicas que cualquier consumidor pueda identificar sin formular preguntas determinadas sobre intensidades de sabores, tamaños y olores; deben ser enfocadas en decisión de compra y aceptación general (Sánchez y Albarracín 2010).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este estudio presenta una investigación de tipo experimental.

#### **3.3. UBICACIÓN**

Este estudio se realizó en la Planta Piloto de Cárnicos y los Laboratorios de Medicina Veterinaria y el Instituto Biológico del Trópico en el área de GIPAVE de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui ubicada en el corregimiento de Berástegui, Ciénaga de Oro, Departamento de Córdoba, Colombia, con una temperatura ambiente promedio de 30°C, humedad relativa 80%, una altura de 16 m.s.n.m. y una presión atmosférica promedio de 752 mmHg.

#### **3.4. VARIABLES**

##### **3.4.1. Variables independientes**

- Porcentaje de sustitución de la grasa dorsal de cerdo por preemulsión de aislado de soja y aceite de palma: 25%, 50%, 75% y 100%.

##### **3.4.2. Variables dependientes**

- Características fisicoquímicas: Color Instrumental, pH y el contenido proximal de las salchichas obtenidas: Humedad, grasa y proteína.
- Parámetros de textura: Adhesividad, cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad, masticabilidad y resistencia.
- Capacidad de retención de agua (CRA).
- Características sensoriales: Olor, color, sabor y textura.

## 3.5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

### 3.5.1. Elaboración de la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma

Para la realización de la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma se realizaron 3 ensayos que se menciona a continuación en la Tabla 2:

**Tabla 2. Ensayos realizados para la obtención de la Preemulsión**

<b>Ensayo 1 (1:7:7)</b>	<b>Ensayo 1 (1:10:10)</b>	<b>Ensayo 1 (1:14:14)</b>
30 g de Proteína de soja	20 g de Proteína de soja	10 g de Proteína de soja
210 g de Agua	200 g de Agua	140 g de Agua
210 g de Aceite de Palma	200 g de Aceite de Palma	140 g de Aceite de Palma

Para realizar la preemulsión se tomó la proteína de soja y se hidrató con el 50 % del agua en un recipiente, se procede a mezclar en un cutter marca Felsinea durante 3 minutos adicionando el agua restante y el aceite. Se envasa en recipientes de icopor y se lleva a refrigeración de 4 °C., al día siguiente se realiza un análisis visual de textura en compañía del tutor docente y se selecciona la preemulsión con la que se van a realizar las salchichas.

### 3.5.2. Caracterización de la salchicha

La caracterización fisicoquímica de la salchicha fue realizada según metodología AOAC (2005), en el laboratorio de Medicina Veterinaria de la siguiente manera:

- a) Humedad (AOAC 950.46): el método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire. El método es aplicable a alimentos sólidos, líquidos o pastosos no susceptibles a degradación al ser sometidos a temperaturas superiores a 105 °C. Este método es inadecuado para productos ricos en sustancias volátiles distintas del agua.
- b) Grasa (AOAC 954.02): la fundamentación de este método se apoya en una cantidad previamente homogenizada y seca, medida o pesada del alimento que se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre de peróxido o mezcla de

ambos. Posteriormente, se realiza la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

- c) Proteína (AOAC 940.25): este método se cimienta en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoniaco, el que se destila y es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.

### 3.5.3. Formulación utilizada en las salchichas.

Las salchichas fueron realizadas en base a una formulación de una Salchicha tipo Frankfurt (Tabla 3). Para la formulación empleada se llevaron estas cantidades a kilogramo (Kg), tomando una base de cálculo de 1,2 Kg de mezcla cárnica, como se muestra en la Tabla 4 y 5, donde el factor a variar fue el porcentaje de sustitución de grasa dorsal de cerdo por la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma de la siguiente manera:

**Tabla 3. Formulaciones de una emulsión cárnica tipo salchicha Frankfurt.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Carne de res	60
Grasa dorsal de cerdo	12
Hielo	20,5
Almidón de yuca	5
Condimento universal	1,0
Comino	0,2
Pimienta	0,1
Nuez moscada	0,2
Cebolla cabezona	0,75
Ajo	0,1
Humo líquido	0,15
Polifosfatos	0,3
Glutamato monosódico	0,05

Fuente: Cury et al. (2011), modificado

**Tabla 4. Tratamientos empleados y porcentaje de variación de la grasa de cerdo.**

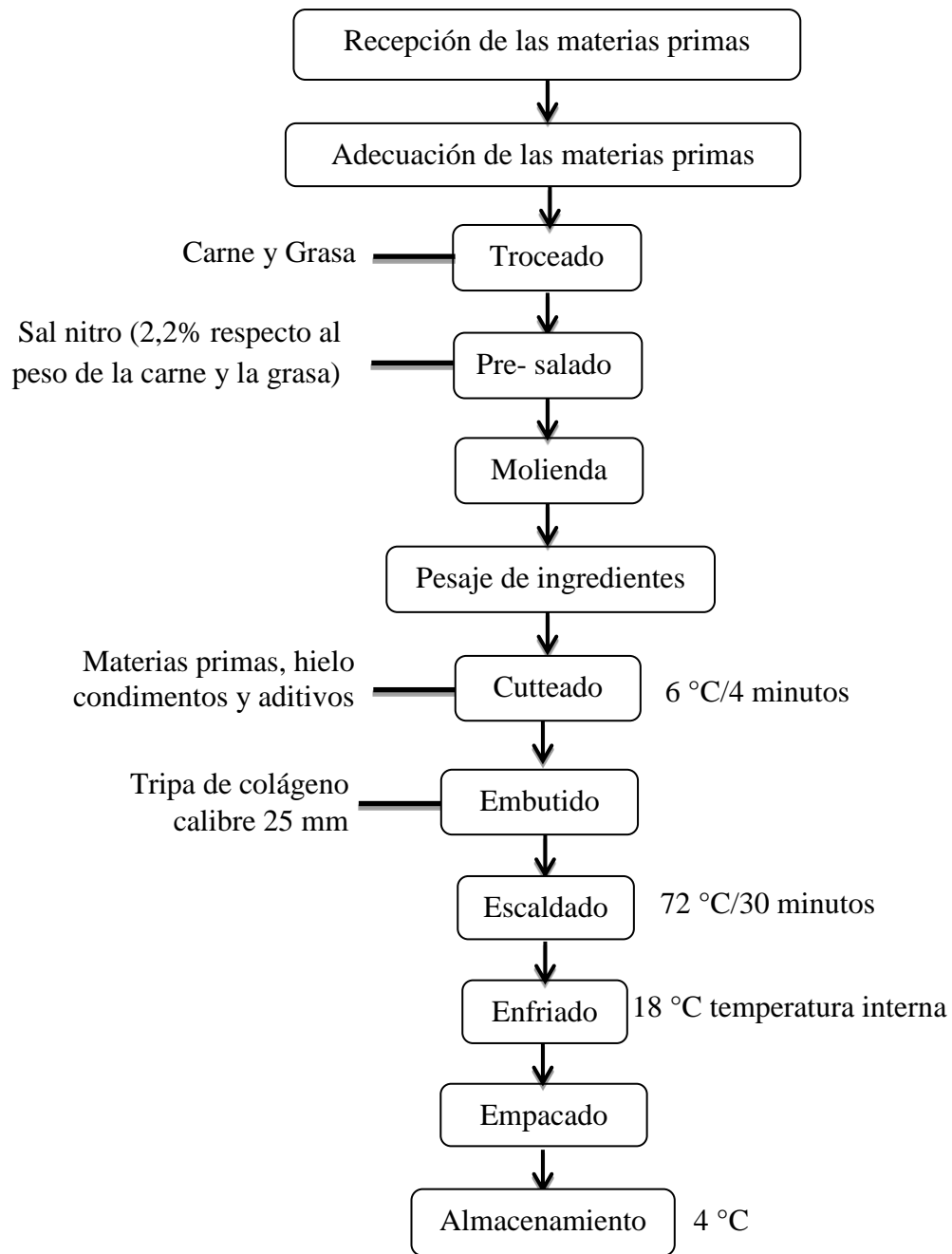
Tratamiento	Proporción
Control	100% de grasa dorsal de cerdo y 0% de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.
Tratamiento 1	75% de grasa dorsal de cerdo y 25% de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.
Tratamiento 2	50% de grasa dorsal de cerdo y 50% de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.
Tratamiento 3	25% de grasa dorsal de cerdo y 75% de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.
Tratamiento 4	0% de grasa dorsal de cerdo y 100% de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.

