

**ELABORACIÓN DE SALCHICHAS ARTESANALES UTILIZANDO HARINA DE  
TRUPILLO (*Prosopis juliflora*) COMO EXTENSOR PROTEICO.**

**ANDREA CAROLINA FRANCO SARMIENTO**

**WILSON JAVIER RUZ ECHAVARRÍA**



**UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA**  
1970  
VISILADA MINEDUCACIÓN

**CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**BARRANQUILLA**

**2020**

**Elaboración de salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*)  
como extensor proteico.**

**Andrea Carolina Franco Sarmiento**

**Wilson Javier Ruz Echavarría**

**Trabajo de grado para optar por el título de**

**Ingeniero Agroindustrial**

**Asesora**

**M. Sc. Ana Carolina Torregroza Espinosa**

**Co-asesora**

**M. Sc. Eliana Andrea Martínez Mera**

**Corporación Universidad de la Costa, CUC**

**Facultad de Ingeniería**

**Programa de Ingeniería Agroindustrial**

**Barranquilla**

**2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Barranquilla, marzo de 2020**

### **Agradecimientos**

A Dios, por permitirnos alcanzar nuestras metas.

A nuestras familias, por su amor, apoyo incondicional y los sacrificios de todos estos años.

A nuestros docentes, por ser guía a lo largo de este proyecto y de nuestra formación, y por impulsarnos a ser cada día mejores.

Al laboratorio de Bioprocesos de la Universidad de la Costa (CUC) por la disposición para la realización de los análisis de laboratorio. Al semillero de investigación AGROINCUC por la formación en investigación.

### Resumen

El alto contenido proteico, ha convertido a las leguminosas en una materia prima de interés en la formulación de diferentes productos agroindustriales. La presente investigación determinó la viabilidad técnica y económica de la elaboración de salchichas a nivel artesanal empleando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico. El desarrollo experimental constó de tres fases, *i*) obtención y caracterización bromatológica y funcional de harinas de hoja y semillas de trupillo, *ii*) búsqueda y estandarización de las formulaciones para salchichas artesanales empleando harina de trupillo como fuente de proteína, y *iii*) caracterización bromatológica, evaluación sensorial y estimación de costos de las salchichas elaboradas. Las harinas obtenidas conservaron el olor y color propio de cada materia prima. Tomando como base el análisis bromatológico y funcional de las harinas se escogió la harina de semilla para ser incluida en las salchichas, debido a que mostró mejor contenido proteico (27.7%), cenizas (8.04%), capacidad de hinchamiento (16.77 ml agua/g muestra), absorción de agua (7.89g agua/g muestra) y capacidad de retención de agua (27.95 g agua/g muestra). Se elaboraron tres formulaciones de salchicha: Formulación C (100 % harina de trigo), Formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y Formulación T (100 % harina de trupillo). Las salchichas presentaron cambios notables en cuanto a color y textura; la Formulación T presentó mayor porcentaje de proteína (13.7%). No obstante, la formulación C fue escogida en la prueba sensorial como la mayor aceptada por los consumidores. Considerando las propiedades nutricionales de las salchichas estas podrían incluirse en la dieta humana. Sin embargo, la cultura del consumidor en cuanto a rechazo o preferencia de ciertos alimentos es factor clave a mejorar para lograr mayor aceptación del producto.

**Palabras Clave:** *Prosopis juliflora*, leguminosas, salchicha artesanal, extensor proteico

### Abstract

The high protein content has turned legumes into a raw material of interest in the formulation of different agro-industrial products. The present investigation determined the technical and economic feasibility of making sausages at an artisanal level using trupillo flour (*Prosopis juliflora*) as a protein extender. The experimental development consisted of three phases, i) obtaining and bromatological and functional characterization of leaf flours and trupillo seeds, ii) search and standardization of formulations for artisan sausages using trupillo flour as a protein source, and iii) bromatological characterization, sensory evaluation and cost estimation of processed sausages. The flours obtained kept the smell and color of each raw material. Based on the bromatological and functional analysis of the flours, the seed flour was chosen to be included in the sausages, because it showed better protein content (27.7%), ashes (8.04%), swelling capacity (16.77 ml water / g sample), water absorption (7.89g water / g sample) and water holding capacity (27.95 g water / g sample). Three sausage formulations were made: Formulation C (100% wheat flour), Formulation CT (50% wheat flour and 50% trupillo flour) and Formulation T (100% trupillo flour). The sausages presented notable changes in color and texture; Formulation T presented a higher percentage of protein (13.7%). However, formulation C was chosen in the sensory test as the largest accepted by consumers. Considering the nutritional properties of sausages, they could be included in the human diet. However, the consumer's culture regarding the rejection or preference of certain foods is a key factor to improve in order to achieve greater acceptance of the product.

**Key words:** *Prosopis juliflora*, legumes, artisan sausage, protein extender

**Tabla de contenido**

Lista tablas y figuras .....	9
Introducción .....	10
Planteamiento del problema.....	12
Justificación .....	13
Objetivos.....	15
Objetivo general .....	15
Objetivo específico.....	15
Estado del arte.....	15
Marco teórico.....	19
Características generales del trupillo ( <i>Prosopis Juliflora</i> ).....	19
Composición nutricional del trupillo.....	19
Embutidos: La salchicha .....	21
Salchicha tipo Frankfurt .....	21
Ingredientes fundamentales en la elaboración de salchicha .....	21
Emulsión cárnica en los embutidos.....	21
La grasa en los embutidos.....	22
Funciones de los ingredientes no cárnicos en los embutidos .....	22
Agua y hielo.....	22
Proteína aislada de soya .....	23
Sal .....	23
Nitritos y nitratos .....	23
Polifosfatos como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	24
Condimentos para salchicha.....	24
Ascorban o Ascorbato.....	24
Extensores .....	24
Metodología.....	25
Materia prima .....	25
Caracterización funcional de la harina .....	25
Capacidad de hinchamiento (CH).....	25
Capacidad de retención de agua (CRA) .....	25
Capacidad de absorción de agua (CAA).....	26
Elaboración de las salchichas .....	26

Perdidas por cocción (PPC).....	28
Caracterización fisicoquímica.....	28
Determinación de proteína.....	28
Determinación de humedad.....	29
Determinación de cenizas.....	29
Determinación de pH y Acidez.....	30
Análisis sensorial.....	30
Análisis del costo de materia prima directa.....	31
Resultados.....	31
Obtención de las harinas.....	31
Caracterización fisicoquímica de las harinas.....	31
Características funcionales de las harinas.....	32
Caracterización de las salchichas.....	33
Perdidas por cocción (PPC).....	33
Caracterización sensorial.....	34
Sabor.....	34
Color.....	35
Olor.....	35
Textura.....	36
Aceptabilidad.....	37
Costo de materia prima directa.....	38
Discusión.....	39
Conclusión.....	45
Referencias.....	46
Anexos.....	56

**Lista tablas y figuras****Tablas**

Tabla 1 Composición nutricional del trupillo en general (g/100 g en peso).....	20
Tabla 2 Composición en porcentaje de harina de los frutos y de las semillas de trupillo (P. juliflora) sobre peso seco (g/100 g en peso) .....	20
Tabla 3 Formulaciones para la elaboración de salchicha artesanalmente.....	27
Tabla 4 Caracterización fisicoquímica de la harina de trupillo .....	32
Tabla 5 Caracterización funcional de las harinas de trupillo .....	32
Tabla 6 Tabla comparativa entre los tres tratamientos .....	33
Tabla 7 Costos de elaboración del producto en cada una de las formulaciones .....	39

**Figuras**

Figura 1 Trupillo (Prosopis juliflora).....	19
Figura 2 Harina de hoja (izquierda) y harina de semilla (derecha) del trupillo.....	31
Figura 3 Evaluación del sabor de los tres tratamientos.....	34
Figura 4 Evaluación del color de los tres tratamientos .....	35
Figura 5 Evaluación del olor de los tres tratamientos.....	36
Figura 6 Evaluación de la textura de los tres tratamientos .....	37
Figura 7 Aceptabilidad de los tres tratamientos.....	38

### Introducción

En Colombia, la ingesta de proteínas no es cubierta en un gran sector de la población, lo que indica que no logra suplirse la cantidad diaria recomendada (0.91g/Kg de peso) (Jaimes *et al.*, 2015). Este hecho es predominante en grupos de escasos recursos debido al elevado costo y la poca disponibilidad de productos ricos en proteínas (Torres *et al.*, 2016). Así mismo, el país posee una gran variedad de leguminosas y productos vegetales, los cuales son utilizados en la industria alimentaria en múltiples transformaciones y como insumos para la elaboración de productos cárnicos tipo embutidos, denominados “extensores”. Los extensores son utilizados como una estrategia clave para la disminución de costos de producción, aumento de rendimiento y utilidades y mejora en las características organolépticas y nutricionales, mediante la sustitución de parte de la proteína animal por proteína vegetal. Ejemplos de estas materias primas agrícolas son el maíz, el trigo, la soya, las lentejas, el frijol o la quinua. Sin embargo, existen otras materias primas que son abundantes en algunas regiones pero que por el desconocimiento y limitada información son subutilizadas, dentro de las que se puede mencionar el trupillo (*Prosopis juliflora*).

La importancia de estudiar la elaboración de productos cárnicos con esta materia prima radica en que el árbol de trupillo se constituye en una leguminosa silvestre de fácil acceso, multipropósito, aprovechable en toda su composición, poseedora de un alto valor proteico y poco nivel comercial, que está siendo en la actualidad desaprovechada al ser considerada erróneamente como una maleza indeseable y que podría ser vista como una nueva alternativa que ayude en la potencialización del sector alimentario (Rivas, 2015).

A pesar de que ya se han realizado investigaciones en las que se evalúan los efectos de la inclusión de nuevas materias primas vegetales o extensores en productos como embutidos y

algunas centran su atención específicamente en la harina de semilla de trupillo, este trabajo amplía el panorama al evaluar no solo la harina obtenida de las semillas de trupillo sino que también analiza y caracteriza bromatológica y funcionalmente harina obtenida a partir de hojas del mismo árbol tomando como base reportes de la literatura en los que se expresa el alto contenido proteico de esta parte de la planta.

En este sentido, se planteó como principal objetivo elaborar salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico.

### Planteamiento del problema

El árbol de *Prosopis juliflora* conocido como trupillo o cují, pertenece a la familia de las leguminosas (Jaimes *et al.*, 2014), se desarrolla naturalmente en México, América Central hasta Panamá y Antillas, y en América del Sur en Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, con gran distribución a nivel mundial, prevaleciendo su producción en regiones áridas o semiáridas (Sáez & Solarte, 2004). Se caracteriza por poseer una elevada producción de fruto entre 3.000 a 10.000 kg/ha (De Candolle, 1825).

