

# **Desarrollo y caracterización fisicoquímica de una torta de cerdo**

**Jorge Alberto Zelaya Figueroa**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Desarrollo y caracterización fisicoquímica de una torta de cerdo**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Jorge Alberto Zelaya Figueroa**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2018

## Desarrollo y caracterización fisicoquímica de una torta de cerdo

Jorge Alberto Zelaya Figueroa

**Resumen.** Debido al valor nutricional de la carne de cerdo y al interés del Comedor Estudiantil de la Escuela Agrícola Panamericana por diversificar la oferta de productos cárnicos en el desayuno, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar una torta de carne de cerdo evaluando diferentes porcentajes de grasa y diferentes mezclas de ingredientes no cárnicos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2×2 (Grasa (G): 6 y 9%; y Mezcla de ingredientes no cárnicos: M1 y M2). Ambas mezclas llevaron los mismos porcentajes de aditivos: almidón de papa (2.5%), sal (cloruro de sodio) (1.5%), azúcar (0.5%), tripolifosfato de sodio (0.5%). La M1 comprendió los siguientes condimentos: pimienta negra (0.25%) y salvia (0.09%). La M2 se conformó por: pimienta negra (0.25%), hinojo (0.25%) y nuez moscada (0.12%). Se evaluaron las características fisicoquímicas y la aceptación y preferencia sensorial. La carne de cerdo se molió, mezcló, moldeó, almacenó (4 °C) y cocinó hasta alcanzar 71 °C internamente. Las tortas altas en grasa presentaron mayores porcentajes de pérdida total por cocción, reducción en diámetro, aumento en grosor, y tuvieron mayor aceptación en los atributos de sabor y suavidad. No obstante, la fuerza de corte disminuyó solo para las tortas con mayor porcentaje de grasa y M2. Las tortas con 9% de grasa conteniendo M1 o M2 fueron las más aceptadas y preferidas por los panelistas. La M1 aumentó el tono de las tortas. Se recomienda seguir optimizando las formulaciones con 9% de grasa para lograr mayor aceptación sensorial.

**Palabras clave:** Nivel de grasa, mezcla de ingredientes no cárnicos, torta de cerdo.

**Abstract.** Due to the nutritional value of pork and the interest of the Pan-American Agricultural School Cafeteria to diversify the supply of meat products during breakfast, this study aimed to develop a pork patty evaluating different percentages of fat and different mix of non-meat ingredients. A Completely Randomized Design (CRD) with 2×2 factorial arrangement (Fat (G): 6 and 9%, and Mixture of non-meat ingredients: M1 and M2) was used. Both mixtures carried the same percentages of additives: potato starch (2.5%), salt (sodium chloride) (1.5%), sugar (0.5%), sodium tripolyphosphate (0.5%). The M1 comprised the following condiments: black pepper (0.25%) and sage (0.09%). The M2 was made up of: black pepper (0.25%), fennel (0.25%) and nutmeg (0.12%). Physicochemical characteristics and sensory acceptance and preference were evaluated. The pork was ground, mixed, molded, stored (4 °C) and cooked until reaching 71 °C internally. The patties high in fat presented higher percentages of total loss by cooking, reduction in diameter, increase in thickness, and had greater acceptance in the attributes of flavor and smoothness. However, the cutting force decreased only for the patties with the highest percentage of fat and M2. The patties with 9% fat containing M1 or M2 were the most accepted and preferred by the panelists. The M1 increased the tone of the patties. It's recommended continuing optimizing formulations with 9% fat to achieve greater sensory acceptance.