**Tabla 5. Formulaciones de las emulsiones cárnicas.**

Ingredientes	Tratamientos (Kg)				
	Control	T1	T2	T3	T4
Carne de res	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Grasa dorsal de cerdo	0,144	0,108	0,072	0,036	0
Preemulsión aislado de soja y aceite de palma	0	0,036	0,072	0,108	0,144
Hielo	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246
Almidón de yuca	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Condimento universal	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Comino	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
Pimienta	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Nuez moscada	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
Cebolla cabezona	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090
Ajo	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Humo líquido	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018
Polifosfatos	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036
Glutamato monosódico	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006

### 3.5.4. Elaboración de las Salchichas

En la Figura 2 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de las emulsiones cárnicas.



**Figura 2. Diagrama de flujo para la de elaboración de las emulsiones cárnicas.**

### 3.5.5. Descripción del proceso:

- **Recepción y adecuación de las materias primas:** La grasa dorsal de cerdo (tocino), el aceite de palma, la soja y la carne industrial de vacuno fueron adquiridas en el mercado local del sur de la ciudad de Montería (Carnicería el



Tavo), se utilizó carne de cogote de res con una temperatura de 4 °C y un pH de 6,2.

- **Troceado y Pre-salado:** Las piezas seleccionadas, libre de tejidos conectivos fueron cortadas en trozos pequeños y pre-saladas al 2,2 % respecto al peso de la carne, igualmente la grasa dorsal de cerdo fue troceada.
- **Molienda:** Los trozos pequeños de carne y grasa dorsal de cerdo fueron molidos por separado, en un molino marca Javar con disco de 4,5 mm.
- **Pesaje de ingredientes:** Se pesaron todos los ingredientes según las formulaciones de la Tabla 5.
- **Cutteado:** Todos los ingrediente se incorporaron en un cutter marca Felsinea en el siguiente orden, primero: la carne industrial, hielo en escarcha, ajo, cebolla, comino, pimienta, nuez moscada y humo líquido, segundo: el polifosfato, glutamato y condimento universal, tercero: hielo en escarcha y grasa, y por último el resto del hielo y el almidón de yuca. Se mezclaron finamente todos los ingredientes durante 4 minutos aproximadamente.
- **Embutido:** Después de haber obtenido una mezcla homogénea las mezclan fueron embutidos con una embutidora de marca Kramer, utilizando una funda (tripa) de colágeno calibre 25 mm; se amarraron en cadena, dejando porciones de 10 cm.
- **Escaldado:** Las cadenas de embutidos fueron sometidas a un tratamiento térmico de escaldado en una olla y una estufa industrial controlando la temperatura externa del agua 70 °C, hasta alcanzar la temperatura interna del producto de 70 °C, durante 30 min.
- **Enfriamiento:** Se realizó un choque térmico en una cava rellena de hielo y se dejó escurrir el producto.
- **Empacado y almacenamiento:** Se empaco al vacío para evitar pérdidas de humedad, en bolsas de vacío por 3 unidades, posteriormente fueron almacenados a una temperatura de 4 °C.

### **3.6. ENSAYOS REALIZADOS A LAS SALCHICHAS**

A las salchichas se les realizó la caracterización fisicoquímica, perfil de textura, color instrumental, potencial de hidrógeno (pH), capacidad de retención de agua (CRA) y análisis sensorial al producto final como se muestra en el Anexo A, por tres repeticiones en cada uno de los tratamientos.

#### **3.6.1. Caracterización fisicoquímica de las salchichas**

Se prepararon las muestras para las determinaciones fisicoquímicas según la NTC 5554, y caracterizaron según metodología AOAC (2005), descrita en el numeral 3.4.2, para determinación de humedad, proteínas y grasas.

#### **3.6.2. Determinación del color**

Se tomaron 3 muestras homogéneas por cada tratamiento, y se midió el color mediante el Colorímetro ColorFlex EZ a temperatura ambiente, atendiendo las recomendaciones de Osorio (2013). Los resultados obtenidos se expresaron de acuerdo al sistema CIE, determinando las siguientes coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ .

#### **3.6.3. Determinación del perfil de textura**

La medición del análisis de perfil de textura (TPA) se determinó usando un analizador de textura TA-XT Plus, siguiendo la metodología propuesta por Lurueña et al. (2004), se tomaron muestras cilíndricas homogéneas de aproximadamente 2 cm de altura y 2,5 cm de diámetro, se comprimieron dos veces sucesivas hasta un 25% de su altura original con una placa de compresión de 75 mm de diámetro; con el fin de simular la masticación humana. Los análisis texturales se realizaron a temperatura ambiente. Obteniendo la curva fuerza/tiempo y con ella calcular los siguientes parámetros: adhesividad cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad, resistencia y masticabilidad, mediante el uso del software Texture Exponent. Las condiciones del ensayo fueron los siguientes:

- Velocidad pre-ensayo: 1 mm/s
- Velocidad ensayo: 1 mm/s
- Velocidad pos-ensayo: 10 mm/s
- Distancia: 7 mm

- Tiempo: 5 s
- Fuerza: 5g-f

#### **3.6.4. Determinación de capacidad de retención de agua (CRA)**

Se determinó usando el método de compresión propuesto por Dzudie et al. (2005) y Méndez et al. (2015) con algunas modificaciones. Aproximadamente se colocó 0,6 g de la muestra entre dos papeles de filtro ubicados entre dos placas de plexigás que se sometió a una fuerza mecánica por medio de una prensa manual, sobre la cual se colocó a una fuerza perpendicular de 1 kg, durante 1 minuto. Debido a la fuerza ejercida sobre la muestra, los líquidos liberados se impregnaron en el papel, y se les consideró como el agua libre de la emulsión; la CRA se realizó por triplicado y se calculó mediante las Ecuaciones 1 y 2.

$$\% \text{ de agua libre} = ((I_w - F_w) / I_w) \times 100 \quad (1)$$

$$CRA = 100 - \% \text{ de agua libre} \quad (2)$$

Donde  $I_w$  es el peso inicial de la muestra y  $F_w$  es el peso final.

#### **3.6.5. Determinación del potencial de hidrógeno (pH)**

La determinación del pH se realizó según la metodología propuesta por Choi et al. (2009) usando un medidor de pH marca Oakton. Para lo cual se pesaron 5 gramos de muestra, se maceró y se mezcló con 20 mL de agua destilada en un vaso de precipitado, luego se introdujo el electrodo del potenciómetro (previamente calibrado) y se hizo la correspondiente lectura de pH para cada muestra.

#### **3.6.6. Evaluación sensorial de las emulsiones cárnicas**

Se realizó una prueba de aceptación sensorial con un panel no entrenado de 50 personas, con edades entre 18 y 50 años, de los cuales 10 fueron mujeres y 40 hombres, pertenecientes al cuerpo de bomberos, padres y estudiantes del club mantis de karete-do de la ciudad de Montería. Se evaluó el nivel de agrado generado por los atributos: olor, color, sabor y textura en los catadores, empleando una escala hedónica mixta estructurada de 9 puntos equivalente a los términos hedónicos 1: me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente (Ramírez 2012). La evaluación fue

realizada en un lugar con buena iluminación, ventilada, libre de olores extraños. Las muestras fueron presentadas en rebanadas de aproximadamente 1,5 cm de largo y 2,5 de diámetro en una bandeja blanca de icopor desechable, identificadas con códigos de tres dígitos aleatorios. A cada panelista se le proporcionó las 5 muestras a la misma vez, junto con una galleta de soda y un vaso con agua, para limpiar la boca entre muestras (Utrilla et al. 2014), y se les suministró un formato de encuesta con el fin de realizar la evaluación sensorial (ver Anexo B).