En Colombia, el trupillo es abundante en varias zonas semiáridas y zonas de bosque tropical con poca presencia de lluvias como la Costa Atlántica, las orillas del río Magdalena y los Llanos Orientales. Es considerado erróneamente como una maleza indeseable y muy agresiva con otras especies de plantas de forraje (Rojas, 2016). Sin embargo, en tiempos de sequía es usado para consumo animal por su alta productividad y contenido de proteína, y el resto del año se pierde como material orgánico para los suelos (Jaimes *et al.*, 2012). De acuerdo con el principal uso de esta materia prima, se presume el desconocimiento del alto valor nutricional que el árbol presenta en sus hojas, frutos y semillas, y las posibilidades de transformación agroindustrial que se pueden generar y podrían ser útiles como insumos en elaboración de subproductos para consumo humano.

El consumo de leguminosas en Colombia se realiza en todo el país, por su facilidad de cultivo, su resistencia a diversas condiciones ambientales, y por ende su alta producción. Es por esto, que sus costos son relativamente favorables para ser adquiridos por la mayoría de la población. Entre las utilidades de este cultivo, la obtención de harina a base de leguminosa se ha convertido en una temática global alimentaria que requiere del aporte de la investigación para su desarrollo, potencialidad y posterior uso en la formulación de productos alimentarios saludables

o como materia prima que mejore las características nutricionales de subproductos (Umaña *et al.*, 2013).

Al igual que con otras especies de leguminosas las harinas se han convertido en una de las primeras formas de consumo humano indirecto, pudiéndose ver esto en la inclusión o sustitución de harinas a base de trigo por otras fuentes vegetales en productos como panes, embutidos y suplementos nutricional para niños, el trupillo (*Prosopis juliflora*) no ha sido la excepción (Albarracín *et al.*, 2010). Específicamente en los embutidos, productos procesados donde la mayor parte de su formulación es materia prima animal con altos costos de obtención, la utilización de una pequeña parte vegetal en forma de harina como la de soya o de trigo actuando como extensor cárnico no solo ayuda a mejorar el contenido nutricional, sino que también reduce precios y conserva la aceptabilidad para el consumo humano (Güemes, 2007).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presente investigación se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo elaborar salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico?

### **Justificación**

El árbol de trupillo (*Prosopis juliflora*), al igual que otros géneros de *Prosopis*, se caracteriza por crecer en suelos pobres en nutrientes, ayudar en la nitrificación del suelo, poseer una naturaleza multipropósito y una importancia económica que le brinda el potencial de proveer diversos tipos de productos mediante el aprovechamiento de la madera, el follaje y los frutos (Rivas, 2015).

En este contexto, la madera es aprovechada principalmente como combustible debido al contenido de hidrocarburos aromáticos, y para la elaboración de estructuras por su dureza, poca susceptibilidad a ataques por insectos y lenta degradación (Pasiiecznik *et al.*, 2001). El follaje de

este árbol es importante por su uso forrajero, como compost y como agente de control biológico (Pasiiecznik *et al.*, 2001). Así mismo, durante la temporada de sequía el árbol presenta un alto rendimiento en la producción de legumbres, caracterizadas por ser ricas en azúcares, carbohidratos, y proteínas. Por estos componentes ha sido considerado históricamente una fuente de alimento para poblaciones humanas que varía en sus transformaciones, obteniendo productos como sustitutos de café, harina de pulpa, sirope, alcohol fermentado, harina enriquecida en proteína, productos de panadería, entre otros. Sin embargo, en la actualidad solo es usado para alimentación animal (Pasiiecznik *et al.*, 2001). Por ende, pese a las numerosas utilidades, el trupillo está siendo desaprovechado, principalmente por la poca investigación realizada en torno a dicha especie.

Por otra parte, el sector de la agroindustria en Colombia se ha constituido en uno de los principales impulsores del Producto Interno Bruto (PIB) a lo largo del tiempo, principalmente por su dinamismo (DANE, 2017). A su vez, la industria de carnes y derivados ha mostrado fortalecimiento y oportunidades de crecimiento, luchando por solventar limitantes de competitividad entre los que se encuentran los elevados costos de producción, mano de obra e insumos y la poca rentabilidad. Como alternativa a estas problemáticas y con la finalidad de disminuir costos en la formulación de productos cárnicos y derivados, se ha planteado el uso moderado de extensores proteicos, sustancias que además de proporcionar nutrimentos de alto valor biológico, sustituyen parcialmente la materia prima cárnica (Boye *et al.*, 2010; Jaimes *et al.*, 2015). Cabe resaltar que los extensores cárnicos aportan también propiedades como la retención de agua, emulsificación de grasas, absorción de lípidos y la gelificación (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013), lo cual los convierte en insumo altamente funcional para la elaboración de embutidos (Salinas, 2010; Jaimes *et al.*, 2012; Torres *et al.*, 2016).

Por lo tanto, la siguiente investigación se justifica y cobra validez al considerar la importancia del trupillo en la agroindustria, específicamente su alto valor nutricional; tener en cuenta el gran interés por el uso de nuevas fuentes de proteínas con miras a suplir el déficit de productos proteicos de fácil acceso a la población; y plantear una alternativa alimentaria capaz de potencializar el desarrollo de la región.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Elaborar y caracterizar salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico.

### **Objetivo específico**

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de hoja y semilla de trupillo (*Prosopis juliflora*).
- Determinar las características fisicoquímicas y sensoriales de las salchichas formuladas empleando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*).
- Establecer los costos de materia prima directa de las salchichas elaboradas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico.

## **Estado del arte**

Desde sus orígenes, la alimentación ha jugado un papel primordial para el hombre. Esta, no sólo determinó su estilo de vida, su lugar de asentamiento o representó poder, sino que, además permitió su supervivencia. Sin embargo, desde la década del 70 empezaron a surgir preocupaciones acerca de la producción y disponibilidad alimentaria global bajo el concepto de la seguridad alimentaria. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación (1996) hace referencia a la seguridad alimentaria como la capacidad de todas las personas, en todo momento, de tener acceso físico, social y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, que satisfaga sus necesidades y preferencias para llevar una vida activa y sana.

Como consecuencia a lo anterior, el sector alimentario ha ido evolucionando y transformando sus perspectivas con el fin de enfrentar las exigencias del mercado y los retos que impone el actual mundo globalizado. Por lo tanto, las investigaciones del sector han comenzado a girar en torno a la formulación de productos saludables, la innovación en los alimentos y el estudio y desarrollo de nuevas materias primas (Umaña *et al.*, 2013).

Específicamente en la industria cárnica, debido a los cambios continuos que experimenta ya sean por innovaciones tecnológicas o por la demanda de consumidores de productos cada vez más ricos en proteínas, el número de investigaciones para la inclusión de diversas materias primas y la búsqueda de tecnologías que permitan tener mayor aprovechamiento de las ya existentes han ido ganando lugar y son relevantes para la potencialización del sector (Boye *et al.*, 2010; Jaimes *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2015). Como ejemplo puntual está el uso de concentrados proteicos, también llamados extensores, los cuales son sustancias que cumplen con el propósito de sustituir parte de la carne que se emplea, ofrecer aporte proteico y funcional a los productos, aumentar el rendimiento, maximizar las utilidades y reducir costos de producción (Abdel-Aal *et al.*, 1986; Andújar *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2010, Utrilla *et al.*, 2014).

Algunos estudios documentados en la literatura y realizados sobre esta temática han sido desarrollados para la elaboración de embutidos comerciales, en los cuales se han utilizado subproductos agrícolas que debido a sus propiedades son capaces de reemplazar a la harina de trigo o soya convencional entre los que se encuentran el arroz (Abdel-Aal *et al.*, 1986), la quinua

(Delgado,2014), el maíz y otros vegetales (Utrilla *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2016; Shurtleff & Aovagi, 2015; Ranjan *et al.*, 2013; Mbougueng *et al.*, 2015). Albarracín *et al.* (2010) utilizaron como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*) variedad sabanera en la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt obteniendo buenos resultados en cuanto a aumento de la luminosidad y aumento de la fuerza de corte y esfuerzo a medida que se adiciona mayor proporción. Así mismo, Torres *et al.* (2016) evaluaron el efecto de la harina de *Lens culinaris* variedad verdina sobre las características físicas y la aceptabilidad de una salchicha, consiguiendo efectos positivos en los parámetros de textura e interesantes valores proteicos. Astaíza *et al.* (2010) elaboró pastas alimentarias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria, teniendo como resultado productos de mayor calidad nutricional y de fácil adaptación al consumidor. Salinas (2010) estudió el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua para la formulación y elaboración de salchichas vienasas con características funcionales, del cual tuvo que las formulaciones además de ser acogidas por los consumidores presentaron mejoras en el contenido nutricional y funcional. Hleap-Zapata *et al.* (2017) evaluó fisicoquímica y sensorialmente salchichas con inclusión de harina de quinua concluyendo que la harina de quinua podría utilizarse como sustituto de la harina de trigo debido a que mejora la composición de los productos y afecta de manera positiva en la aceptación de este.

Por otro lado, Jaimes *et al.* (2012) basaron su investigación en el estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de semilla de trupillo (*Prosopis juliflora*) obtenido en la ciudad de Cartagena (Colombia). Los resultados indicaron que la harina de semilla de trupillo contenía 33.8 % de proteína y 37.4 % de carbohidratos. Estos factores son claves para la posterior incorporación como insumo en nuevos productos y que abren el abanico de posibilidades para que el trupillo sea considerado un ingrediente que

responda al déficit de alimentos proteicos en el país y especialmente en la región Caribe Colombiana. Posteriormente, Jaimes *et al.* (2015) evaluaron la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha fabricada con harina de semilla de trupillo, concluyendo que la harina de trupillo es una alternativa no cárnica con buenas características funcionales que puede ayudar a reducir costos de producción en la industria cárnica y proporcionar aporte proteico sin afectar las características sensoriales del producto final. Sin embargo, la semilla del trupillo no está disponible durante todo el año debido a la fenología del árbol, lo cual limita la sostenibilidad de la producción de harina, haciendo relevante nuevos estudios con otras partes del árbol, por ejemplo, las hojas.

Los estudios en referencia al trupillo datan del siglo XX en los cuales se presenta como un árbol muy utilizado por las comunidades indígenas americanas para consumo humano, para elaboración de estructuras y como combustible (Pasiiecznik *et al.*, 2001). Además, dejan ver el potencial que posee al presentarlo como una leguminosa de alto valor proteico, fácil acceso y poco nivel comercial utilizada comúnmente como suplemento para rumiantes (Bernardi *et al.*, 2006). Vázquez *et al.* (1999) exponen que la pérdida del fruto como materia orgánica supera el 50 %, aproximadamente un 15 % se destina a alimento para ganado y el 35 % restante es vendida para diversos usos. Finalmente, Rivas (2015) en su investigación recalca que el análisis industrial del fruto de trupillo solo ha tenido lugar en países como Perú, México y Brasil, sin embargo, la creación de empresas dedicadas a la comercialización de alimentos con esta materia prima es viable en Colombia.