**Key words:** Fat level, non-meat ingredients mix, pork patty.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>28</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulaciones de la torta de cerdo para los cuatro tratamientos. ....	5
2. Descripción del arreglo factorial del estudio. ....	10
3. Mezclas de ingredientes no cárnicos para tortas de cerdo. ....	12
4. Porcentaje de extracto etéreo de materia prima. ....	13
5. Recortes de cerdo para obtener materia prima cárnica con 10% y 20% de grasa. .....	13
6. Media y desviación estándar del porcentaje de extracto etéreo de cada tratamiento en su estado crudo. ....	14
7. Media y desviación estándar del porcentaje de humedad de cada tratamiento en su estado crudo. ....	15
8. Media y desviación estándar de valores de pH de cada tratamiento crudo y cocido. ....	16
9. Media y desviación estándar de valor L, a*, b* y H de cada tratamiento en forma cocida. ....	18
10. Media y desviación estándar de la fuerza de corte de cada tratamiento cocido. .	19
11. Media y desviación estándar de los porcentajes de pérdida total	
12. por cocción, reducción en diámetro y reducción en grosor de cada tratamiento. .....	20
13. Media de recuentos de Coliformes Totales de cada tratamiento cocido. ....	21
14. Media y desviación estándar de los atributos de cada tratamiento. ....	24
<b>Figuras</b>	
	<b>Página</b>
1. Flujo de proceso para la elaboración de las tortas de cerdo. ....	6
2. Resultados de Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia en porcentaje ( $P < 0.05$ ; $\chi^2 = 32.24$ ). ....	25
<b>Anexos</b>	
	<b>Página</b>
1. Cuadrado de Pearson para carne de cerdo con 20% de grasa. ....	34
2. Boleta de evaluación sensorial. ....	35
3. Correlación de atributos en general. ....	37

# 1. INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo se posiciona como la carne roja más consumida a nivel mundial y su demanda ha aumentado en las últimas décadas, principalmente en los países en desarrollo cuyas economías experimentan rápido crecimiento (FAO 2016). Cabe destacar que la industria porcina se ha distribuido a lo largo de todo el mundo, exceptuando lugares cuyas culturas y creencias religiosas lo limitan. De igual manera, OCDE/FAO (2017) explica que la carne de cerdo se ha posicionado como una de las carnes preferidas en América Latina debido a una mayor producción interna, una mejora en la calidad y precios relativos favorables.

Para muchas personas, el valor nutricional de la carne de cerdo representa parte indispensable de su dieta tradicional, aportando muchos beneficios. Entre los principales, un gran aporte proteico y de aminoácidos esenciales que no son sintetizados por el ser humano. También, es una fuente de energía aportada por la grasa, la cual ayuda a mitigar la incertidumbre alimenticia. Entre los micronutrientes que aporta la carne de cerdo, se pueden encontrar minerales como fósforo, selenio, sodio, zinc, potasio, cobre, hierro y magnesio; vitaminas como B6, B12, tiamina, niacina y riboflavina (FAO 2014).

Debido a la gran demanda y valor nutricional de la carne de cerdo, la industria cárnica se ve forzada a ofrecer una mayor variedad de productos cárnicos y por supuesto a aumentar la calidad de los mismos. Una forma de mantener la industria porcina firmemente en el mercado es por medio del desarrollo de productos procesados que puedan adaptarse a la forma de vida frenética de las personas y ser fácilmente aceptada. Un claro ejemplo son los productos congelados ya que se puede contar con comida fresca en cualquier momento y son fáciles de preparar (Ruíz 2017). La carne molida en forma de torta genera otra perspectiva a los consumidores y sirve como base para una amplia gama de opciones de consumo (Bozec y Martin 2014).

El Servicio de Mercadeo Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (AMS 2009), define torta de cerdo como una mezcla que consiste en carne de cerdo molida derivada de cualquier parte de la canal de cerdo que esté sazonada, formada en empanadas redondas, completamente cocinada o cruda y luego congelada para consumir en sándwich o individualmente. De igual manera, estableció que la carne de cerdo comprenderá al menos el 90% de la fórmula y las materias primas no cárnicas no excederán el 10%, y el producto terminado no excederá el 20% de grasa y el contenido de sodio tampoco será mayor a 700 mg por porción de 100 g.

Los productos cárnicos procesados utilizan una gran variedad de ingredientes, los cuales se pueden dividir en dos grupos: cárnicos y no cárnicos (Quezada 2013). Los ingredientes cárnicos son fuente importante de proteína y su principal función es acentuar y mejorar el sabor del producto. La grasa es uno de los componentes más importantes de la carne, influyendo enormemente en la percepción sensorial de los consumidores. Desde un punto fisiológico, la grasa es fuente de vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales y precursores de prostaglandinas. Así mismo, es la fuente con más concentración de energía brindando 9 kcal/g (Akoh 1998).