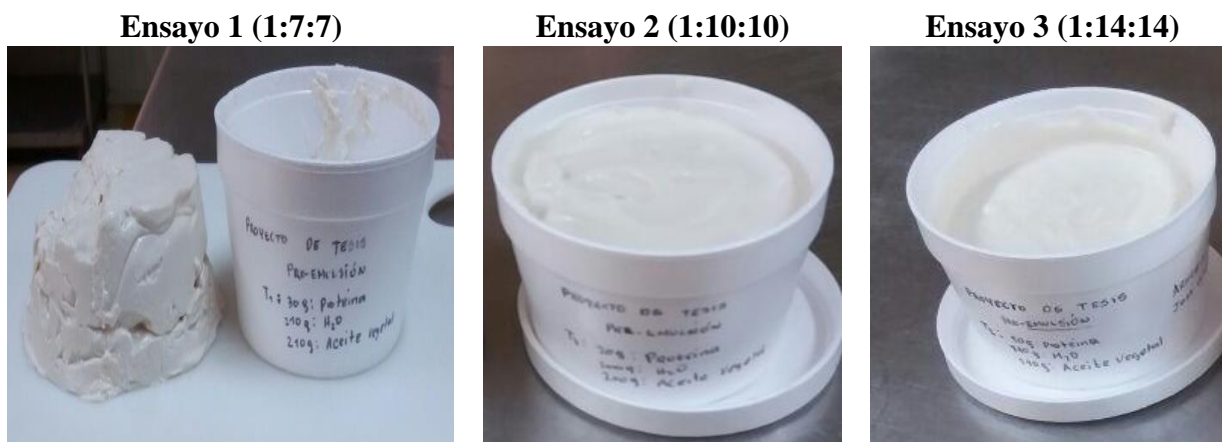
### **3.6.7. Diseño experimental y análisis estadístico**

En esta investigación se empleó una comparación de medias con un solo factor (Porcentaje de sustitución de grasa dorsal de cerdo por preemulsión de aislado de soja y aceite de palma) y un control (100% grasa de cerdo). Los porcentajes de sustitución de las emulsiones se evaluaron en cuatro niveles y la muestra control, valorando cada uno de estos con tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales. Para el análisis de datos se empleó un análisis de varianza (ANOVA), en los casos en los que se observaron diferencias estadísticamente significativas se utilizó el test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para la comparación de medias. Todos los análisis estadísticos se procesaron utilizando el software Statgraphics Centurion XVI versión 16.0.07.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SELECCIÓN DE LA PREEMULSIÓN DE AISLADO DE SOJA Y ACEITE DE PALMA A UTILIZAR.

La selección de la preemulsión se realizó de forma visual, teniendo en cuenta las consistencias en los tres ensayos realizados. El ensayo 1 que presenta una relación 1:7:7 de proteína de soja, agua y aceite de palma respectivamente, tiene una consistencia dura y similar a la grasa dorsal del cerdo. Los ensayos 2 y 3 presentan una consistencia blanda y semilíquida, por lo que se descartan para la realización de las salchichas (Figura 3).



**Figura 3.** Resultados de los ensayos de las preemulsiones

## 4.2. COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS SALCHICHAS

Los resultados mostrados en la Tabla 6 indican que de la humedad, grasa y proteína que se le realizaron a los tratamientos solo la grasa presenta diferencia estadísticamente significativa, ( $p < 0,05$ ) respecto el control.

**Tabla 6. Composición fisicoquímica de las salchichas (g/100g)\*.**

(**)	Control	T1	T2	T3	T4
Humedad	38,03 <sup>a</sup> ±1,56	37,96 <sup>a</sup> ±0,17	39,49 <sup>a</sup> ±0,25	38,24 <sup>a</sup> ±0,78	37,92 <sup>a</sup> ±0,90
Grasa	22,36 <sup>a</sup> ±4,65	17,90 <sup>ab</sup> ±2,24	12,70 <sup>abc</sup> ±6,91	7,61 <sup>bc</sup> ±0,21	5,71 <sup>c</sup> ±1,00
Proteína	11,72 <sup>a</sup> ±0,40	14,27 <sup>a</sup> ±0,83	14,55 <sup>a</sup> ±4,22	14,71 <sup>a</sup> ±2,55	14,94 <sup>a</sup> ±2,61

Los resultados obtenidos muestran que las proteínas y la humedad no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) con respecto a los tratamientos y la muestra control (Anexo C), mientras que el contenido de grasa disminuye a medida que se aumenta la cantidad de preemulsión de aislado de soja y aceite vegetal en las salchichas. Esto puede obedecer a que la preemulsión de aislado de soja y aceite vegetal aporta menos grasa, que la grasa dorsal de cerdo. El tratamiento T4, en donde se sustituyó el 100 % de la grasa dorsal de cerdo por la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma en la elaboración de las salchichas, presenta un 5,71% de grasa, no presentando diferencias significativas con respecto a los tratamientos T2 y T3. Además, el contenido de grasa se redujo un 74,46% en el tratamiento T4 respecto al contenido de grasa en el control. Resultados similares encontró Akesowan (2008), quien estudió el efecto de la proteína aislada de soja sobre las características de calidad de salchichas de cerdo light conteniendo geles de konjac. Así mismo, Chin et al. (2000), formularon salchichas bologna bajas en grasa conteniendo una mezcla de konjac y proteína aislada de soja como reemplazante de grasa. En ambos estudios, la incorporación de estos ingredientes como reemplazantes de grasa, arrojó resultados favorables sobre la calidad de los productos obtenidos, sin cambios drásticos en las características fisicoquímicas y la textura. Otro estudio similar fue el presentado por Beauvois (2016), quien sustituyó la grasa dorsal de cerdo por aceite de soja, encontrando una disminución del contenido de grasa y una mejor aceptación en las características organolépticas del producto.

### 4.3. COLOR Y TEXTURA INSTRUMENTAL

La Tabla 7 muestra las variaciones de las características color y textura de las salchichas calculadas por medios instrumentales.

**Tabla 7.** Color y textura instrumental de las Salchichas<sup>A</sup>.

	Control	T1	T2	T3	T4
L*	63,46 <sup>a</sup> ±0,83	65,36 <sup>b</sup> ±0,22	67,63 <sup>c</sup> ±0,54	67,26 <sup>c</sup> ±0,58	67,45 <sup>c</sup> ±0,22
a*	12,72 <sup>b</sup> ±0,19	12,35 <sup>sb</sup> ±0,14	12,15 <sup>ab</sup> ±0,15	12,41 <sup>ab</sup> ±0,15	11,75 <sup>a</sup> ±0,48
b*	13,66 <sup>a</sup> ±0,31	13,73 <sup>ab</sup> ±0,22	14,06 <sup>ab</sup> ±0,22	13,72 <sup>ab</sup> ±0,07	14,45 <sup>b</sup> ±0,41
Adhesividad (g.s)	-1,08 <sup>a</sup> ±0,62	-1,92 <sup>a</sup> ±0,95	-2,74 <sup>a</sup> ±0,94	-1,75 <sup>a</sup> ±0,79	-2,12 <sup>a</sup> ±0,66
Cohesividad	0,81 <sup>c</sup> ±0,01	0,81 <sup>c</sup> ±0,00	0,79 <sup>bc</sup> ±0,01	0,78 <sup>ab</sup> ±0,00	0,77 <sup>a</sup> ±0,01
Dureza (g)	3,64 <sup>c</sup> ±0,30	2,91 <sup>b</sup> ±0,22	2,71 <sup>b</sup> ±0,11	2,54 <sup>ab</sup> ±0,06	2,12 <sup>a</sup> ±0,09
Elasticidad	0,95 <sup>c</sup> ±0,00	0,94 <sup>b</sup> ±0,00	0,93 <sup>b</sup> ±0,00	0,92 <sup>a</sup> ±0,00	0,92 <sup>a</sup> ±0,00
Gomosidad (g)	2,94 <sup>c</sup> ±0,22	2,34 <sup>b</sup> ±0,19	2,15 <sup>b</sup> ±0,08	1,99 <sup>ab</sup> ±0,05	1,63 <sup>a</sup> ±0,07
Masticabilidad (g)	2,79 <sup>d</sup> ±0,21	2,19 <sup>c</sup> ±0,18	2,00 <sup>bc</sup> ±0,07	1,83 <sup>ab</sup> ±0,05	1,49 <sup>a</sup> ±0,07
Resistencia	0,53 <sup>d</sup> ±0,00	0,51 <sup>c</sup> ±0,01	0,50 <sup>c</sup> ±0,01	0,48 <sup>b</sup> ±0,00	0,46 <sup>a</sup> ±0,01

En cuanto al color, la sustitución total de la grasa dorsal de cerdo por la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma provocó un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) sobre la luminosidad ( $L^*$ ) de las salchichas, encontrando que en el tratamiento T2, T3 y T4 no presentaron diferencias significativas y los valores fueron mayores al arrojado por la muestra control (Anexo D). La coordenada  $a^*$  presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ), esto se debe principalmente a que la tendencia al rojo se ve disminuida a medida que se adiciona la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma en las salchichas, encontrándose el menor valor para  $a^*$  en el tratamiento T4. Por su parte, la coordenada  $b^*$  en el tratamiento T4 fue el único que presentó cambios respecto al control, mientras que en los tratamientos T1, T2, T3 no sufrió cambios significativos respecto al control ( $P < 0,05$ ). Esto se debe a que la grasa dorsal del cerdo fue sustituida en su totalidad por la preemulsión de aislado de soja y el aceite de palma, dispersando el color rojo característico de las salchichas y obteniéndose una tonalidad más rosada. Estudio similar presentó Rueda *et al.* (2007) quienes sustituyeron la grasa dorsal de cerdo por aceite vegetal en salchichas, incorporando aceite de aguacate y evaluando el efecto de la inhibición del oscurecimiento enzimático sobre el color, encontrado diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control.