## Marco teórico

### Características generales del trupillo (*Prosopis Juliflora*)



Figura 1 Trupillo (*Prosopis juliflora*). Fuente: <http://eltrupilloysusbondades.blogspot.com>

*Prosopis juliflora* es una leguminosa perteneciente a la familia de las mimosáceas. En Colombia habita en la región Caribe, especialmente en entre Magdalena y La Guajira (Martínez, 1927)

El *Prosopis juliflora*, mide de 6 a 20 m de alto, 20 a 150 cm de fuste. Sus ramas poseen espinas germinadas o solitarias y a veces ausentes. Sus raíces crecen lateralmente. Sus hojas son bipinnadas que van desde 10 a 20 cm de longitud presentan glándulas en unión de los folíolos.

Las flores, son de color blanco verdosas, cáliz pentadentado, con pétalos libres, lineales agudos, 3 mm de longitud con inflorescencia en racimos espiciformes, 9 a 17 cm de longitud. El fruto es carnososo, y dulce, de color amarillo paja o amarillo marrón, comprimido, recto, extremo falcado, estipulado de 16 a 28 cm de largo por 1.4 a 1.8 cm de ancho por 6 a 10 mm de espesor. Las semillas son ovaladas pardas, 6 mm de longitud por 5 mm de ancho (Catalán *et al*, 1997).

### Composición nutricional del trupillo

El árbol de trupillo es una especie eficiente en la producción por hectárea de proteína comparados con otras leguminosas de la familia *mimosaceae* (Armitage *et al.*, 1980). La planta en general tiene un alto contenido proteico entre el 14 y el 19 % en sus hojas y más del 60 % en sus semillas (Tabla 1). Además, presenta una buena fuente de carbohidratos y grasas, que hace aceptable para la elaboración de suplementos para animales, debido al aporte energético y proteico (Trujillo, 2009).

Tabla 1

*Composición nutricional del trupillo en general (g/100 g en peso)*

Componentes	Flor	Hoja	Fruto	Semilla
Proteína	21	19	13.9	65.2
Grasa	3.2	2.9	3	7.8
Carbohidratos	65.8	69.6	78.3	21.8
Fibra	15.5	21.6	27.7	2.8
Cenizas	10	8.5	4.8	5.2

*Fuente: Armitage et al., 1980.*

En países como Brasil, el fruto del trupillo (*P. juliflora*) es cosechado, secado y procesados, y empleado directamente como alimentos de rumiantes (Tabla 2). Así mismo, se mezcla con otros insumos para el consumo de rumiantes monogástricos y algunas veces a aves de corral (Galera, 2000). La harina de semilla (Tabla 2) presenta alto contenido de proteína del 33.8 % y de carbohidratos con un valor aproximado de 37.4 % (Jaimes *et al.*, 2012).

Tabla 2

*Composición en porcentaje de harina de los frutos y de las semillas de trupillo (P. juliflora) sobre peso seco (g/100 g en peso)*

Componente	Harina de fruto	Harina de semilla
Humedad	9.7	8.8
Proteínas	21.8	33.8
Lípidos	5.2	8.2
Fibras	19.2	7.68
Cenizas	3.3	4.12
Carbohidratos	40.8	37.4

*Fuente: Negreiros, 1992; Jaimes et al., 2012.*

**Embutidos: La salchicha**

La Norma Técnica Colombiana (NTC) 1325 (2008) define a las salchichas como un producto cárnico procesado escaldado, embutido, elaborado con base en carne de animales de abastos, con la adición de sustancias de uso permitido, introducido en tripas artificiales aprobadas para tal fin, con un diámetro de 45 mm. Su característica es la masa final a simple vista presenta un aspecto pastoso, su armazón está formado por pequeñas fibras aún intactas, los tejidos conjuntivos y las células de grasa (Montañez & Pérez, 2007).

**Salchicha tipo Frankfurt**

Es un producto elaborado a base de carne de res y de cerdo, de pollo, tocino, con la adición de sustancias permitidas, además es cocido y embutido en tripas de 45 mm de diámetro, a este producto se le realiza tratamiento térmico y a veces ahumado, según las exigencias del mercado (NTC 1325, 2008).

**Ingredientes fundamentales en la elaboración de salchicha****Emulsión cárnica en los embutidos**

Las emulsiones cárnicas son sistemas de dos fases, heterogéneos que consisten en una dispersión de sólidos en un medio líquido. La fase líquida es la solución de sal y proteína en la que encuentran dispersas las proteínas insolubles, partículas de carne y tejido conjuntivo. Las carnes que se emplean para elaborar cualquier emulsión deberán ser de buena calidad y además haber sufrido el proceso de maduración. La carne bien madurada será capaz de absorber mayor cantidad de humedad y permitirá una mejor formación de la emulsión (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

El proceso de formación de la emulsión, con la extracción de la proteína en el cutter, las proteínas solubles pasan a una fase acuosa. La sal y las polifosfatos promueven la extracción de

la proteína soluble, aumentando la superficie de la proteína disponible para recubrir las pequeñas gotas de grasa y dando una mayor estabilidad a la emulsión. Durante la preparación de las emulsiones cárnicas las proteínas solubilizadas y el agua forman una matriz que encapsula los glóbulos de grasa (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

Son numerosos los factores que influyen en la estabilidad de las emulsiones cárnicas, dentro de estas las de mayor importancia son: la temperatura y la proteína de la carne. Cuando se trabaja con grasa porcina la cual se dispersa mejor que la bovina y para tener emulsiones estables no se deben superar los 15°C. Cuando la proteína de la carne es insuficiente para garantizar la formación de la emulsión, se pueden usar proteínas de origen animal y vegetal (Montañez & Pérez, 2007).

### **La grasa en los embutidos**

Es el tejido adiposo de los animales y sus funciones son dar sabor, aroma, color y jugosidad a los productos cárnicos. La más utilizada es la grasa de cerdo en forma de tocino y se utiliza en los embutidos de un 15 a 20 % del peso final, mezclándose con la carne para formar una pasta homogénea, característica básica de las salchichas y de otros embutidos emulsificador (Ordoñez & Patiño, 2012).

### **Funciones de los ingredientes no cárnicos en los embutidos**

#### **Agua y hielo**

Es un ingrediente muy importante en la elaboración de productos cárnicos, permitiendo la formación de soluciones coloidales y verdaderas. El agua tiene como función principal de los derivados cárnicos, actuar como disolvente de la sal y los demás ingredientes que lleva una formulación cárnica, y el hielo se utiliza para mantener la estabilidad y temperatura baja en una emulsión (Montañez & Pérez, 2007).

### **Proteína aislada de soya**

Es una forma altamente refinada de proteína de soya con un contenido proteico mínimo del 90 % en base seca. Es usado principalmente para mejorar la textura e incrementar el contenido proteico de los productos cárnicos. Incluyen productos emulsificador, carne molida, troceado, productos de pollo, entre otros. Así mismo, promueve la absorción y retención de grasa, por lo tanto, se disminuyen las pérdidas durante la cocción, y se mantiene la estabilidad dimensional (Vanegas *et al.*, 2009).

### **Sal**

La sal es el ingrediente más común en los embutidos. Sus funciones principales es dar sabor, funciona como conservante y la capacidad de solubilizar las proteínas miofibrilares que sirven como envoltura a las partículas de grasa uniendo agua, dando lugar a una emulsión más estable. La NTC 1325 (2008) estipula que el porcentaje que se deben utilizar de este compuesto es de 2.5 a 3.0 %. Si se agregan un porcentaje mayor se puede producir un sabor muy salado al producto.

### **Nitritos y nitratos**

En el procesamiento de productos cárnicos, son sales de curación que ayudan a conservar los productos porque tiene efectos bacterianos, impidiendo el crecimiento del *Clostridium botulinum*. Además, aportan a los productos cárnicos olor, sabor, el color rosado característico y evitan el enranciamiento en el almacenamiento. El producto terminado no debe contener más de 50 a 125 ppm de nitratos residual (Fernández, 2016). La NTC 1325 (2008) permite el uso de estas sales en 200 mg/kg en productos crudos y en productos como pastas es de 180 mg/kg.

### **Polifosfatos como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Esta sustancia es utilizada en la industria de las carnes para aumentar la retención de la humedad en el producto, formar emulsiones estables y desarrollar una estructura agradable por su elevado poder solubilizar proteínas. La NTC 1325 (2008) permite utilizar hasta un 0.5 % máximo sobre la masa cárnica incluyendo la grasa.

### **Condimentos para salchicha**

La NTC 1325 (2008) define como sustancias cuyo aroma, sabor y otras propiedades especiales excitan el apetito y activan las funciones digestivas, y al mismo tiempo mejoran notablemente el sabor de los productos. Además, son elementos que se utilizan en muy bajo porcentaje en los productos. Estos no hacen un importante aporte desde el punto nutritivo, pero es necesario emplearlos adecuadamente.

### **Ascorban o Ascorbato**

Esta sustancia es utilizada en la elaboración de productos cárnicos como acelerador de la formación de color y ayudan a conservar el olor característico de las carnes en el almacenamiento. Según la NTC 1325 (2008) estipula que el uso permitido de este producto es de 50 g por cada 100 kg de masa.

### **Extensores**

Son sustancias ligantes, emulsionantes utilizadas para mejorar la retención de agua y la formación de estructura en los productos cárnicos, por tanto, las pérdidas por cocción son reducidas y puede incrementar el rendimiento y mejora la calidad física y sensorial del producto (e.g. textura, apariencia y sabor) (Delgado, 2014). Entre los principales extensores se encuentra la leche en polvo, harina de yuca, maíz y arroz; proteína vegetal (e.g. soya, trigo y leguminosas)

y proteínas de animales no cárnicas (e.g. plasma sanguíneo, el caseinato de sodio y clara de huevo).

## Metodología

### Materia prima

Para la elaboración de la harina de trupillo (*Prosopis juliflora*), se tomaron muestras de 1,000 g de hojas activas fisiológicamente, sin manchas, sin contaminación fúngica y sin daño por insectos, y 1,000 g de vainas de las que se retiraron las semillas sanas, enteras y sin daño de insectos o fúngicos. Las hojas y semillas se secaron de manera independiente en horno a 60 °C durante 24 h, se molió cuatro veces en un molino tradicional y entre cada molida fueron pasadas por un tamiz de malla No. 20 hasta obtener una harina fina. La harina obtenida se almacenó a 30 ± 2 °C, para posteriores análisis. Todas las evaluaciones fueron realizadas por triplicado y los resultados se expresaron en términos de media y desviación estándar.