Los ingredientes no cárnicos, como su nombre lo indica, son aquellos que no están presentes naturalmente en la carne y por ende, hay que agregarlos. Freixanet (s.f.) explica que los ingredientes están presentes en la naturaleza y que habitualmente son consumidos dentro de una dieta normal como ser la sal, azúcares, saborizantes, especias y condimentos. Los aditivos son todas las sustancias que no son consumidas normalmente y que son agregadas intencionalmente con fines tecnológicos o sensoriales como ser colorantes, nitritos y nitratos, conservantes, antioxidantes y fosfatos.

Maya (2010) describe los diferentes aditivos e ingredientes que se pueden utilizar en el procesamiento de carnes, su concentración y función. La sal (1.5-2%) funciona como conservante y saborizante; el tripolifosfato de sodio (0.5%) da textura al solubilizar proteínas y retiene humedad; azúcar (0.5-1.0%) aporta sabor, olor y funciona como conservante, el almidón (hasta un 10%) aumenta capacidad de ligar agua, sirve como relleno y aglutinante al gelatinizarse a temperaturas bajas. Los condimentos o especias aportan aromas y sabores específicos. Tales no tienen cantidades máximas permitidas, pero se deben considerar las buenas prácticas de manufactura y las exigencias del consumidor.

Jeong *et al.* (2016), evaluaron el efecto del nivel de pérdida de grasa al cocinar tortas de cerdo en un microondas. Las tortas de cerdo variaban según el porcentaje de grasa (10, 15, 20 y 25%). Identificaron que a mayor porcentaje de grasa las siguientes variables disminuían: porcentaje de proteína, humedad, retención de humedad y fuerza de corte. De forma contraria, la exudación y pérdida por cocción aumentaron.

La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano es una institución educativa sin fines de lucro que presta sus servicios a aproximadamente 1,200 alumnos. El Comedor Estudiantil Doris Stone, es la unidad encargada de ofrecer alimentación para los estudiantes, la cual, ha mostrado interés en brindar distintos productos cárnicos en el desayuno. Por ende, la presente investigación se enfocó en la elaboración de una torta de carne de cerdo, evaluando diferentes porcentajes de grasa y diferente mezcla de ingredientes no cárnicos.

El objetivo general de este estudio fue desarrollar una formulación óptima de una torta de cerdo para variar las opciones de productos cárnicos en el desayuno para el Comedor Estudiantil de Zamorano. Para ello se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las características fisicoquímicas de la torta de cerdo.
- Evaluar la aceptación y preferencia sensorial de la torta de cerdo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Localización.**

El proceso de elaboración de las muestras y los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano). La mayoría de los análisis químicos y físicos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). La determinación del extracto etéreo se realizó en el Laboratorio de Análisis Industriales MQ, ubicado en Tegucigalpa, debido a desperfectos de la instrumentación en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano. Las muestras se trataron térmicamente en el Comedor Estudiantil “Doris Stone”. El análisis sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de Zamorano.

### **Etapa preliminar.**

El presente estudio tomó como base diferentes investigaciones de Jeong *et al.* (2004, 2007, 2016), los cuales evaluaron diferentes características fisicoquímicas en tortas de carne de cerdo con diferentes porcentajes de grasa. Por ende, la ejecución de esta etapa fue fundamental para definir parámetros de desarrollo del nuevo producto, como ser el porcentaje de grasa de la materia prima cárnica a usar y los ingredientes no cárnicos de la formulación. En las primeras cuatro pruebas preliminares se explica cada uno de los cambios en ingredientes no cárnicos que se llevaron a cabo en la formulación y el proceso de optimización. En la quinta prueba se determinó el porcentaje de grasa de la materia prima cárnica a utilizar en la torta de cerdo.