En cuanto al análisis de textura, propiedades como cohesividad, dureza, masticabilidad, gomosidad, elasticidad y resistencia, todos los tratamientos presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) con respecto a la muestra control. El tratamiento T4 fue el que obtuvo los menores valores en los resultados de la cohesividad ( $0,77 \pm 0,01$ ), dureza ( $2,12 \pm 0,09$ ), masticabilidad ( $1,49 \pm 0,07$ ), gomosidad ( $1,63 \pm 0,07$ ), elasticidad ( $0,92 \pm 0,00$ ) y resistencia ( $0,46 \pm 0,01$ ), lo que indica que es una salchicha mucho más suave al paladar y mucho más jugosa, pudiendo ser deformada con mayor facilidad en la boca. Estudios similares presentó Serdaroglu (2006), quien especifica que el uso de sustitutos de la grasa de dorsal de cerdo dentro de los productos cárnicos contribuye a mejorar la textura, las propiedades sensoriales y minimizar las pérdidas por cocción.

#### 4.4. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) y pH.

Como se puede observar en la Tabla 8, la CRA y el pH no presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el control y los tratamientos utilizados (Anexo E), lo que indica que la capacidad de retención de agua y el pH no se ve afectado si se reemplaza la grasa dorsal de cerdo por la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma.

**Tabla 8.** Resultados de CRA y pH de las Salchichas.

Tratamientos	CRA	pH
Control	$118,51 \pm 6,68$	$6,10 \pm 0,03$
T1	$125,77 \pm 8,98$	$6,07 \pm 0,05$
T2	$129,95 \pm 7,30$	$6,09 \pm 0,02$
T3	$127,74 \pm 15,27$	$6,05 \pm 0,04$
T4	$133,88 \pm 10,04$	$6,08 \pm 0,02$

De igual manera, la Tabla 8 muestra que al reemplazar la grasa dorsal de cerdo de forma parcial o total por el aislado de soja y aceite de palma, la capacidad de retención de agua para el tratamiento T4 es de 133,88. Un estudio realizado por Pietrasik y Duda (2000), reportan el uso de un gel formulado con proteína de soja y carragenina en la elaboración de salchichas escaldadas. Los resultados obtenidos mostraron que el uso del gel afectó favorablemente la capacidad de retención de agua.



#### 4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL

Los resultados mostrados en la Tabla 9 evidencian que las salchichas tratadas con la preemulsión de aislado de soja y aceite de palma no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) en el color y olor respecto al control (Anexo F), encontrándose en una escala promedio de “Me gusta Levemente” a “Me gusta Moderadamente”.

**Tabla 9.** Análisis sensorial por atributos de las salchichas.

Tratamientos**	Atributos			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Control	6,88 <sup>a</sup> ±1,29	6,56 <sup>a</sup> ±1,46	6,56 <sup>a</sup> ±1,98	6,40 <sup>a</sup> ±1,66
T1	6,60 <sup>a</sup> ±1,32	6,42 <sup>a</sup> ±1,83	6,38 <sup>a</sup> ±2,22	6,86 <sup>ab</sup> ±1,58
T2	7,08 <sup>a</sup> ±1,29	6,30 <sup>a</sup> ±2,06	7,14 <sup>ab</sup> ±1,46	6,92 <sup>ab</sup> ±1,72
T3	6,56 <sup>a</sup> ±1,31	6,60 <sup>a</sup> ±1,59	6,42 <sup>a</sup> ±1,68	6,56 <sup>ab</sup> ±2,06
T4	6,48 <sup>a</sup> ±1,80	6,50 <sup>a</sup> ±2,06	7,64 <sup>b</sup> ±1,24	7,38 <sup>b</sup> ±1,47

Analizando los valores de los atributos de sabor y textura, se observó que el tratamiento T4 presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) respecto al control. Lo anterior pudo obedecer a que en este tratamiento se usó una mayor cantidad de preemulsión de aislado de soja y aceite de palma que pudo causar efectos positivos y por tanto generar cambios en las características sensoriales del sabor y la textura, asociado a la generación de un mejor sabor y una mejor textura al paladar, como sucedió con análisis instrumental de textura donde el tratamiento T4 presentaba una mayor jugosidad. Tanto para el análisis del sabor y la textura, se encontró una escala promedio para el tratamiento T4 de “Me gusta Moderadamente” a “Me gusta mucho”. Resultados parecidos encontró Serdaroglu (2006), quien indica que el uso de proteínas no cárnica contribuye a mejorar la textura y mejorar las características sensoriales. De igual manera, Rogers (2001), establece que este tipo de ingredientes ayudan a reducir algunas sensaciones indeseables en cuanto al sabor de los productos libres de grasa, mejoran la sensación bucal y redondean el sabor. Otro estudio similar realizó Banda (2010) quien sustituyó un 75% la grasa de cerdo por aceite vegetal y almidón de papa en la elaboración de salchichas Frankfurt, encontrando diferencias significativas en la aceptabilidad del sabor, por parte de los catadores.

## **5. CONCLUSIONES**

Al reemplazar totalmente (Tratamiento T4) la grasa dorsal del cerdo por una preemulsión de aislado de soja y aceite de palma se reduce en un 74,46% el contenido de grasa, lo que puede convertir a la soja y aceite de palma como un sustituto de la grasa de cerdo para obtener productos más saludables y bajos en grasas.

El tratamiento T4 presentó cambios en la luminosidad y en el parámetros a\* del análisis de color, obteniéndose una salchicha de color más claro y una tonalidad roja mucho más suave, debido al reemplazo total de la grasa dorsal de cerdo.

El uso de aislado de soja y aceite de palma como sustituto total de la grasa de cerdo (Tratamiento T4), mejoró las características de dureza, masticabilidad, cohesividad, gomosidad, elasticidad y resistencia, obteniendo una salchicha más suave al paladar y mucho más jugosa, pudiendo ser deformada con mayor facilidad en la boca.

Las salchichas que fueron elaboradas con el 100% de aislado de soja y aceite de palma, presentaron un mejor sabor y una mejor textura de acuerdo a la evaluación sensorial realizada, lo que ayuda a comprobar que las salchichas eran más suave al paladar y mucho más jugosa.

## BIBLIOGRAFÍA

**Akesowan, A. 2008.** Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *African Journal of Biotechnology* 7(24): 4586-4590.

**A.O.A.C. 2005.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Methods of Analytical Chemists. 18<sup>th</sup> Ed. Nielsen. Nueva York, USA.

**Anzaldúa, A. 1994.** La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España), p27-29.

**Banda, D. 2010.** El efecto de la sustitución de la grasa animal (cerdo) por grasa vegetal (*Danfats FRI -1333*) en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt. Tesis Ingeniero de Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. p 33-35.

**Beauvois, S. 2016.** Sustitución de la grasa dorsal de cerdo por aceite de soja en la elaboración de chorizo tipo antioqueño. Tesis Zootecnista, Universidad de la Salle, Bogotá. p 76.

**Bello, J. 2000.** Ciencia Bromatológica: Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid- España p195-198.

**Beltrán, N. 2011.** Elaboración de salchicha tipo Frankfurt con alto contenido de fibra. Tesis: Tecnología en Alimentos. Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cuenca-Ecuador

**Cervantes, M. 2007.** Catálogo de propiedades nutrimentales, nutracéuticas y medicinales del aguacate. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla p 7-9.