### Caracterización funcional de la harina

#### Capacidad de hinchamiento (CH)

Se pesaron 2.5 g de muestra en una probeta graduada, se adicionó un exceso de agua (30 ml) y se agitó manualmente. Se dejó en reposo durante 24 h a temperatura ambiente (27 ± 0.5 °C) y luego se midió el volumen final (vf) de la muestra en ml. La CH se calculó con la ecuación (1):

$$CH = \frac{vf \text{ (ml)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

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

Se pesó 1 g de muestra en un tubo de ensayo, se adicionó 30 ml de agua, se agitó y se dejó hidratar durante 18 h. Luego se centrifugó a 2,000 rpm por 30 min, se separó el

sobrenadante y se transfirió el residuo en un crisol. Seguidamente, se pesó para obtener el valor de residuo húmedo (rh). Posteriormente, se secó el residuo a  $105 \pm 1$  °C durante 24 h y nuevamente se pesó obteniendo el valor del residuo seco (rs). El CRA se calculó con la ecuación (2):

$$CRA = \frac{rh \text{ (g)} - rs \text{ (g)}}{rs \text{ (g)}} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

El porcentaje de material soluble se calculó indirectamente de la CRA con la siguiente ecuación (3).

$$\% \text{ solubilidad} = \frac{\text{Peso muestra (g)} - rs \text{ (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} * 100 \quad \text{(Ecuación 3)}$$

### **Capacidad de absorción de agua (CAA)**

Se pesaron 0.5 g de muestra en un tubo de ensayo, se adicionó un exceso de agua (10 ml) y se agitó durante 30 min. Luego se centrifugó durante 10 min a 3,000 rpm. Se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento. El resultado se expresó en gramos de agua por gramos de muestra. El CAA se calculó con la siguiente ecuación (4).

$$CAA = \frac{\text{Peso sedimento (g)} - \text{Peso muestra (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

### **Elaboración de las salchichas**

Se elaboraron tres formulaciones de salchicha: formulación control (formulación C), 100 % harina de trigo; formulación con 50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo (formulación CT); y formulación trupillo (formulación T) con 100 % harina de trupillo. Cada una compuesta por las siguientes materias primas: carne de res, carne de cerdo, grasa, hielo,

proteína aislada de soya, agua, sal, nitritos, polifosfatos, condimentos para salchicha, ascorbato y extensores cárnicos (harina de trigo y harina de trupillo), como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3

*Formulaciones para la elaboración de salchicha artesanalmente*

Insumos	Formulación C (%)	Formulación CT (%)	Formulación T (%)
Carne de res	25	25	25
Carne de cerdo	8	8	8
Grasa	6	6	6
Hielo	33	33	33
Proteína aislada de soya	3	3	3
Agua	11	11	11
Sal	2	2	2
Nitritos	0.02	0.02	0.02
Polifosfatos	0.3	0.3	0.3
Condimento tipo Frank	1	1	1
Ascorbato	0.2	0.2	0.2
Harina de trigo	10	5	0
Harina de trupillo	0	5	10

Formulación C (100 % harina de trigo). Formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo).

Formulación T (100 % harina de trupillo)

Las salchichas fueron elaboradas en el laboratorio de Bioprocesos, de la Universidad de la Costa. Las materias primas, se pesaron de acuerdo con las formulaciones predeterminadas. Todos los ingredientes se colocaron durante 1 min en el cutter (Kramer KUT09) para homogenizar. Durante esta etapa, se agregó la mitad del hielo a procesar, el condimento, los nitritos (diluido en agua), las polifosfatos, el ascorbato, la proteína aislada de soya y la sal, tomando como referencia los porcentajes establecidos por la NTC 1325 (2008) (Hleap & Velasco, 2012).

Seguidamente, se añadió la grasa, el hielo restante y el extensor. Todas las materias primas se mezclaron durante 6 min cuidando que la temperatura del proceso no superara los 12 °C, para evitar la desnaturalización de las proteínas y la pérdida de la capacidad de retención de agua. La emulsión se retiró del cutter cuando su consistencia se observó homogénea.

Luego de obtenida la emulsión, se procedió a realizar el embutido por medio de una embutidora hidráulica (Tunder 110 V) utilizando funda artificial calibre 19. Las salchichas fueron amarradas de forma manual y se garantizó que su peso fuera homogéneo y acorde al de salchichas comerciales. Posteriormente, fueron sometidas a escaldado hasta alcanzar una temperatura interna de 65-67 °C. Esto, tuvo como objetivo la coagulación de las proteínas, y la cual se completó mediante un choque térmico con una mezcla de agua y hielo a temperatura de 10 °C durante 10 min. Finalmente, las salchichas se empacaron haciendo uso de una maquina selladora al vacío (SAVSM260X8. CAZATI) y se almacenaron en el refrigerador a 4 °C.

### **Perdidas por cocción (PPC)**

Se evaluó a la pérdida de peso de los productos, que se obtuvieron antes y después de cada proceso de cocción, disminución o reducción de la porción cocida y se calculó mediante la siguiente ecuación (5):

$$PPC = \frac{\text{Peso salchicha cruda} - \text{Peso salchicha cocida}}{\text{Peso salchicha cruda}} * 100 \quad (\text{Ecuación 5})$$

### **Caracterización fisicoquímica**

#### **Determinación de proteína**

El análisis se realizó por medio del laboratorio acreditado Biotrends Laboratorios S.A.S, el cual utilizó como método del propuesto por la norma ISO 1871:2009 e interpretó los resultados del parámetro evaluado por medio de la norma NTC 1325 (2008).

### **Determinación de humedad**

Se realizó en cámara de flujo de aire caliente. Se pesaron 3 g de muestra homogenizada en un pesafiltro con tapa (previamente pesado después de un secado por 1 h a 105 °C).

Posteriormente, se secó la muestra en el horno 2 h a 100-110 °C. Se retiró del horno y se dejó enfriar en el desecador. Cuando se equilibró la temperatura de la muestra con la temperatura ambiente se realizó el pesaje. Este procedimiento se repitió hasta tener un peso constante. El porcentaje de humedad se calculó con la ecuación (6).

$$\% \text{ humedad} = \frac{P \text{ muestra (g)} - (P \text{ mc (g)} - P \text{ capsula (g)})}{P \text{ muestra (g)}} * 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

P muestra: gramos de muestra utilizada inicial.

P mc: gramos de muestra y capsula después del secado.

P capsula: gramos de la capsula seca sin muestra.

### **Determinación de cenizas**

Se realizó por medio de calcinación en una mufla. Se pesaron 2 g de muestra homogenizada en un crisol previamente pesado por 2 h a 150 °C. Se calcinó la muestra en una mufla por 2 h a 550 °C. Se enfrió en un desecador y se pesó. Se calculó el porcentaje de cenizas con la ecuación (7) (Ramírez-López *et al.*, 2008).

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(P \text{ muestra calcinada (g)} - P \text{ capsula (g)})}{P \text{ muestra}} * 100 \quad (\text{Ecuación 7})$$

### **Determinación de pH y Acidez**

Se pesaron 10 g de muestra homogenizada en un Erlenmeyer de 250 ml, se agitó por 10 min y con un pH-metro de alimentos se determinó el pH. Luego, la muestra se filtró y se tomaron 20 ml para la valoración por titulación con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N y fenolftaleína como indicador (3 gotas) hasta presentar un viraje o cambio de color rosado en la muestra. El porcentaje de acidez se determinó por la ecuación (8) (Gómez & Gómez, 2013).

$$\text{Acidez} = \frac{\text{GB} * \text{N} * \text{Peq} * 100}{\text{A}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

GB: gasto de bureta (ml)

N: Normalidad del agente titulante

Peq: u.m.a del ácido de muestra

A: ml de muestra titulada

### **Análisis sensorial**

Se realizó una evaluación sensorial de tipo afectiva. Durante esta etapa se presentaron a 50 panelistas no entrenados, tres muestras de salchicha de manera simultánea (las formulaciones C, CT y T), quienes indicaron el grado de aceptabilidad de los productos mediante un formulario digital, al cual se les dio acceso por medio de un código QR. Para ello se utilizó una escala hedónica estructurada con las opciones: me disgusta mucho, me disgusta, me es indiferente, me gusta y me gusta mucho, evaluando las características de olor, color, sabor, textura y aceptabilidad general (Granados *et al.*, 2013).

### **Análisis del costo de materia prima directa**

Se determinaron los costos de la salchicha teniendo en cuenta los precios de las materias primas por kilogramos para determinar el costo por kilogramo de producto. Estos cálculos fueron realizados por tratamiento.

## **Resultados**

### **Obtención de las harinas**

Las harinas obtenidas mostraron características típicas de cada material, manteniendo su color y olor particular (Figura 2). De la muestra de semilla se obtuvieron 254.5g de harina con un rendimiento del 51 %, y de la muestra de hojas se obtuvieron 192.6 g de harina con un rendimiento del 39 %. Ambas con textura sólidas, suaves y fluidas, sin aglomerados, con propiedades adecuadas de tamaño de partícula, contenido de humedad y conservación.



*Figura 2.* Harina de hoja (izquierda) y harina de semilla (derecha) del trupillo. *Fuente:* propia de los autores.

### **Caracterización fisicoquímica de las harinas**

El análisis fisicoquímico para la harina de semilla y hoja de trupillo presentó diferencias (Tabla 4). La harina de semilla obtuvo mayores contenidos de proteína (27.7 %) y ceniza (8.04 %) en comparación con la harina de hoja (20.4 y 2.12 %, respectivamente). De manera

similar, el porcentaje humedad fue superior en la harina de semilla (8.7 %) que en la harina de hoja (3.4 %). En cuanto a la acidez, la harina de hoja tuvo valores más altos (0.0138 %) que la harina de semilla (0.0036 %). Finalmente, el pH de las harinas fue ligeramente ácido (4.96 y 5.93 harina de hoja y semilla, respectivamente).

Tabla 4  
*Caracterización fisicoquímica de la harina de trupillo*

Contenido	Harina de hoja	Harina de semilla
Proteína (%)	20.40	27.70
Humedad (%)	3.4 ± 0.002	8.7 ± 0.002
Cenizas (%)	2.12 ± 0.004	8.04 ± 0.003
Acidez (%)	0.0138 ± 2.034E <sup>-5</sup>	0.0036 ± 4.826E <sup>-6</sup>
pH	4.96 ± 0.025	5.93 ± 0.006

Fuente: Autores.

### Características funcionales de las harinas

La comparación de las harinas obtenidas de las semillas y hojas de trupillo presentaron diferencias en las propiedades funcionales (Tabla 5). En la CH y CAA, la harina de semilla presentó mayor valor (16.7 ml agua/g muestra y 7.89 g agua/g muestra) con relación a la harina de hoja (14.56 ml agua/g muestra y 5.60 g agua/g muestra). Para la CRA, la harina de semilla exhibió mayor valor (27.84 g agua/g muestra) frente a la harina de hoja (10.50 g agua/g muestra), y la solubilidad presentó muy poca diferencia entre las harinas (0.44 g porción soluble/g muestra y 0.47 g porción soluble/g muestra para semilla y hoja, respectivamente)

Tabla 1  
*Caracterización funcional de las harinas de trupillo*

Característica	Harina de hoja	Harina de semilla
CRA (g agua/g muestra)	10.50	27.94
CAA (g agua/g muestra)	5.60	7.89
CH (ml agua/g muestra)	14.56	16.7
Solubilidad (g porción soluble/g muestra)	0.47	0.44

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que en los resultados de las evaluaciones bromatológicas y funcionales la harina de semilla presentó mejores contenidos de proteína, cenizas, capacidad de hinchamiento, absorción de agua y capacidad de retención de agua, esta fue seleccionada para ser incluida en las salchichas.