**Primera prueba.** Esta prueba tuvo como fin determinar el mejor sabor de dos tortas de cerdo manufacturadas con dos tipos de mezclas de ingredientes no cárnicos. Para lo cual, en la Planta de Cárnicos de Zamorano, se pesaron 1.79 kg de recortes de cerdo uno (carne magra) y se molieron en el molino (marca Thompson) con un disco número 5/16”. Seguidamente, se pesaron por separado dos mezclas de ingredientes no cárnicos. Ambas mezclas llevaron los mismos porcentajes de aditivos básicos: almidón de papa (2.5%), sal (cloruro de sodio) (2.5%), azúcar (0.5%), tripolifosfato de sodio (0.5%) y eritorbato de sodio (0.054%). La mezcla 1 (M1) comprendió los siguientes condimentos: pimienta negra (0.25%) y salvia (0.09%). La mezcla 2 (M2) se conformó por: pimienta negra (0.25%), hinojo (0.25%), extracto de naranja (2.5%) y nuez moscada (0.12%). Estas mezclas fueron el resultado de varias recetas tradicionales encontradas en internet (John 2018; Fetting *et al.* 2018) y la disposición de ingredientes no cárnicos en la Planta de Cárnicos.

En una bandeja plástica, se mezcló a mano 0.45 kg de carne de cerdo con la mezcla M1. Así mismo, en otra bandeja plástica, se mezclaron otros 0.45 kg de carne de cerdo y la mezcla M2. Se llevaron ambas masas al Comedor Doris Stone de Zamorano, donde se

pesaron bolas de 56.7 g de carne y se les dio forma circular usando un molde de metal (Norpro New Non Stick 6 Mini Slider Burger Press Wood Handle Cast Aluminum 513) comprado en Ebay (2018). Seguidamente se cocieron las tortas de carne en la plancha a 94 °C hasta que alcanzaron > 71 °C internamente. Para finalizar, se hicieron las degustaciones preliminares con el Chef Eduardo Mora (Chef de Servicios Alimentarios) y la Lic. Ligia Contreras (Jefe de Servicios de Alimentación de Zamorano).

**Segunda prueba.** En esta prueba se llevaron a cabo los mismos pasos que en la primera prueba, con la excepción de cambios realizados en los ingredientes no cárnicos y parámetros de cocción. Primeramente, se eliminó el extracto de naranja de la torta de cerdo como ingrediente no cárnico de la M2. No se varió el porcentaje de sal de las mezclas, para no afectar la consistencia de las tortas. En el proceso de cocción, se precalentó la plancha a 149 °C por 20 min antes de comenzar el proceso con el fin de disminuir el tiempo de cocción, paso no llevado a cabo en la primera prueba.

**Tercera prueba.** Se utilizó la misma materia prima no cárnica que la prueba preliminar uno, tomando en cuenta los cambios realizados en la prueba dos. Se analizaron los resultados y observaciones de la prueba dos y con base a los hallazgos se realizaron cambios en la formulación y dimensión de las tortas. El contenido de sal se disminuyó de 2.5 a 2% y se eliminó el eritorbato de sodio. Adicionalmente, se redujo el peso de las tortas a 42.5 g para reducir el grosor de las tortas y asegurar una cocción uniforme evitando quemaduras en la superficie externa de las tortas de carne.

**Cuarta prueba.** En esta prueba se realizaron los mismos pasos de la prueba uno, siempre tomando en cuenta los cambios realizados en las pruebas dos y tres. Según las observaciones de la prueba tres, se realizaron las siguientes modificaciones: Se redujo la cantidad de sal en ambas tortas de 2 a 1.5%, se sustituyó el disco del molino número 5/16” por el número 3/16” para uniformizar el tamaño de partícula, se precalentó la plancha de la estufa por 20 min a 149 °C y se cocinaron las tortas a 205 °C, hasta alcanzar 71 °C internamente, con el fin de reducir aún más el tiempo de cocción.

**Quinta prueba.** El primer objetivo de esta prueba fue conocer el porcentaje de grasa de la materia prima cárnica. Para ello, un empleado de la Planta de Cárnicos de Zamorano, con más de 15 años de experiencia laboral, identificó visualmente y seleccionó dos tipos de recortes de cerdo; uno más magro (Recorte de cerdo 1) y otro con mayor porcentaje de grasa (Recorte de cerdo 2). Se molieron cada uno de los recortes por separado, y se tomó una muestra homogénea de 400 g de cada uno. Ambas muestras se llevaron al Laboratorio de Análisis Industriales MQ, ubicado en Tegucigalpa para realizar el análisis de extracto etéreo siguiendo la metodología AOAC 24.005 (1980), cuyos datos servirían para calcular mediante el Cuadrado de Pearson, la mezcla correcta de ambas materias primas cárnicas para obtener el 10 y 20% de grasa requeridos (variables del factor número dos del experimento: grasa).