**Chen, L. y Linus, U. 2013.** Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods - A review. *Journal of Food Engineering* 119: 497-507.

**Chin, K., J. Keeton, R. Miller, M. Longnecker and J. Lamkey. 2000.** Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in low-fat bologna. *Journal of Food Science* 65(5): 756-763.

**Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Kim, H., Jeong, J. y Kim, C. 2009.** Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science* 89: 266-271.

**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.

**Dzudie, T., Scher, J., Tchiégang, C. y Hardy, J. 2005.** Effect of fat sources on the physico-chemical nutritional and textural properties of beef sausages. *Journal of Food Technology* 3(2): 220-225.

**Estupiñan, J. y Guayana, J. 2009.** Análisis de los aspectos cualitativos que afectan la cadena de abastecimiento agroindustrial de la palma de aceite. Tesis Ingeniero Industrial, Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá. p 17-18.

**FAO. 2015.** Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm> (Accedido el 14 de Octubre de 2017).

**Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA). 2015.** Disponible en internet: <http://web.fedepalma.org/search/node/ACEITE%20DE%20PALMA?page=4>. (Accedido el día 01 de Septiembre de 2017).

**Kayaardi, S. y Gok, V. 2004.** Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Sci.*, 66(1): 249-257.

**Korifi, R., Le Dréau, Y., Antinelli, J., Valls, R. y Dupuy, N. 2013.** CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup> color space predictive models for colorimetry devices—Analysis of perfume quality. *Talanta* 104: 58–66.

**Lara, N. y Lescano, G. 2004.** Textura de Alimentos. Medida instrumental y aplicaciones. Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA). Quito, Ecuador p2-3.

**Lurueña, M., Vivar, A. y Revilla, I. 2004.** Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters *Meat Science* 68: 383-389.

**Méndez, G., García, J., Santellano, E., Chávez, A. Durán, L., Silva, R. y Quintero A. 2015.** Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology* 35(1): 25-31.

**Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015.** Healthy diet. Fact sheet N° 394, (en línea). <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/en/>. Acceso: 20 Octubre (2015).

**Pietrasik, Z. y Z. Duda. 2000.** Effect of fat content soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat science* 56(2): 181-188.

**Ramírez, J. 2012.** Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Reciteia* 12(1): 83-102.

**Restrepo, D., Arango, C., Amezquita, A. y Restrepo, R. 2001.** Industria de carnes. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín p43-48.

**Rivera I. 2012.** Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. *Nacameh* 6(1): 1-14.

**Rocha, A. 2011.** Evaluando proteínas no cárnicas para mejorar textura y retención de humedad. Disponible en: <http://www.agromeat.com/42840/evaluando-proteinas-no-carnicas-para-mejorar-textura-y-retencion-de-humedad>. Accedido el 01 de Septiembre de 2016.

**Rodríguez, J., Dorcuende, D. y Estévez, M. 2012.** Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science* 90: 106-115.

**Rogers, R. 2001.** Chapter 18: Manufacturing of reduced-fat, low-fat and fat-free emulsion sausage. pp. 443-461. In: Hui, Y., W. Nip, R. Rogers and O. Young. (eds.). *Meat science and applications*. Marcel Dekker, New York. 710 p.

**Rueda-Lugo, U., González-Tenorio, R. y Totosaus, A. 2007.** Cambios de color en salchichas de cerdo utilizando grasa vegetal (pasta de aguacate) como sustituto de grasa animal. *Memorias del VIII congreso nacional de ciencia de los alimentos y IV foro de ciencia y tecnología de alimentos*.

**Sánchez, I. y Albarracín, W. 2010.** Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 23(2): 227-239.

**Serdaroğlu, M. 2006.** Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Journal Meat Science*, 72(1): 155-163.

**Thebaudin, J., Lefebvre, A., Harrington, M. y Bourgeois, C. 1997.** Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology* 8: 41- 48.

**Torricella, R., Zamora, E. y Pulido, H. 2007.** Evaluación sensorial: Aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. 2a edición. Editorial Universitaria. La Habana, p131.

**Totosaus, A. 2007.** Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *Nacameh* 1(1): 53-56.

**Utrilla, M, García, A. y Soriano, A. 2014.** Effect of partial reduction of pork meat on the physicochemical and sensory quality of dry ripened sausages: Development of a healthy venison salchichon. *Meat Science* 4(98): 785–790.

**Valencia, R. 2010.** Respuesta diferencial de variedades de soya a la asociación simbiótica con cepas de *bradyrhizobium japonicum*, en oxisoles de la Orinoquía

colombiana. Tesis Doctor en Ciencias Agroalimentarias, Universidad Nacional, Bogotá.  
p 21-23.

**Venegas, O. y Pérez, D. 2006.** Pastas finas cárnicas, (en línea)  
[http://www.ecured.cu/index.php/Emulsi%C3%B3n\\_c%C3%A1rnica](http://www.ecured.cu/index.php/Emulsi%C3%B3n_c%C3%A1rnica). Acceso: 05 de  
Octubre (2015).

**Vural, H., Javidipour, I. y Ozbas, O. 2004.** Effects of interesterified vegetable oils and  
sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science* 67: 65–72.

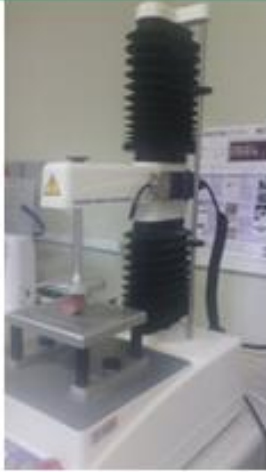
**Warner, R. 2014.** Measurement of meat quality, measurements of water-holding  
capacity and color: objective and subjective. *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second  
Edition), p164-171.

# ANEXOS



## Anexo A. Ilustraciones de los ensayos realizados a las salchichas

Medida del perfil de textura



Medida de color



Medida de pH



Medida de la Capacidad de retención de agua



Prueba de aceptación sensorial



## Anexo B. Formato para la prueba de aceptación de las salchichas.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_ / \_ / \_\_\_\_\_

### Instrucciones:

1. Frente a usted se presentan cinco muestras de salchichas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha.
2. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.
3. Entre cada muestra enjuagar su paladar mediante el consumo de galleta de soda y agua que se le proporciona.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
231				
789				
323				
910				
681				

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo C.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis bromatológico de las salchichas.

### **ANOVA Simple - % HUMEDAD por TRATAMIENTO**

#### **Resumen Estadístico para % HUMEDAD**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	37,9633	0,176163	0,464034%	37,76	38,07	0,31
T2	3	39,4967	0,249466	0,631613%	39,31	39,78	0,47
T3	3	38,2433	0,78239	2,04582%	37,65	39,13	1,48
T4	3	37,9167	0,903899	2,38391%	37,37	38,96	1,59
Control	3	38,0333	1,56193	4,10675%	36,23	38,96	2,73
Total	15	38,3307	0,971372	2,53419%	36,23	39,78	3,55

#### **Tabla ANOVA para % HUMEDAD por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,28576	4	1,32144	1,67	0,2331
Intra grupos	7,92413	10	0,792413		
Total (Corr.)	13,2099	14			

#### **Pruebas de Múltiple Rangos para % HUMEDAD por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	37,9167	X
T1	3	37,9633	X
Control	3	38,0333	X
T3	3	38,2433	X
T2	3	39,4967	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-1,53333	2,39225
T1 - T3		-0,28	2,39225
T1 - T4		0,0466667	2,39225
T1 - Control		-0,07	2,39225
T2 - T3		1,25333	2,39225
T2 - T4		1,58	2,39225
T2 - Control		1,46333	2,39225
T3 - T4		0,326667	2,39225
T3 - Control		0,21	2,39225
T4 - Control		-0,116667	2,39225

\* indica una diferencia significativa.

### **ANOVA Simple - GRASA por TRATAMIENTO**

#### **Resumen Estadístico para GRASA**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	17,9	2,24395	12,536%	15,31	19,26	3,95
T2	3	12,7	6,91349	54,437%	7,08	20,42	13,34
T3	3	7,61	0,21166	2,78134%	7,37	7,77	0,4
T4	3	5,71333	1,00828	17,6479%	5,02	6,87	1,85
Control	3	22,3667	4,65571	20,8154%	18,29	27,44	9,15
Total	15	13,258	7,23131	54,543%	5,02	27,44	22,42

**Tabla ANOVA para GRASA por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	580,948	4	145,237	9,61	0,0019
Intra grupos	151,138	10	15,1138		
Total (Corr.)	732,085	14			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	5,71333	X
T3	3	7,61	XX
T2	3	12,7	XXX
T1	3	17,9	XX
Control	3	22,3667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		5,2	10,4476
T1 - T3		10,29	10,4476
T1 - T4	*	12,1867	10,4476
T1 - Control		-4,46667	10,4476
T2 - T3		5,09	10,4476
T2 - T4		6,98667	10,4476
T2 - Control		-9,66667	10,4476
T3 - T4		1,89667	10,4476
T3 - Control	*	-14,7567	10,4476
T4 - Control	*	-16,6533	10,4476

\* indica una diferencia significativa.