### Caracterización de las salchichas

De acuerdo con los resultados obtenidos, la formulación T obtuvo un mayor contenido proteína (13.7 %) y acidez (0.158 %) en comparación con las otras formulaciones. Con respecto a la formulación C obtuvo un alto contenido en humedad (75.38 %) y un pH de 6.74. La formulación CT se caracterizó por un alto contenido de cenizas (3.10 %)

Tabla 2

*Tabla comparativa entre los tres tratamientos*

Contenido	Formulación C	Formulación CT	Formulación T
Proteína (%)	11.3	12.4	13.7
Humedad (%)	75.38 ± 0.003	70.66 ± 0.026	73.52 ± 0.022
Cenizas (%)	2.85 ± 0.003	3.10 ± 0.001	2.74 ± 0.003
Acidez (%)	0.144 ± 0.0001	0.138 ± 0.0001	0.158 ± 0.0002
pH	6.74 ± 0.015	6.67 ± 0.086	6.62 ± 0.044

Formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo)

Después de comparar y analizar la Tabla 6 se determinó que según las características fisicoquímicas de los productos el mejor tratamiento consistió en la formulación CT (50 % harina trigo y 50 % harina trupillo)

### Perdidas por cocción (PPC)

En el proceso de cocción, la formulación CT obtuvo mayor pérdida de cocción con un porcentaje del 3.40 %, siguiendo con la formulación C que obtuvo un valor del 2.30 % y por último la formulación T con un porcentaje de 0.42 %. La formulación T (100 % trupillo) fue la

que presentó mejor respuesta a los procesos térmicos con un porcentaje de pérdida menor en peso (0.42 %).

## Caracterización sensorial

### Sabor

De acuerdo con la evaluación del sabor de los tratamientos, el 54 % de los encuestados dijeron que “Me gusta” la formulación C (Figura 3A); mientras la formulación CT y T (Figura 3B y 3C) obtuvieron mayor porcentaje (40 %) en “Me disgusta”, arrojando como resultado final a la formulación C como mejor sabor para los consumidores.

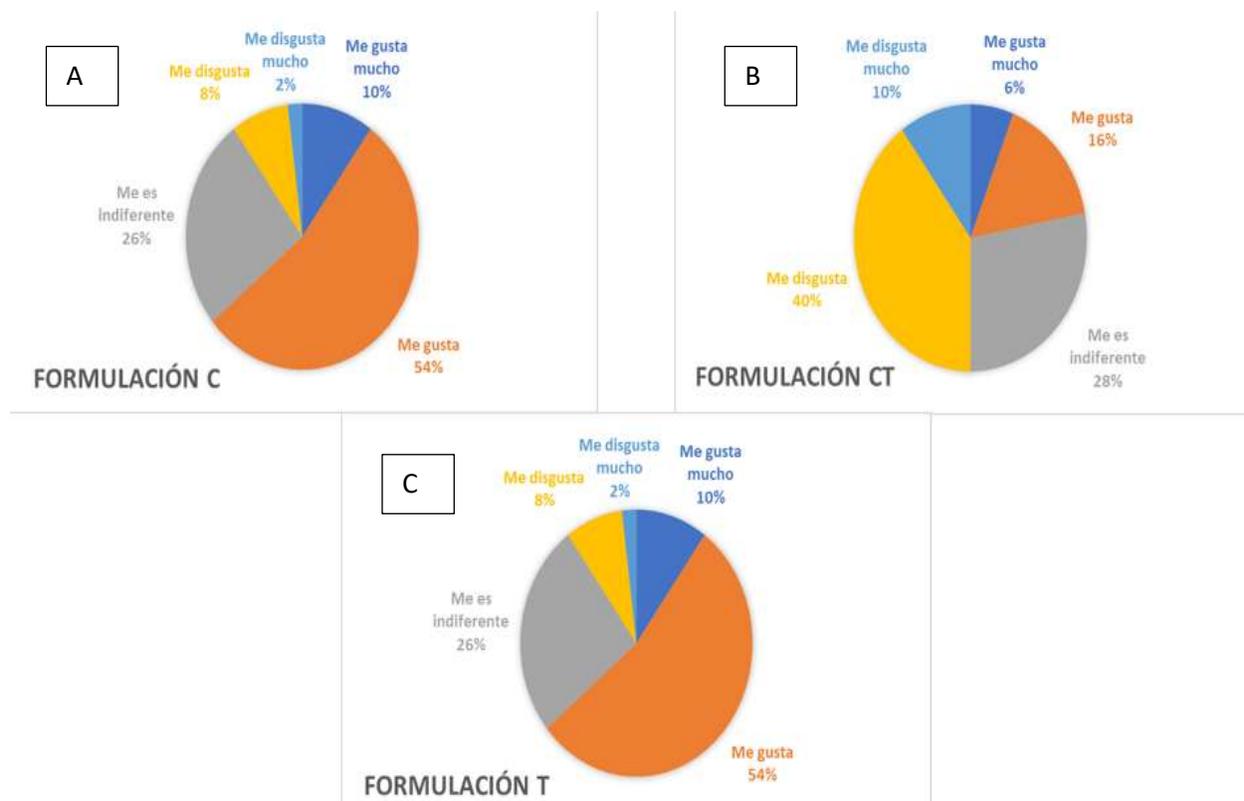


Figura 3. Evaluación del sabor de la formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo). Fuente: Autores

## Color

En la caracterización del color, la formulación C obtuvo con un 52 % de “Me gusta” del producto (Figura 4A), luego le siguió la formulación CT (Figura 4B) con un 38 % de “Me gusta” y por último la formulación T (Figura 4C) con un 32 % de “Me es indiferente” frente al producto. De acuerdo con el estudio realizado, la formulación C (Figura 4A) presentó mejor apariencia en el color con respecto a las otras formulaciones.

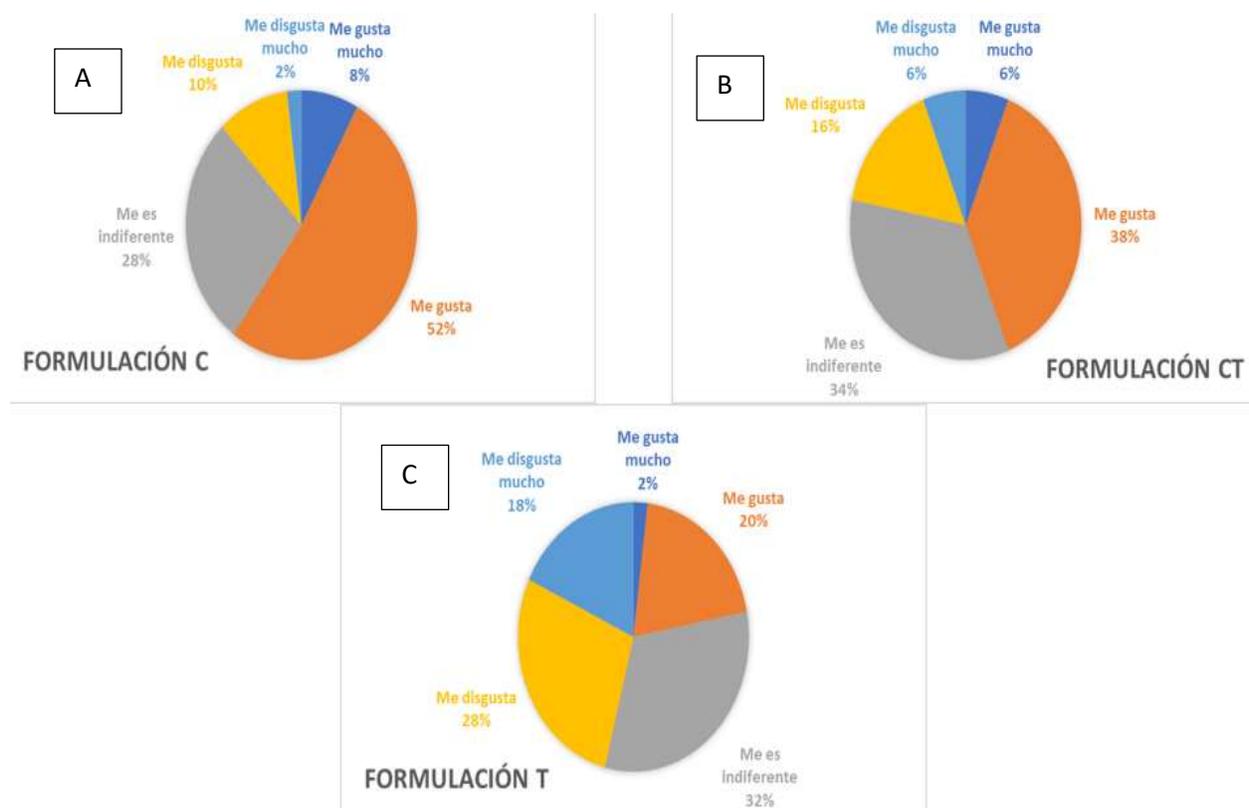


Figura 4. Evaluación del color de la formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo). *Fuente:* Autores

## Olor

En cuanto al olor, el 46 % de los encuestados afirmaron que “Me gusta” el producto de la formulación C (Figura 5A), frente a las formulaciones CT (Figura 5B) y T (Figura 5C) que

obtuvieron un 38 % de “Me es indiferente”. Así mismo, la formulación C (Figura 5A) presentó mejor olor con respecto a los otros productos.

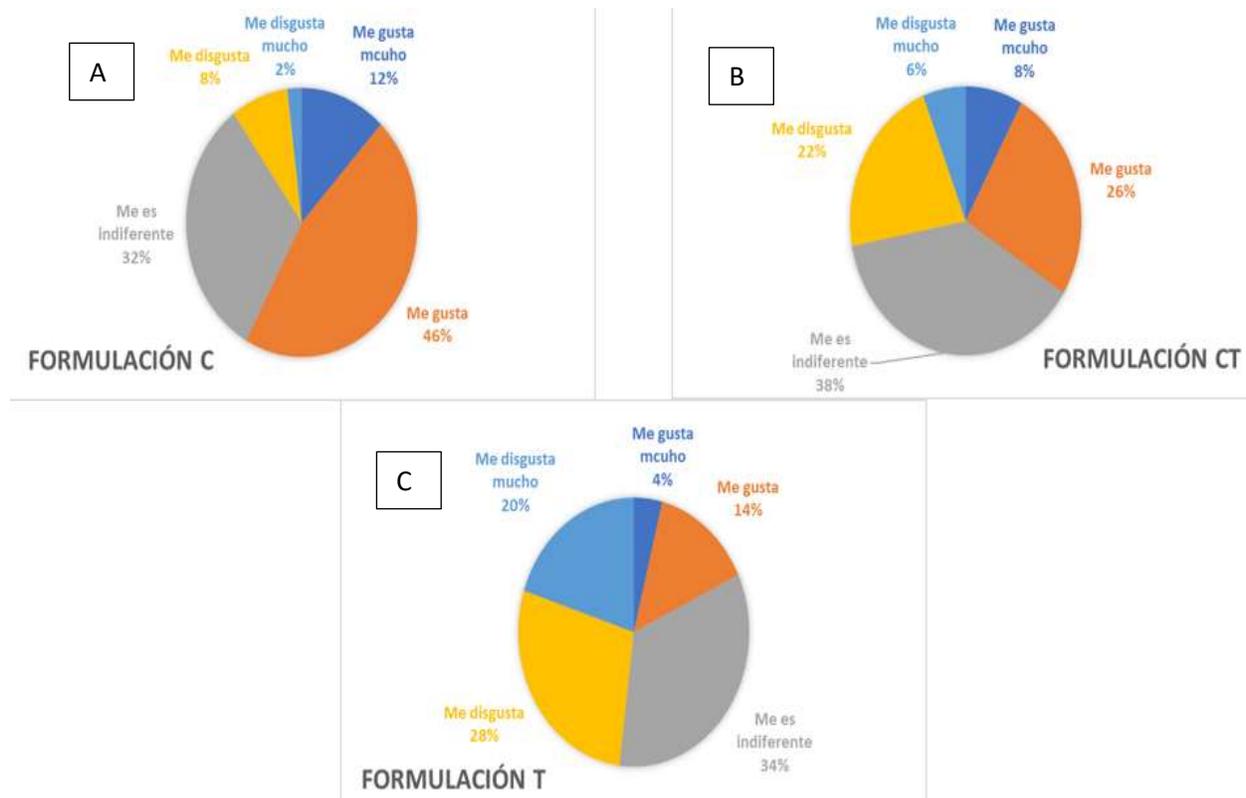


Figura 5. Evaluación del olor de la formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo). *Fuente:* Autores