### Formulación.

Al finalizar la etapa preliminar, se definieron los tratamientos del experimento. Los tratamientos fueron definidos por dos factores: porcentaje de grasa de materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos. Ambos factores tuvieron dos niveles. Los dos niveles usados para el porcentaje de grasa de materia prima cárnica fueron el 10 (G10) y 20% (G20), calculados mediante un cuadro de Pearson. Los dos niveles de materia prima no cárnica fueron M1 y M2, determinados en las primeras cuatro pruebas preliminares. Las formulaciones de los cuatro tratamientos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Formulaciones de la torta de cerdo para los cuatro tratamientos.

Materia Prima	Tratamiento			
	G10M1 (%)	G10M2 (%)	G20M1 (%)	G20M2 (%)
Recortes de cerdo 1	94.66	94.38	65.10	64.91
Recortes de cerdo 2	0.00	0.00	29.56	29.47
Almidón de papa	2.50	2.50	2.50	2.50
Sal yodada	1.50	1.50	1.50	1.50
Azúcar	0.50	0.50	0.50	0.50
Tripolifosfato de sodio	0.50	0.50	0.50	0.50
Pimiento negra	0.25	0.25	0.25	0.25
Hinojo	0.00	0.25	0.00	0.25
Nuez moscada	0.00	0.12	0.00	0.12
Salvia	0.09	0.00	0.09	0.00
Total	100	100	100	100

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

### Procedimiento para la elaboración de la torta de cerdo.

La materia prima cárnica se obtuvo de canales de cerdo previamente cosechados en la Planta de Cárnicos de Zamorano. Tales canales, pasaron el proceso de *rigor mortis* en un cuarto frío a 4 °C durante dos días. Finalmente, cuando los canales alcanzaron 7 °C, los empleados de la planta despostaron los canales y luego obtuvieron recortes de cerdo 1 y recortes de cerdo 2. De igual manera, los ingredientes no cárnicos fueron obtenidos en la misma planta.

Para la elaboración de los cuatro tratamientos se siguió el flujo de proceso (Figura 1), con la única variación en los ingredientes dependiendo de la formulación correspondiente a cada tratamiento según el Cuadro 1.