**ANOVA Simple - PROTEINAS por TRATAMIENTO****Resumen Estadístico para PROTEINAS**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	14,2733	0,834286	5,84507%	13,52	15,17	1,65
T2	3	14,5533	4,22604	29,0383%	11,81	19,42	7,61
T3	3	14,71	2,54973	17,3333%	12,82	17,61	4,79
T4	3	14,9433	2,6098	17,4646%	11,93	16,48	4,55
Control	3	11,7167	0,400791	3,42069%	11,38	12,16	0,78
Total	15	14,0393	2,46401	17,5507%	11,38	19,42	8,04

**Tabla ANOVA para PROTEINAS por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20,9422	4	5,23556	0,82	0,5425
Intra grupos	64,0565	10	6,40565		
Total (Corr.)	84,9987	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para PROTEINAS por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	11,7167	X
T1	3	14,2733	X
T2	3	14,5533	X
T3	3	14,71	X
T4	3	14,9433	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0,28	6,80162
T1 - T3		-0,436667	6,80162
T1 - T4		-0,67	6,80162
T1 - Control		2,55667	6,80162
T2 - T3		-0,156667	6,80162
T2 - T4		-0,39	6,80162
T2 - Control		2,83667	6,80162
T3 - T4		-0,233333	6,80162
T3 - Control		2,99333	6,80162
T4 - Control		3,22667	6,80162

\* indica una diferencia significativa.

**Anexo D.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el color y textura instrumental de las salchichas

• **PARÁMETROS DE COLOR**

**ANOVA Simple - L por TRATAMIENTO**

**Resumen Estadístico para L**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	65,36	0,228692	0,349896%	65,1	65,53	0,43
T2	3	67,63	0,545619	0,806771%	67,1	68,19	1,09
T3	3	67,2633	0,578389	0,859887%	66,75	67,89	1,14
T4	3	67,4467	0,215484	0,319488%	67,24	67,67	0,43
Control	3	63,4667	0,832666	1,31197%	62,8	64,4	1,6
Total	15	66,2333	1,72277	2,60107%	62,8	68,19	5,39

**Tabla ANOVA para L por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	38,7027	4	9,67568	<b>33,97</b>	<b>0,0000</b>
Intra grupos	2,8486	10	0,28486		
Total (Corr.)	41,5513	14			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	63,4667	X
T1	3	65,36	X
T3	3	67,2633	X
T4	3	67,4467	X
T2	3	67,63	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	<b>-2,27</b>	1,43432
T1 - T3	*	<b>-1,90333</b>	1,43432
T1 - T4	*	<b>-2,08667</b>	1,43432
T1 - Control	*	<b>1,89333</b>	1,43432
T2 - T3		0,366667	1,43432
T2 - T4		0,183333	1,43432
T2 - Control	*	<b>4,16333</b>	1,43432
T3 - T4		-0,183333	1,43432
T3 - Control	*	<b>3,79667</b>	1,43432
T4 - Control	*	<b>3,98</b>	1,43432

\* indica una diferencia significativa.

**ANOVA Simple - a\* por TRATAMIENTO**

**Resumen Estadístico para a\***

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	12,35	0,135277	1,09536%	12,22	12,49	0,27
T2	3	12,15	0,15	1,23457%	12,0	12,3	0,3
T3	3	12,41	0,150444	1,21195%	12,27	12,57	0,3
T4	3	11,75	0,485077	4,12832%	11,26	12,23	0,97
Control	3	12,72	0,195533	1,53641%	12,54	12,93	0,39
Total	15	12,27	0,39945	3,25338%	11,26	12,93	1,67

**Tabla ANOVA para a\* por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,55991	4	0,389977	5,79	0,0112
Intra grupos	0,673933	10	0,0673933		
Total (Corr.)	2,23384	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para a\* por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	11,75	X
T2	3	12,15	XX
T1	3	12,35	XX
T3	3	12,4133	XX
Control	3	12,7267	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,2	0,697653
T1 - T3		-0,0633333	0,697653
T1 - T4		0,6	0,697653
T1 - Control		-0,376667	0,697653
T2 - T3		-0,263333	0,697653
T2 - T4		0,4	0,697653
T2 - Control		-0,576667	0,697653
T3 - T4		0,663333	0,697653
T3 - Control		-0,313333	0,697653
T4 - Control	*	-0,976667	0,697653

\* indica una diferencia significativa.

**ANOVA Simple - b\* por TRATAMIENTO**

**Resumen Estadístico para b\***

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	13,73	0,225019	1,63848%	13,51	13,96	0,45
T2	3	14,06	0,225019	1,59966%	13,84	14,29	0,45
T3	3	13,72	0,0737111	0,536992%	13,67	13,81	0,14
T4	3	14,45	0,410041	2,83634%	14,05	14,87	0,82
Control	3	13,66	0,315647	2,30962%	13,34	13,97	0,63
Total	15	13,93	0,385931	2,7705%	13,34	14,87	1,53

**Tabla ANOVA para b\* por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,33627	4	0,334067	4,46	0,0251
Intra grupos	0,748933	10	0,0748933		
Total (Corr.)	2,0852	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para b\* por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	13,6667	X
T3	3	13,7267	XX
T1	3	13,7333	XX
T2	3	14,0667	XX
T4	3	14,4567	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-0,333333	0,735449
T1 - T3		0,00666667	0,735449
T1 - T4		-0,723333	0,735449
T1 - Control		0,0666667	0,735449
T2 - T3		0,34	0,735449
T2 - T4		-0,39	0,735449
T2 - Control		0,4	0,735449
T3 - T4		-0,73	0,735449
T3 - Control		0,06	0,735449
T4 - Control	*	0,79	0,735449

\* indica una diferencia significativa.

● **PARÁMETROS DE TEXTURA**  
**ANOVA Simple - Dureza por TRATAMIENTO**

**Resumen Estadístico para Dureza**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	2908,76	219,922	7,56069%	2690,24	3130,05	439,818
T2	3	2714,99	115,444	4,25208%	2623,17	2844,59	221,423
T3	3	2539,36	58,2807	2,29509%	2475,63	2589,93	114,307
T4	3	2118,9	92,5726	4,3689%	2059,8	2225,59	165,784
Control	3	3644,41	301,993	8,28646%	3374,87	3970,78	595,912
Total	15	2785,28	542,363	19,4725%	2059,8	3970,78	1910,98

**Tabla ANOVA para Dureza por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,78849E6	4	947123,	28,73	0,0000
Intra grupos	329718,	10	32971,8		
Total (Corr.)	4,11821E6	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para Dureza por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	2118,9	X
T3	3	2539,36	XX
T2	3	2714,99	X
T1	3	2908,76	X
Control	3	3644,41	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		193,767	487,98
T1 - T3		369,392	487,98
T1 - T4	*	789,856	487,98
T1 - Control	*	-735,655	487,98
T2 - T3		175,625	487,98
T2 - T4	*	596,089	487,98
T2 - Control	*	-929,422	487,98
T3 - T4		420,464	487,98
T3 - Control	*	-1105,05	487,98
T4 - Control	*	-1525,51	487,98

\* indica una diferencia significativa.