### Textura

Para la textura, el 56 % de los encuestados manifestaron que “Me gusta” la formulación C (Figura 6A), el 30 % indicaron que “Me gusta” la formulación CT (Figura 6B), mientras que el 32 % manifestaron que “Me disgusta mucho” la textura de la formulación T (Figura 6C). La formulación C (Figura 6A) presentó mejor aceptación en la textura con respecto a las otras formulaciones.

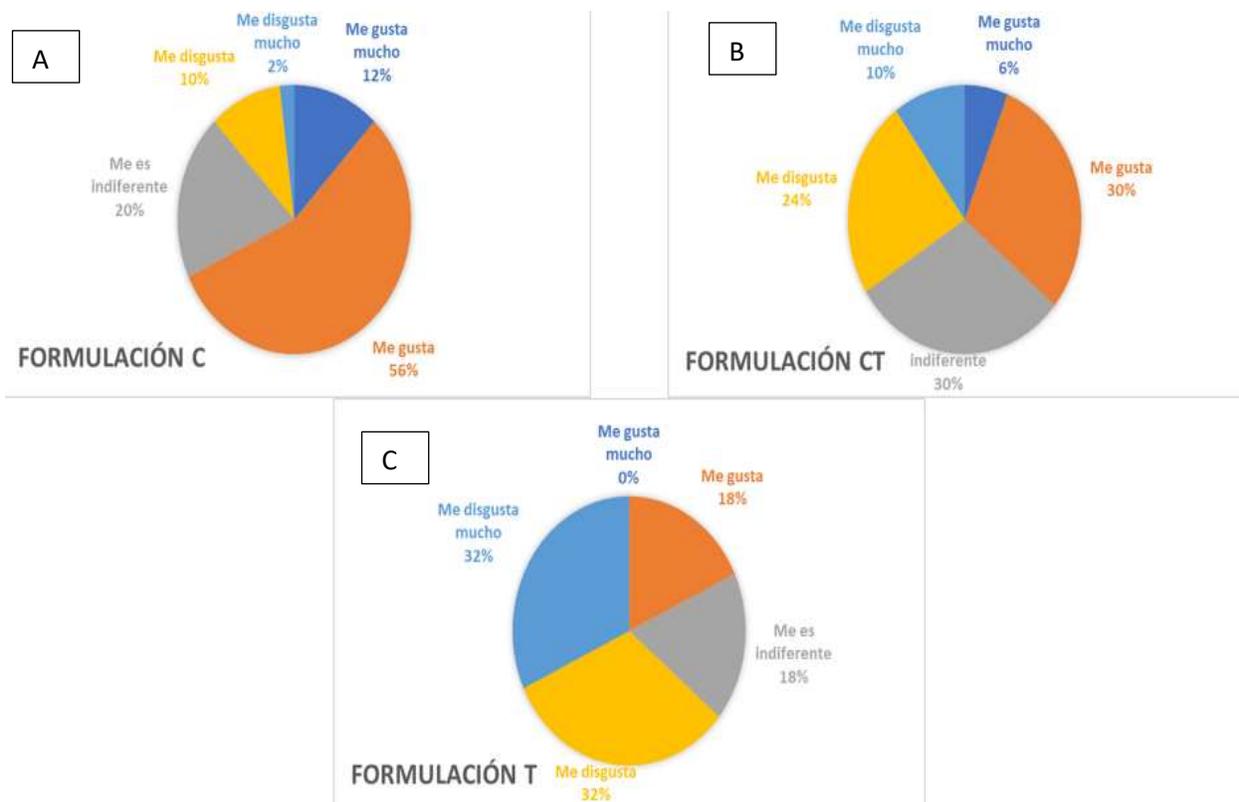


Figura 6. Evaluación de la textura de la formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo). *Fuente:* Autores

### Aceptabilidad

Con respecto a la aceptabilidad, el 54 % de los encuestados aceptaron la formulación C (Figura 7A) con mejores características sensoriales; mientras la formulación CT (Figura 7B) obtuvo un rechazo del 32 % y la formulación T (Figura 7C) no fue aceptada con un porcentaje del 36 % de los entrevistados.

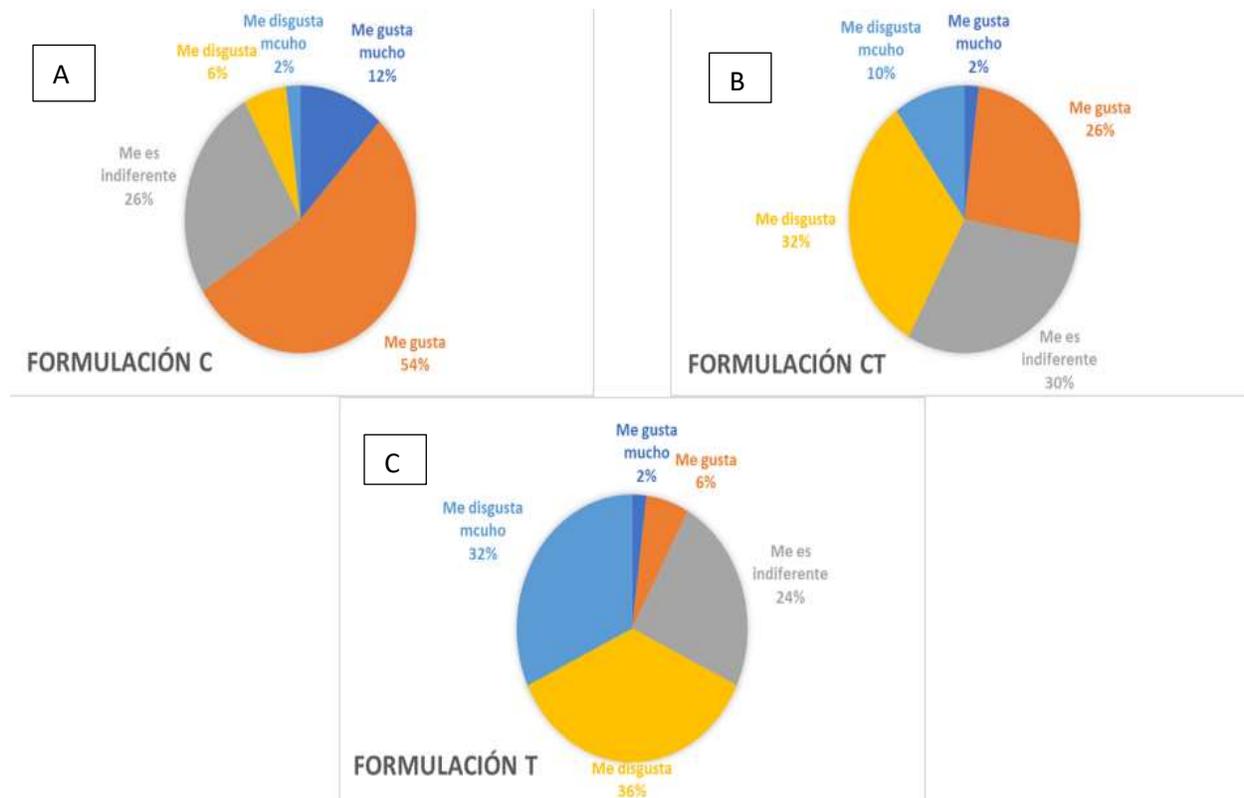


Figura 7. Aceptabilidad de la formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y formulación T (100 % harina de trupillo). *Fuente:* Autores

### Costo de materia prima directa

Los costos estimados en la Tabla 7 corresponden a los costos de materia prima directa, no incluyendo costos de operación. Como se puede observar, el producto terminado que tuvo ligeramente mayor costo fue la formulación C debido a que tiene en su totalidad harina de trigo en la formulación, pero no presentó variación con respecto a las otras formulaciones, debido a que la diferencia de costos de producción fue mínima ( $\leq \$ 70$ ).

Tabla 3

*Costos de elaboración del producto en cada una de las formulaciones*

Ingredientes	Precio Unitario (\$/kg)	Total (\$) Formulación Control	Total (\$) Formulación CT	Total (\$) Formulación T
Carne de res	\$ 12,600	\$ 3,150	\$ 3,150	\$ 3,150
Carne de cerdo	\$ 15,400	\$ 1,284	\$ 1,284	\$ 1,284
Grasa	\$ 13,800	\$ 856	\$ 856	\$ 856
Hielo	\$ 1,100	\$ 367	\$ 367	\$ 367
Proteína aislada de soya	\$ 17,000	\$ 561	\$ 561	\$ 561
Agua	\$ 2,150	\$ 230	\$ 230	\$ 230
Sal	\$ 900	\$ 14	\$ 14	\$ 14
Nitritos	\$ 2,950	\$ 0,59	\$ 0,59	\$ 0,59
Polifosfatos	\$ 9,200	\$ 28	\$ 28	\$ 28
Condimento tipo Frank	\$ 16,200	\$ 162	\$ 162	\$ 162
Ascorbato	\$ 6,400	\$ 13	\$ 13	\$ 13
Harina de trigo	\$ 1,800	\$ 180	\$ 90	\$ 0
Harina de trupillo	\$ 1,100	\$ 0	\$ 55	\$ 110
Tripa artificial 19” (1 rollo:33 m)	\$ 5,500	\$ 413	\$ 413	\$ 413
Nailon (1 ovillo:144 m)	\$ 700	\$ 49	\$ 49	\$ 49
<b>Total</b>		<b>\$ 7,307</b>	<b>\$ 7,272</b>	<b>\$ 7,237</b>

Formulación C (100 % harina de trigo); formulación CT (50 % harina de trigo y 50 % harina de trupillo) y

formulación T (100 % harina de trupillo)