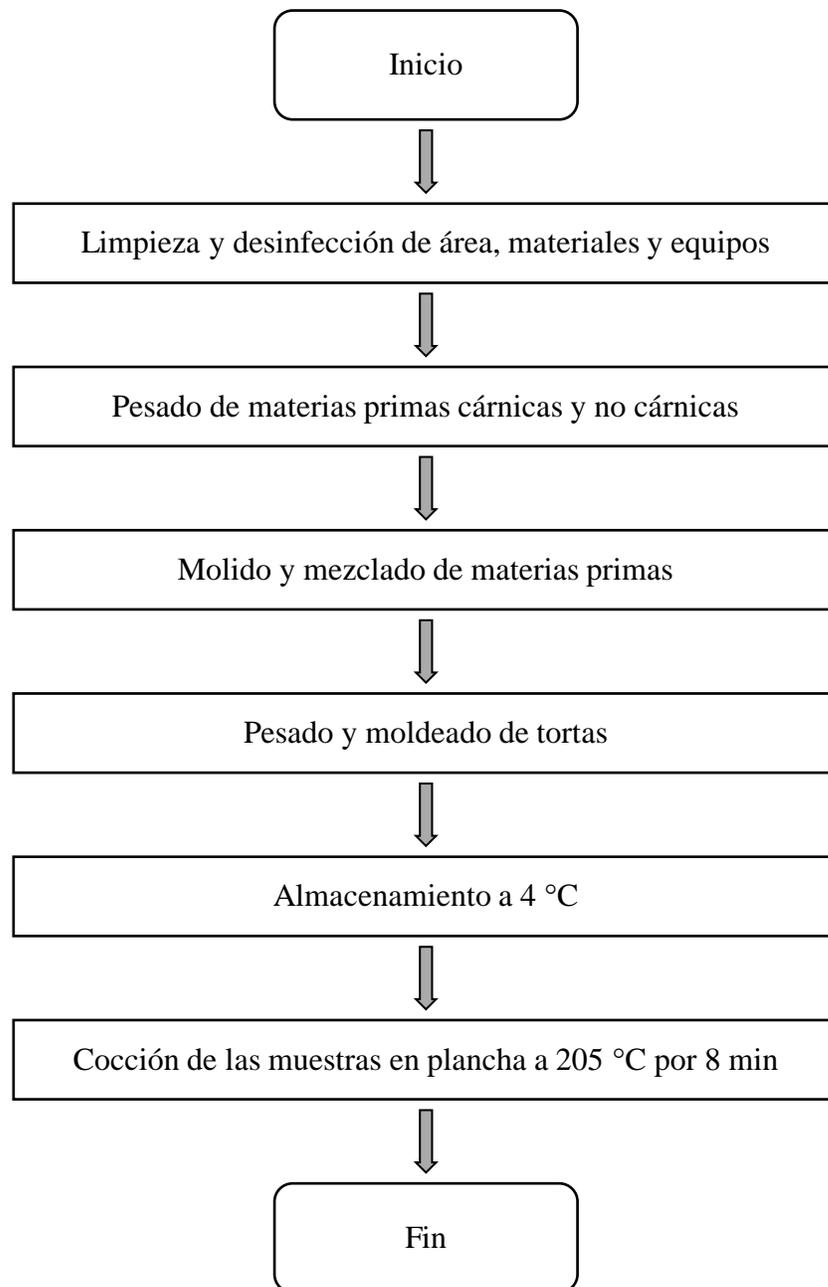


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de las tortas de cerdo.

**Limpieza y desinfección de equipos.** Se realizó una limpieza minuciosa del área, materiales y equipos que se utilizaron. Primero, se lavaron los utensilios y equipos con una solución de detergente al 3.2%, y luego se desinfectaron al agregar agua con cloro a 300 ppm.

**Pesado de materias primas cárnicas y no cárnicas.** Se pesó la materia prima cárnica con la balanza electrónica (marca Ohaus, modelo T31P). Seguidamente se pesaron las materias primas no cárnicas con una balanza electrónica (marca Ohaus, modelo V41PWE6T).

**Molido y mezclado de materias prima.** Se utilizó el molino (marca Thompson™ 900) para moler los ingredientes cárnicos, utilizando el disco de 1/8 con el fin de dar el tamaño de partículas ideal para la textura deseada. Seguidamente, se utilizó la mezcladora (marca LEM, modelo 868) para mezclar la carne molida con los ingredientes no cárnicos durante 10 min.

**Pesado y moldeado de tortas.** Se pesaron tortas de 42.5 g en la balanza electrónica (marca Ohaus, modelo AX224/E). Seguidamente, a las muestras se les dio forma circular con el uso de un molde de metal Ebay (2018) y se colocaron en una bandeja plana de metal.

**Almacenamiento a 4 °C.** Una vez finalizado el proceso de moldeado, se cubrieron las muestras con papel celofán y fueron llevadas al cuarto frío, donde se almacenaron a una temperatura de 4 °C.

**Cocción de las muestras en plancha a 205 °C por 8 min.** El proceso de cocción de las tortas se llevó acabo en el Comedor Estudiantil Doris Stone de la Escuela Agrícola Panamericana. Primeramente, se precalentó la plancha de la estufa por 20 min a 149 °C y luego se aumentó la temperatura de la plancha a 205 °C para dar inicio a la cocción. El tiempo de cocción de las tortas duró aproximadamente 8 min. Se utilizó un termómetro para alimentos (marca Cooper, modelo DFP450W) para medir la temperatura interna de las tortas. Se aseguró que las tortas superaran los 71.11 °C, valor mínimo recomendado por FDA (s.f.) para asegurar la inocuidad del producto y que no representen un riesgo para la salud.

### **Análisis físicoquímicos.**

**Análisis de extracto etéreo.** Se pesaron 400 g de cada tratamiento en forma cruda, se empacaron en bolsa “Ziplock” y se almacenaron en un cuarto de congelación (-18 °C). Seguidamente, se enviaron las muestras de cada tratamiento en forma cruda y congelada hacia el Laboratorio de Análisis Industriales MQ, ubicado en Tegucigalpa, Honduras. El técnico del laboratorio realizó un análisis de extracto etéreo siguiendo la metodología AOAC 24.005 (1980).