## ANOVA Simple - Gomosidad por TRATAMIENTO

### Resumen Estadístico para Gomosidad

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	2343,88	188,343	8,03556%	2158,88	2535,4	376,517
T2	3	2154,64	75,9768	3,5262%	2082,12	2233,65	151,537
T3	3	1989,05	48,3602	2,43132%	1933,94	2024,41	90,47
T4	3	1628,55	69,4678	4,26562%	1581,98	1708,4	126,415
Control	3	2941,05	223,916	7,61347%	2743,79	3184,44	440,649
Total	15	2211,43	464,762	21,0163%	1581,98	3184,44	1602,46

### Tabla ANOVA para Gomosidad por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,82696E6	4	706739,	<b>35,86</b>	<b>0,0000</b>
Intra grupos	197097,	10	19709,7		
Total (Corr.)	3,02405E6	14			

### Pruebas de Múltiple Rangos para Gomosidad por TRATAMIENTO

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	1628,55	X
T3	3	1989,05	XX
T2	3	2154,64	X
T1	3	2343,88	X
Control	3	2941,05	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		189,236	377,287
T1 - T3		354,823	377,287
T1 - T4	*	<b>715,326</b>	377,287
T1 - Control	*	<b>-597,178</b>	377,287
T2 - T3		165,586	377,287
T2 - T4	*	<b>526,089</b>	377,287
T2 - Control	*	<b>-786,415</b>	377,287
T3 - T4		360,503	377,287
T3 - Control	*	<b>-952,001</b>	377,287
T4 - Control	*	<b>-1312,5</b>	377,287

\* indica una diferencia significativa.

## ANOVA Simple - Masticabilidad por TRATAMIENTO

### Resumen Estadístico para Masticabilidad

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	2191,27	184,895	8,43779%	2005,06	2374,82	369,761
T2	3	2004,39	73,7288	3,67837%	1932,73	2080,03	147,296
T3	3	1828,37	49,4571	2,70498%	1771,27	1857,13	85,865
T4	3	1492,69	65,6432	4,39764%	1448,13	1568,07	119,945
Control	3	2788,57	208,843	7,48927%	2594,45	3009,54	415,089
Total	15	2061,06	459,802	22,309%	1448,13	3009,54	1561,41

### Tabla ANOVA para Masticabilidad por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,77987E6	4	694966,	<b>38,61</b>	<b>0,0000</b>
Intra grupos	179985,	10	17998,5		
Total (Corr.)	2,95985E6	14			

### Pruebas de Múltiple Rangos para Masticabilidad por TRATAMIENTO

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	1492,69	X
T3	3	1828,37	XX
T2	3	2004,39	XX
T1	3	2191,27	X
Control	3	2788,57	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		186,884	360,537
T1 - T3	*	362,897	360,537
T1 - T4	*	698,58	360,537
T1 - Control	*	-597,298	360,537
T2 - T3		176,013	360,537
T2 - T4	*	511,696	360,537
T2 - Control	*	-784,182	360,537
T3 - T4		335,683	360,537
T3 - Control	*	-960,195	360,537
T4 - Control	*	-1295,88	360,537

\* indica una diferencia significativa.

### ANOVA Simple - Adhesividad por TRATAMIENTO

#### Resumen Estadístico para Adesividad

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	-1,92267	0,957226	-49,7864%	-2,84	-0,93	1,91
T2	3	-2,74133	0,938702	-34,2426%	-3,823	-2,14	1,683
T3	3	-1,748	0,794395	-45,4459%	-2,626	-1,079	1,547
T4	3	-2,12267	0,663331	-31,2499%	-2,821	-1,501	1,32
Control	3	-1,07567	0,622995	-57,9171%	-1,654	-0,416	1,238
Total	15	-1,92207	0,881868	-45,8812%	-3,823	-0,416	3,407

#### Tabla ANOVA para Adesividad por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,37439	4	1,0936	1,68	0,2305
Intra grupos	6,51327	10	0,651327		
Total (Corr.)	10,8877	14			

### Pruebas de Múltiple Rangos para Adhesividad por TRATAMIENTO

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	3	-2,74133	X
T4	3	-2,12267	X
T1	3	-1,92267	X
T3	3	-1,748	X
Control	3	-1,07567	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,818667	2,16886
T1 - T3		-0,174667	2,16886
T1 - T4		0,2	2,16886
T1 - Control		-0,847	2,16886
T2 - T3		-0,993333	2,16886

T2 - T4		-0,618667	2,16886
T2 - Control		-1,66567	2,16886
T3 - T4		0,374667	2,16886
T3 - Control		-0,672333	2,16886
T4 - Control		-1,047	2,16886

\* indica una diferencia significativa.

### **ANOVA Simple - Elasticidad por TRATAMIENTO**

#### **Resumen Estadístico para Elasticidad**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	0,935	0,0052915	0,565936%	0,929	0,939	0,01
T2	3	0,93	0,00173205	0,186242%	0,928	0,931	0,003
T3	3	0,919	0,0043589	0,474309%	0,916	0,924	0,008
T4	3	0,916333	0,00152753	0,1667%	0,915	0,918	0,003
Control	3	0,948333	0,00493288	0,520163%	0,945	0,954	0,009
Total	15	0,929733	0,0124181	1,33566%	0,915	0,954	0,039

#### **Tabla ANOVA para Elasticidad por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0020056	4	0,0005014	32,70	0,0000
Intra grupos	0,000153333	10	0,0000153333		
Total (Corr.)	0,00215893	14			

#### **Pruebas de Múltiple Rangos para Elasticidad por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	0,916333	X
T3	3	0,919	X
T2	3	0,93	X
T1	3	0,935	X
Control	3	0,948333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,005	0,0105232
T1 - T3	*	0,016	0,0105232
T1 - T4	*	0,0186667	0,0105232
T1 - Control	*	-0,0133333	0,0105232
T2 - T3	*	0,011	0,0105232
T2 - T4	*	0,0136667	0,0105232
T2 - Control	*	-0,0183333	0,0105232
T3 - T4		0,00266667	0,0105232
T3 - Control	*	-0,0293333	0,0105232
T4 - Control	*	-0,032	0,0105232

\* indica una diferencia significativa

### **ANOVA Simple - Resistencia por TRATAMIENTO**

#### **Resumen Estadístico para Resistencia**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	0,508667	0,00802081	1,57683%	0,501	0,517	0,016
T2	3	0,503333	0,00737111	1,46446%	0,495	0,509	0,014
T3	3	0,485333	0,00404145	0,832717%	0,483	0,49	0,007
T4	3	0,465333	0,00550757	1,18358%	0,459	0,469	0,01
Control	3	0,529667	0,00251661	0,475131%	0,527	0,532	0,005
Total	15	0,498467	0,0230802	4,63024%	0,459	0,532	0,073

**Tabla ANOVA para Resistencia por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0071144	4	0,0017786	51,80	0,0000
Intra grupos	0,000343333	10	0,0000343333		
Total (Corr.)	0,00745773	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para Resistencia por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	0,465333	X
T3	3	0,485333	X
T2	3	0,503333	X
T1	3	0,508667	X
Control	3	0,529667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,00533333	0,0157467
T1 - T3	*	0,0233333	0,0157467
T1 - T4	*	0,0433333	0,0157467
T1 - Control	*	-0,021	0,0157467
T2 - T3	*	0,018	0,0157467
T2 - T4	*	0,038	0,0157467
T2 - Control	*	-0,0263333	0,0157467
T3 - T4	*	0,02	0,0157467
T3 - Control	*	-0,0443333	0,0157467
T4 - Control	*	-0,0643333	0,0157467

\* indica una diferencia significativa.

**ANOVA Simple - Cohesión por TRATAMIENTO****Resumen Estadístico para Cohesión**

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	0,805333	0,00416333	0,51697%	0,802	0,81	0,008
T2	3	0,793667	0,0085049	1,0716%	0,785	0,802	0,017
T3	3	0,783333	0,00321455	0,410368%	0,781	0,787	0,006
T4	3	0,768667	0,00503322	0,654799%	0,764	0,774	0,01
Control	3	0,807333	0,00550757	0,682193%	0,802	0,813	0,011
Total	15	0,791667	0,015619	1,97292%	0,764	0,813	0,049

**Tabla ANOVA para Cohesión por TRATAMIENTO**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,003104	4	0,000776	24,93	0,0000
Intra grupos	0,000311333	10	0,0000311333		
Total (Corr.)	0,00341533	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para Cohesión por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	0,768667	X
T3	3	0,783333	XX
T2	3	0,793667	XX
T1	3	0,805333	X
Control	3	0,807333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		0,0116667	0,0149949
T1 - T3	*	0,022	0,0149949
T1 - T4	*	0,0366667	0,0149949
T1 - Control		-0,002	0,0149949
T2 - T3		0,0103333	0,0149949
T2 - T4	*	0,025	0,0149949
T2 - Control		-0,0136667	0,0149949
T3 - T4		0,0146667	0,0149949
T3 - Control	*	-0,024	0,0149949
T4 - Control	*	-0,0386667	0,0149949