### Discusión

Los rendimientos obtenidos en la elaboración de la harina de trupillo tanto de la semilla como la hoja fueron bajos comparados con el proceso de obtención de otras harinas, para harina de trupillo se ha reportado 80 % (Jaimes *et al.*, 2014), para el concentrado de haba 78 % (Marrugo *et al.*, 2012) y para la harina de quinua 95.72 % (Romo *et al.*, 2006). Los resultados del análisis bromatológico permitieron evaluar las diferencias entre las muestras de harina de hoja y de semilla con reportes de la literatura. La harina de semilla obtuvo mayores contenidos de proteína (27.7 %) y ceniza (8.04 %) en comparación con la harina de hoja (20.4 y 2.12 %,

respectivamente). Sin embargo, la harina de hoja presentó valores mayores de proteína y ceniza que otras harinas, por ejemplo, harina de trigo (12.2 y 3.62 %, respectivamente) (Goesaert *et al.*, 2005) y harina de quinua (11.8 y 1.74 %, respectivamente) (Delgado & Albarracín, 2012). Las semillas de leguminosas son de dos a tres veces más ricas en proteína que los cereales y el alto porcentaje de ceniza en harinas es directamente proporcional al alto contenido de nutrientes (Umaña *et al.*, 2013). Por otro lado, el contenido de proteína de harina de hoja guarda relación con los análisis proximales de especies de *Prosopis juliflora* y *Prosopis padilla*, los cuales reportan entre 14-26 % (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

De manera similar, el % humedad fue superior en la harina de semilla (8.7 %) que en la harina de hoja (3.4 %), coincidiendo el primero con valores reportados para harinas de plátano (8.28 %), lenteja (8.53 %) y champiñón (9.26 %) (Umaña *et al.*, 2013). En cuanto a acidez la harina de hoja tuvo valores más altos (0.0138 %) que la harina de semilla (0.0036 %), mientras que para el pH fueron 4.96 para harina de hoja y 5.93 para semilla. De manera general, ambas muestras se mantuvieron en rangos adecuados, los valores de acidez superiores a 0.25 % en harinas pueden modificar propiedades físicas, químicas y reológicas de las masas, y pH inferiores a 3.4 pueden provocar alteraciones causadas por microorganismos acéticos y butíricos (Umaña *et al.*, 2013).

La evaluación funcional presentó diferencias entre las harinas demostrando predicciones de procesamiento como formación de masas y también su comportamiento en otras matrices alimentarias como productos cárnicos. En la CH y CAA, la harina de semilla (16.7 ml agua/ g muestra) presentó mayor valor con relación a la harina de hoja (14.56 ml agua/ g muestra). Este comportamiento se puede explicar por el contenido de fibra, el cual juega un papel importante en la ganancia de volumen por medio de la alta absorción de agua (Umaña *et al.*, 2013). Para la

CRA, la harina de semilla (27.94 g agua/ g muestra) exhibió mejor valor frente a la harina de hoja (10.50 g agua/ g muestra), resultados que comparten una relación por el contenido de proteína de la semilla, dado que, entre más alto es su contenido de proteína, mejor es la CRA (Jaimes *et al.*, 2014), presentando mejores características y cumpliendo con los requisitos de interés agroindustrial. La solubilidad presentó muy poca diferencia entre las harinas (0.44 vs. 0.47 g porción soluble/ g muestra para semilla y hoja, respectivamente).

En cuanto a la composición bromatológica de las salchichas, se presentaron mayores valores para proteína en la formulación T (13,7 %), seguido de la formulación CT (12,4 %). Estos resultados cumplen con lo estipulado en la normativa colombiana (NTC 1325/2008), la cual determina un mínimo de 10 % de proteína. Sin embargo, se presentaron datos inferiores a los reportados por otros investigadores al evaluar la inclusión de extensores en salchichas (Torres *et al.*, 2016; Hleap *et al.*, 2017 y Jaimes *et al.*, 2015). La variación entre las formulaciones con harina de trigo y harina de trupillo pudo estar relacionada con que el contenido de proteína del trupillo es mayor (13.9%) (Armitage *et al.*, 1980) en comparación con el de harina de trigo que se encuentra en un rango de entre 10 a 12% (De la Vega, 2009).

El contenido de humedad de las tres formulaciones se mantuvo en el rango permitido por la NTC 1325 (2008), la cual determina máximo 90 % para salchichas estándar. Los resultados fueron menores a los presentados por Jaimes *et al.* (2015) para salchichas con harina de trupillo como extensor y mayores a los obtenidos por Torres *et al.* (2016) para salchichas con harina de *Lens culinaris*. El alto contenido de humedad hace conveniente la inclusión de análisis microbiológicos en futuras investigaciones enfocados como mínimo en la detección de coliformes totales y fecales, *Salmonella* y mohos, aplicados a materias primas, productos terminados frescos y a diversos intervalos durante la etapa de almacenamiento.

El porcentaje de ceniza fue mayor en aquellas formulaciones que incluían la harina de trigo (formulación C y formulación CT), lo cual puede deberse al contenido nutricional, específicamente a los minerales que presenta este cereal comparados con los de la harina de trupillo. Cabe destacarse que para mayor exactitud en la interpretación de los resultados de ceniza sería complementario un análisis detallado de la harina de trupillo sobre estos componentes, para lo cual podría seguirse la metodología seguida por Dorta & Ciarfella (2014), quienes determinaron el contenido de hierro, fósforo, calcio y algunos factores antinutricionales en harina del rizoma de guapo (*Maranta arundinacea*).

La acidez en los embutidos se rige particularmente por las características de la materia prima, en este caso de la carne, la cual influye también sobre las propiedades funcionales de las emulsiones como lo son la CRA, la solubilización de proteínas, el color y en el crecimiento microbiano (Jiménez & Carballo, 1989).

El pH obtenido para las tres formulaciones se caracterizó por tender a la neutralidad, corroborando lo planteado por Marcos *et al.* (2016), quienes consideran a las salchichas como un producto cárnico de baja acidez (pH final > 5). Además, coincidieron con los rangos obtenidos por Calderón & Arancibia (2018), al evaluar el aprovechamiento de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. Sin embargo, para el análisis de productos proteicos otros investigadores como Hleap & Velasco (2012), han realizado control de este parámetro durante un periodo de tiempo bajo almacenamiento debido a que estos productos tienden a liberar grupos amino causantes de reacciones químicas y crecimiento microbiano (Park *et al.*, 1978; Frazier & Westhoff, 1985). Igualmente, los rangos de pH cercanos a la neutralidad han sido identificados como los medios ideales para el desarrollo de microorganismos (Frazier & Westhoff, 1985).

Las variaciones en textura de la emulsión y del producto final e igualmente los cambios en color de las salchichas formuladas permiten plantear la aplicación de pruebas sensoriales enfocadas en el producto, específicamente pruebas descriptivas que permitan una descripción completa y objetiva de las muestras (Cross *et al.*, 1986). En el análisis sensorial, inicialmente, se consideró que la información sobre género y estrato sería de utilidad para la segmentación del mercado y definición de las características de los consumidores. Sin embargo, no fue posible determinar estos parámetros debido a que los grupos de hombres y mujeres no guardaron proporciones en el número de integrantes ni los estratos aportaron diferencias significativas que interfirieran en la decisión.

Las evaluaciones realizadas por los panelistas a las tres muestras de salchicha permitieron determinar los diferentes grados de preferencia entre las formulaciones. Se obtuvieron mejores resultados para la muestra que representaba a la formulación C en los aspectos de sabor, olor, color, textura y aceptabilidad general, seguido de la formulación con harina de trigo y trupillo, hecho que puede deberse a la costumbre de los consumidores a los productos comerciales y que científicamente es identificado bajo el concepto de neofobia, el cual es definido por Pliner & Hobden (1992) como la resistencia que tienen tanto las personas como los animales a ingerir nuevos alimentos por la poca adaptación. Las variaciones en cuanto a textura en las salchichas con harina de trupillo pudieron ser el resultado de que esta harina posee mayor CRA comparada con la harina de trigo como efecto de la ausencia de gluten en dicha legumbre (Padrón *et al.*, 2014).

Los resultados de la estimación de costos de materias primas dejaron ver la disminución de costos en las formulaciones realizadas con harina de trupillo y concuerdan con la investigación de Rivas (2015) donde se estudia la factibilidad para la producción y

comercialización de alimentos a base de trupillo y en donde se demuestra a través de un exhaustivo análisis financiero que la inclusión del fruto de trupillo en la formulación de diferentes alimentos es causal de disminución de costos y mejorar la accesibilidad en cuanto a precios en el mercado.

### Conclusión

Las harinas obtenidas mostraron características típicas de las materias primas manteniendo su color y olor particular. Los rendimientos para la obtención de las harinas fueron bajos comparados con los de otras leguminosas. La muestra de harina de semilla tuvo mayores contenidos de proteína, ceniza y humedad. En cuanto a la acidez, la harina de hoja presentó valores más altos mientras que el pH de la harina de semilla fue mayor. Sin embargo, ambas muestras se encontraron en rangos adecuados en los que no es posible que se presenten modificaciones en las propiedades físicas, químicas y reológicas de las masas o alteraciones por microorganismos. La harina de semilla mostró valores más altos para la CH, absorción de agua y CRA. Debido a que, la harina de semilla reflejó mejores características, podría considerarse como una alternativa en la industria alimentaria y permitiría el aprovechamiento agroindustrial del trupillo.

En las formulaciones de salchichas realizadas se tuvieron variaciones notables en la textura y color de las salchichas. De estas, la que mayor contenido de proteína presentó fue la salchicha de trupillo (13.7 %) valor que se encuentra entre los rangos permitidos por la normativa colombiana. Por el alto contenido de humedad resulta importante para futuras investigaciones el análisis microbiológico de los embutidos. La prueba sensorial efectuada indicó que la salchicha control tuvo mayor aceptación por los consumidores, lo cual puede deberse a la costumbre de los consumidores a los productos comerciales.

Finalmente, a pesar de lo anterior, por el alto contenido de proteína la salchicha con harina de trupillo como extensor podría incluirse en la dieta humana.

### Referencias

- Abdel-Aal, E. S. M., Youssef, M. M., Adel-Shehata, A., & El-Mahdy, A. R. (1986). Extractability and functionality of rice proteins and their application as meat extenders. *Food Chemistry*, 20(1), 79–83. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(86\)90169-X](https://doi.org/10.1016/0308-8146(86)90169-X)
- Albarracín, H. W., Acosta A., L. F., & Sánchez B., I. C. (2010). Elaboration of a scalded sausage using common bean flour (*Phaseolus spp.*) as extender. *Vitae*, 17(3), 264–271.
- Andújar, G., Guerra, M., & Santos, R. (2000). *La utilización de extensores cárnicos, experiencias de la industria cárnica cubana*. (p. 86). La Habana (Cuba): Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.
- Armitage, F., Joustra, P., & Salem, B. (1980). *Genetic resources of tree species in arid and semi-arid areas*. (p. 118). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Astaíza, M., Ruíz, L., & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild.*) y Zanahoria (*Daucus carota*). *Facultad de Ciencias Agrarias*, 8, 43–53.
- Bernardi, C. M., Drago, S., Sabbag, N., Sánchez, H. & Freyre, M. (2006). Formulation and Sensory Evaluation of *Prosopis alba* (Algarrobo) Pulp Cookies with Increased Iron and Calcium Dialyzabilities. *Plant foods for human nutrition*, 61, 39-44. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0012-x>.
- Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., & Rajamohamed, S. H. (2010). Comparación de las propiedades funcionales de los concentrados de proteínas de

guisantes, garbanzos y lentejas procesados mediante técnicas de ultrafiltración y precipitación isoelectrica. *Food Research International*, 43, 537–546.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>

Calderón A. L. A., & Arancibia S. M. Y. (2018). *Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt* [Tesis de Pregrado Ingeniería en Alimentos].

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29059>

Catalán, L., Lara, R., Ribaski, J., Lima, P., Serra, M., Sosa, V., García, P., Romero, M. Vilela, J., Cabello, C., Coirini, R., Karlin, U., & Zapata, R. (1997). *Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina*. Food and Agriculture Organization (FAO)/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Cross, H. R., Stanfield, M. S., Elder, R. S., & Smith, G. C. (1979). A comparison of roasting versus broiling on the sensory characteristics of beef longissimus steaks. *Journal of Food Science*, 44(1), 310-311. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb10075.x>

Cumbre Mundial sobre la Alimentación. (1996). Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la alimentación. En: *Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y plan de acción de la cumbre mundial de la alimentación*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>.

De Candolle, A. (1825). *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, sive enumeratio contracta ordinum generum specierumque plantarum hucusque cognitarum, juxta methodi naturalis normas digesta*. (p. 447). Segunda Edición. Paris, Francia: Treuttel & Würtz.

De la Vega R., G. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales.

*Temas de Ciencia y Tecnología*, 13, 27-32.

Delgado C. N., & Albarracín H. W. (2012). Microestructura y propiedades funcionales de harinas

de quinua (*Chenopodium quinoa w*) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos. *Vitae*, 19(1), 430-432.

Delgado, J. (2014). *Evaluación de harinas de chachafruto (Erythrina edulis) y quinua*

(*Chenopodium quinoa W*) como extensores en el proceso de elaboración de salchichas tipo Frankfurt [Tesis de Maestría de Ciencia y Tecnología de Alimentos]. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00061.pdf>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017). Cuentas Trimestrales –

Colombia Producto Interno Bruto (PIB) (s.f). Recuperado de

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>

Dorta V. A. M., & Ciarfella P. A. T. (2014). Determinación del contenido de hierro, fósforo,

calcio y algunos factores antinutricionales en harina del rizoma de guapo (*Maranta arundinacea*). *Saber*, 26(2), 146-152.

Galera, F. M. (2000). *Los algarrobos: Las Especies del Género Prosopis (Algarrobos) de*

*América Latina con Especial Énfasis en Aquellas de Interés Económico*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Production and Protection Division and Universidad National de Cordoba, Argentina.

Frazier, W., & Wethoff, D. (1985) *Microbiología de los alimentos*. Tercera Edición. Editorial

Acribia S.A., Zaragoza España. 478 p.

- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in food science & technology*, *16*(1-3), 12-30.
- Gómez, M., & Gómez, N. (2013). *Evaluación de la calidad de carne de pollo (Pectoralis major y Pectoralis minor) que se expende en la ciudad de San Juan De Pasto, Nariño* [Tesis de pregrado de zootecnia]. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.  
<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89692.pdf>
- Granados, C., Guzmán, L. E., & Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae thunnus*). *Informacion Tecnologica*, *24*(6), 29–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000600005>
- Güemes, V. N. (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *Nacameh*, *1*, 110–117.
- Fernández, H. X. (2016). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados* [Tesis Doctoral] Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.  
<https://eprints.ucm.es/38759/1/T37606.pdf>
- Hleap, J. I., & Velasco, V. A. (2012). Physicochemical parameters during storage of sausages made from red tilapia (*Oreochromis sp.*). *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *10*(1), 42-50.

- Hleap-Zapata, J. I., González-Ochoa, J. M., & Mora-Bonilla, M. F. (2017). Análisis sensorial de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). *Orinoquía*, 21, 15–25.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación. (2008). *Norma Técnica Colombiana 1325: Industrias Alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados*. (NTC 1325).
- Jaimes, J., Acevedo, D., & Torres J. (2012). Estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*). *Vitae*, 19(1), 240-242.
- Jaimes, J., Restrepo, D. A., & Correa, D. (2014). Preparación y determinación de las propiedades funcionales del concentrado proteico de trupillo (*Prosopis juliflora*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 12(1), 144-152.
- Jaimes, J., Acevedo, D., & Severiche, C. (2015). Calidad del pescado de mar procesado: alteraciones lipídicas. *Ingenium*, 9, 33–39.
- Jiménez C., F., & Carballo S., J. (1989). *Principios básicos de elaboración de embutidos*. (No. Folleto 12540). España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1989\\_04.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_04.pdf)
- Liu, K., Stieger, M., Van der Linden, E., & Van de Velde, F. (2016). Tribological properties of rice starch in liquid and semi-solid food model systems. *Food hydrocolloids*, 58, 184-193.

- Marcos, C., Viegas, C., de Almeida, A. M., & Guerra, M. M. (2016). Portuguese traditional sausages: different types, nutritional composition, and novel trends. *Journal of Ethnic Foods*, 3(1), 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2016.01.004>
- Marrugo, Y. A., Montero, P. M., & Duran, M. (2012). Propiedades funcionales de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*. *Vitae*, 19(1), 403-405.
- Martínez, G., J., Díaz, E. C. F., & Martínez R. L. (2015). Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaria a partir de harina de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y mango (*Mangifera indica* L). *Ingenium*, 9, 11–19.
- Martínez, M. (1927). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas nativas de América latina y el Caribe. Fondo de Cultura Económica. México.
- Mbougoung, P. D., Tenin, D., Tchiégang, C., & Scher, J. (2015). Effect of starch type on the physicochemical and textural properties of beef patties formulated with local spices. *American Journal of Food Science and Technology*, 3(2), 33-39.
- Montañez, C. & Pérez, I. (2007). *Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (Chenopodium quínoa, Wild)* [Tesis de pregrado de Ingeniería de alimentos]. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.
- <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15831/T43.07%20M762e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Negreiros, A. N. (1992). "Processing and Utilisation of *Prosopis juliflora* as an alternative source of food" Universidade federal do Río Grande do Norte Natal Brazil. *Prosopis Species. Aspects of their Value, Research and Development*". Cord, University of UK.
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., & Sánchez-Muniz, F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(4), 919-930.
- Ordoñez, J., & Patiño, E. (2012). *Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (Carcharhinus falciformis) y almidón modificado (Maltodextrina)* [Tesis de pregrado de Ingeniero Agroindustrial] Universidad de San Buenaventura, Cali, Colombia. <https://docplayer.es/14620378-Estudio-tecnico-para-la-elaboracion-de-salchichas-a-partir-de-carne-de-toyo-blanco-carcharhinus-falciformis-y-almidon-modificado-maltodextrina.html>.
- Padrón, C. A., Oropeza, R.A., & Montes, A. I. (2014). Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 166–218.  
Retrieved from <http://www.rvcta.org>
- Park, E. Y., Brekke, C. J., & Branen, A. L. (1978). Use of pacific hake (*merluccius productus*) in a frankfurter formulation. *Journal of Food Science*, 43(6), 1637–1640.
- Pasiecznik, N. M., Felker, P., Harris, P.J., Harsh, L., Cruz, G., Tewari, J. C., Cadoret, K., & Maldonado, L. J. (2001). *The Prosopis juliflora-Prosopis pallida complex: a monograph*. Henry Doubleday Research Association, Coventry, United Kingdom.

- Vanegas, P. L. S., Restrepo, M. D. A. & López, V. J. H. (2009). Características de las bebidas con proteína de soya. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 62(2), 5165-5175.
- Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, 19(2), 105-120.
- Ramírez-López, J. F. V. R, Pomeón, T., Feique, Qu, L., Velásquez, S. A. A., & Química, F. D. E. (2008). La Química y la Alimentación. *Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos*, 2, 1-20.
- Ranjan K., R., Malav, O. P., Sharma, B. D., Talukder, S., & Kumar, R. R. (2013). Economics of Preparation of Restructured Chicken Meat Blocks Extended with Different Vegetative Extenders. *J Food Process Technol*, 4, 282. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000282>
- Rivas, J. (2015) *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de alimentos a base del fruto seco del P. juliflora. (Trupillo)* [Tesis de Pregrado en Finanzas y relaciones internacionales]. Corporación Universidad de la Costa, CUC – Colombia, Barranquilla. <http://hdl.handle.net/11323/811>
- Rojas M., Y. (2016). *Comparación de materias primas alimenticias (Fruto del Trupillo (Prosopis juliflora), y hoja de yuca (Manihot esculenta) en el rendimiento del engorde de pollos en su etapa de finalización* (Trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD – Colombia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12092>
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., & Céron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 4(1), 112-125.

Sáez, A., & Solarte, J. (2004). Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de *Prosopis Juliflora*. *Revista de la Universidad EAFIT*, 40(135), 9-17.

Salinas, R. M. E. (2010). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa) para la formulación y elaboración de salchichas tipo vienesa con características funcionales* [Tesis de pregrado de Ingeniería de alimentos]. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/847>

Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2015). *History of Soybeans and Soyfoods in South America (1884-2015): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook*. Lafayette, CA (USA): SoyInfo Center.

Torres, G. J. D., González, M. K. J., Acevedo, C. D., & Jaimes M. J. del C. (2016). Efecto de la utilización de harina de *Lens culinaris* como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *Tecnura*, 20, 15–28.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a01>

Trujillo, G. (2009). Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales en la alimentación de bovinos. Primera edición. Huila, Colombia. *Comité de Ganaderos del Huila*  
[http://www.comitedeganaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos\\_forrajeros.pdf](http://www.comitedeganaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos_forrajeros.pdf)

Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S. M., & Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. *Alimentos Hoy*, 22(29), 33-46.

Utrilla, M.C., García-Ruiz, A., & 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*, 98(4), 85-91.

Vázquez, Y. C., Batis, M. A., Alcocer S. M., Gual. D. M., & Sánchez, D. C. (1999). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valioso para la restauración ecológica y la reforestación* (pp. 178 - 183). México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Zhang, W., Samaraweera, H., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat science*, 86(1), 15-31- <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>

## Anexos

## Prueba Sensorial aplicada

### Prueba sensorial para salchichas aplicando Escala Hedónica

Por favor llene esta encuesta solamente si usted consume salchicha al menos una vez por trimestre. En caso contrario le agradecemos no hacer la prueba.

#### 1. Género

Marca solo un óvalo.

- Femenino  
 Masculino

#### 2. Estrato

Marca solo un óvalo.

- 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6

**Frente a usted hay tres muestras de salchicha, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha.**

#### 3. Sabor

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 4. Olor

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. Color**

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6. Textura**

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. Aceptabilidad**

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**8. ¿La compraría?**

Selecciona todos los que correspondan.

	Muestra 391	Muestra 451	Muestra 018
Sí	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**9. Observaciones**


---



---



---



---



---