\* indica una diferencia significativa

**Anexo E.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para CRA y pH de las salchichas.

- LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)**

**ANOVA Simple - CRA por Tratamiento**

**Resumen Estadístico para CRA**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	125,771	8,98699	7,14553%	116,4	134,318	17,9173
T2	3	129,954	7,30167	5,61868%	122,072	136,487	14,4155
T3	3	127,74	15,2691	11,9533%	116,974	145,215	28,2407
T4	3	133,877	10,0379	7,49782%	124,392	144,389	19,9968
Control	3	118,506	6,68481	5,64091%	111,636	124,989	13,3528
Total	15	127,169	10,0555	7,90717%	111,636	145,215	33,5784

**Tabla ANOVA para CRA por Tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	390,239	4	97,5597	<b>0,95</b>	<b>0,4742</b>
Intra grupos	1025,34	10	102,534		
Total (Corr.)	1415,58	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para CRA por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	118,506	X
T1	3	125,771	X
T3	3	127,74	X
T2	3	129,954	X
T4	3	133,877	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-4,18274	27,2123
T1 - T3		-1,96873	27,2123
T1 - T4		-8,10624	27,2123
T1 - Control		7,2648	27,2123
T2 - T3		2,21401	27,2123
T2 - T4		-3,9235	27,2123
T2 - Control		11,4475	27,2123
T3 - T4		-6,13751	27,2123
T3 - Control		9,23353	27,2123
T4 - Control		15,371	27,2123

\* indica una diferencia significativa.

- EL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

**ANOVA Simple - pH por Tratamiento**

**Resumen Estadístico para pH**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	3	6,07333	0,0493288	0,81222%	6,04	6,13	0,09
T2	3	6,09333	0,023094	0,379005%	6,08	6,12	0,04
T3	3	6,05	0,043589	0,720479%	6,0	6,08	0,08
T4	3	6,08667	0,0152753	0,250963%	6,07	6,1	0,03
Control	3	6,10667	0,0251661	0,412109%	6,08	6,13	0,05
Total	15	6,082	0,0348876	0,57362%	6,0	6,13	0,13

**Tabla ANOVA para pH por Tratamiento**

<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	0,00557333	4	0,00139333	1,22	0,3636
Intra grupos	0,0114667	10	0,00114667		
Total (Corr.)	0,01704	14			

**Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	3	6,05	X
T1	3	6,07333	X
T4	3	6,08667	X
T2	3	6,09333	X
Control	3	6,10667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0,02	0,0910017
T1 - T3		0,0233333	0,0910017
T1 - T4		-0,0133333	0,0910017
T1 - Control		-0,0333333	0,0910017
T2 - T3		0,0433333	0,0910017
T2 - T4		0,00666667	0,0910017
T2 - Control		-0,0133333	0,0910017
T3 - T4		-0,0366667	0,0910017
T3 - Control		-0,0566667	0,0910017
T4 - Control		-0,02	0,0910017

\* indica una diferencia significativa.

**Anexo F.** Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis sensorial de las salchichas.

### **ANOVA Simple - Olor por Tratamiento**

#### **Resumen Estadístico para Olor**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	50	6,42	1,83047	28,512%	2,0	9,0	7,0
T2	50	6,3	2,06279	32,7427%	1,0	9,0	8,0
T3	50	6,6	1,59079	24,1029%	3,0	9,0	6,0
T4	50	6,5	2,06279	31,7352%	1,0	9,0	8,0
Control	50	6,56	1,4591	22,2424%	1,0	9,0	8,0
Total	250	6,476	1,80623	27,8912%	1,0	9,0	8,0

#### **Tabla ANOVA para Olor por Tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,856	4	0,714	0,22	0,9293
Intra grupos	809,5	245	3,30408		
Total (Corr.)	812,356	249			

#### **Pruebas de Múltiple Rangos para Olor por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	50	6,3	X
T1	50	6,42	X
T4	50	6,5	X
Control	50	6,56	X
T3	50	6,6	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,12	0,999053
T1 - T3		-0,18	0,999053
T1 - T4		-0,08	0,999053
T1 - Control		-0,14	0,999053
T2 - T3		-0,3	0,999053
T2 - T4		-0,2	0,999053
T2 - Control		-0,26	0,999053
T3 - T4		0,1	0,999053
T3 - Control		0,04	0,999053
T4 - Control		-0,06	0,999053

\* indica una diferencia significativa.

### **ANOVA Simple - Color por Tratamiento**

#### **Resumen Estadístico para Color**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	50	6,6	1,3248	20,0728%	4,0	9,0	5,0
T2	50	7,08	1,2911	18,2359%	4,0	9,0	5,0
T3	50	6,56	1,3118	19,9969%	4,0	9,0	5,0
T4	50	6,48	1,79841	27,7533%	1,0	9,0	8,0
Control	50	6,88	1,28793	18,72%	4,0	9,0	5,0
Total	250	6,72	1,42327	21,1796%	1,0	9,0	8,0



**Tabla ANOVA para Color por Tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12,64	4	3,16	1,57	0,1817
Intra grupos	491,76	245	2,00718		
Total (Corr.)	504,4	249			

**Pruebas de Múltiple Rangos para Color por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	50	6,48	X
T3	50	6,56	X
T1	50	6,6	X
Control	50	6,88	X
T2	50	7,08	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-0,48	0,778676
T1 - T3		0,04	0,778676
T1 - T4		0,12	0,778676
T1 - Control		-0,28	0,778676
T2 - T3		0,52	0,778676
T2 - T4		0,6	0,778676
T2 - Control		0,2	0,778676
T3 - T4		0,08	0,778676
T3 - Control		-0,32	0,778676
T4 - Control		-0,4	0,778676

\* indica una diferencia significativa.

**ANOVA Simple - Sabor por Tratamiento****Resumen Estadístico para Sabor**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	50	6,38	2,22133	34,817%	2,0	9,0	7,0
T2	50	7,14	1,457	20,4062%	4,0	9,0	5,0
T3	50	6,42	1,67929	26,1571%	3,0	9,0	6,0
T4	50	7,64	1,24146	16,2495%	5,0	9,0	4,0
Control	50	6,56	1,98114	30,2002%	1,0	9,0	8,0
Total	250	6,828	1,8054	26,4411%	1,0	9,0	8,0

**Tabla ANOVA para Sabor por Tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	59,784	4	14,946	4,87	0,0009
Intra grupos	751,82	245	3,06865		
Total (Corr.)	811,604	249			

**Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	50	6,38	X
T3	50	6,42	X
Control	50	6,56	X
T2	50	7,14	XX
T4	50	7,64	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-0,76	0,962802
T1 - T3		-0,04	0,962802
T1 - T4	*	-1,26	0,962802
T1 - Control		-0,18	0,962802
T2 - T3		0,72	0,962802
T2 - T4		-0,5	0,962802
T2 - Control		0,58	0,962802
T3 - T4	*	-1,22	0,962802
T3 - Control		-0,14	0,962802
T4 - Control	*	1,08	0,962802

\* indica una diferencia significativa.

## **ANOVA Simple - Textura por Tratamiento**

### **Resumen Estadístico para Textura**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
T1	50	6,86	1,57804	23,0035%	4,0	9,0	5,0
T2	50	6,92	1,72426	24,917%	3,0	9,0	6,0
T3	50	6,56	2,0619	31,4314%	1,0	9,0	8,0
T4	50	7,38	1,46928	19,9089%	4,0	9,0	5,0
Control	50	6,4	1,66599	26,031%	2,0	9,0	7,0
Total	250	6,824	1,73119	25,3691%	1,0	9,0	8,0

### **Tabla ANOVA para Textura por Tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	28,456	4	7,114	2,43	0,0485
Intra grupos	717,8	245	2,9298		
Total (Corr.)	746,256	249			

### **Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	50	6,4	X
T3	50	6,56	XX
T1	50	6,86	XX
T2	50	6,92	XX
T4	50	7,38	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-0,06	0,940766
T1 - T3		0,3	0,940766
T1 - T4		-0,52	0,940766
T1 - Control		0,46	0,940766
T2 - T3		0,36	0,940766
T2 - T4		-0,46	0,940766
T2 - Control		0,52	0,940766
T3 - T4		-0,82	0,940766
T3 - Control		0,16	0,940766
T4 - Control	*	0,98	0,940766

\* indica una diferencia significativa.