**Análisis de humedad.** Para analizar el porcentaje de humedad en las tortas crudas, se siguió la metodología AOAC 950.46 (2008). Primeramente, utilizando una balanza analítica, se tomó el peso de los crisoles. Seguidamente, se pesaron 3 g de cada tratamiento, en forma cruda, en cada crisol. Las muestras se ingresaron al horno de aire forzado (marca Fisher Scientific, modelo 750-F) a 105 °C por 24 horas. Al finalizar las 24 horas, se sacaron los crisoles y se pusieron en el desecador por 1 hora con el fin de que estos perdieran el calor y no alteraran el peso de la muestra. Finalmente, se pesaron los crisoles con las muestras secas y los resultados se expresaron en porcentaje utilizando la ecuación 1.

$$\% \text{ Humedad} = (\text{Muestra Húmeda} - \text{Muestra Seca}) / (\text{Muestra Húmeda}) \times 100 \quad [1]$$

**Análisis de concentración de hidrógeno (pH).** Para medir el nivel de hidrógeno se utilizó el potenciómetro de campo siguiendo la metodología AOAC 981.12 (2015). El análisis se realizó en tortas crudas y en tortas cocidas. Primeramente, se calibró el potenciómetro.

Luego, se pesaron 20 g de alimento en un vaso de precipitado, se agregaron 20 ml de agua destilada y se homogenizaron con el uso de una espátula. Finalmente, se sumergió el bulbo del potenciómetro y se hizo la lectura de pH.

**Análisis de color.** Se realizó el análisis de color de las tortas de cerdo cocidas con el colorímetro Color Flex Hunter L\*a\*b\*, según el método AN 1018.00 (Hunter lab 2014). Antes de comenzar el análisis se calibró el equipo para evitar obtener datos erróneos y variancia entre cada repetición. Para preparar las muestras, se utilizó una licuadora (marca Osterizer, modelo 4170-13) para moler las tortas y obtener una pasta homogénea. Se realizó la lectura y se reportaron los valores Hunter L, a\*, b\*. Así mismo, se utilizaron los valores de a\* y b\* para medir los valores de la tonalidad (H) usando la ecuación 2 (DeMan 1992).

$$H = \arctang(b^*/a^*) \quad [2]$$

**Fuerza de corte.** El perfil de textura se determinó por medio del equipo Texturómetro de Brookfield (modelo CT3 4500). Las muestras de torta de cerdo previamente cocidas se cortaron con una navaja en bloques de 30 mm de largo y 20 mm de ancho y se determinó el grosor utilizando un pie de rey. Se utilizó el acople TA-SBA-WB-3 con una cuchilla plana (TA-SBA-4) a una velocidad de 1 mm/s y fuerza de 4 N para hacer un corte total de la muestra.

**Análisis de pérdidas por cocción.** Se evaluaron tres parámetros para conocer el rendimiento de cocción: Porcentaje de pérdida total por cocción, porcentaje de reducción de diámetro y porcentaje de aumento de grosor. Para ello, se utilizó una balanza (marca Ohaus, modelo CS 5000) y un pie de rey para conocer el peso, diámetro y grosor antes y después de cocción. Jeong *et al.* (2016) en su estudio utilizaron las ecuaciones 3 y 4 para determinar tales parámetros.

$$\% \text{ Pérdida total por cocción} = [(PMNC - PMC) / PMNC] \times 100 \quad [3]$$

Donde:

PMNC: Peso de Muestra No Cocida

PMC: Peso de Muestra Cocida

$$\% \text{ Reducción de diámetro} = [(DMNC - DMC) / DMNC] \times 100 \quad [4]$$

Donde:

DMNC: Diámetro de Muestra No Cocida

DMC: Diámetro de Muestra Cocida

López *et al.* (2014) en su estudio sobre tortas de cerdo, utilizaron la ecuación 5 para determinar la reducción de grosor.

$$\% \text{ Aumento de grosor} = [(GMC - GMNC) / GMC] \times 100 \quad [5]$$

Donde:

GMC: Grosor de Muestra Cocida

GMNC: Grosor de Muestra No Cocida

### **Análisis microbiológico.**

**Análisis de coliformes totales.** Debido a que las tortas fueron sometidas a un análisis sensorial, fue necesario asegurar el cumplimiento de los parámetros microbiológicos para cumplir con los parámetros establecidos por el Reglamento Técnico Centro Americano para productos cárnicos cocidos (RTCA 2009). En la Planta de Cárnicos Zamorano, se siguió la metodología AOAC 998.08 (2006), la cual consiste en la técnica de conteo de coliformes totales una placa 3M™ Petrifilm™ para recuento de coliformes. Primero se pesaron 10 g de alimento y se les agregó 90 ml de agua péptonada al 0.1%. Se agitó la bolsa estéril por 1 min y se sembró 1 ml en la placa representando la solución madre ( $10^1$ ). Se tomó 1 ml de la bolsa estéril y se diluyó en un tubo de ensayo con 9 ml de agua peptonada al 0.1%, se agitó por 1 min y se sembró 1 ml en el Petrifilm™ ( $10^2$ ). Se incubaron las placas Petrifilm™ por  $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$  a  $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  en la incubadora (marca WWR, modelo 115V) (AOAC 2002). Los resultados se reportaron en Log UFC/ g de alimento.

### **Análisis sensoriales.**

Se realizó un análisis sensorial de aceptación y uno de preferencia en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. Se realizaron tres repeticiones con un total de 34 panelistas por cada una, haciendo un total de 102 panelistas exclusivamente estudiantes de Zamorano de ambos sexos, entre 17 y 25 años de edad. Una vez cocidas las muestras fueron servidas en platos plásticos con su respectivo código de identificación, los cuales constaron de tres dígitos. También se entregaron las hojas de evaluación, un lápiz, una servilleta, un vaso con agua y una galleta simple para limpiar el paladar entre la degustación de cada muestra.

**Prueba de aceptación.** En esta prueba el panelista calificó siete criterios: apariencia, color, olor, sabor, jugosidad, suavidad, y aceptación general. Estos criterios fueron evaluados con una escala hedónica del 1- 5, donde 1 significó “me desagrada mucho” y 5 significó “me agrada mucho”.

**Prueba de preferencia.** En esta prueba el panelista ordenó las muestras de acuerdo a su preferencia utilizando la escala del 1 al 4, donde 1 fue la muestra preferida y 4 la muestra menos preferida.

### **Diseño experimental.**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2×2. Los cuatro tratamientos resultaron de la combinación de dos diferentes niveles de grasa en carne con dos diferentes mezclas ingredientes no cárnicos los cuales se muestran en el Cuadro 2. Se realizaron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Los resultados de análisis físicoquímicos y la prueba sensorial de aceptación se analizaron por medio del programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS® 9.4). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), una separación de medias mediante la prueba Tukey y una prueba LS Means, con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Así mismo, se hizo un análisis de correlación entre los atributos evaluados. Los resultados de la prueba sensorial de preferencia fueron analizados por medio de una prueba de Chi Cuadrado ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2. Descripción del arreglo factorial del estudio.

<b>Tratamiento</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>
	<b>Porcentaje de grasa en materia prima cárnica</b>	<b>Mezcla de ingredientes no cárnicos</b>
G10M1	10%	Mezcla 1
G10M2	10%	Mezcla 2
G20M1	20%	Mezcla 1
G20M2	20%	Mezcla 2

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Etapas preliminares.**

**Primera prueba.** Al degustar las tortas de cerdo provenientes de dos tipos de mezcla de ingredientes no cárnicos (M1 y M2), se observó que en ambas se percibía un sabor predominantemente salado. Maya (2010) expone que la sal debe agregarse como máximo al 2% sobre el total de carne y grasa, y la formulación en esa prueba excedía ese porcentaje en 0.5%. Además, se percibió un sabor muy ácido por parte de la torta con M2 debido al uso de extracto de naranja en un 2.5%. El mismo efecto fue demostrado por Hernández y Güemes (2010) al utilizar extracto de naranja a una concentración de 2.5% en sus salchichas, disminuyendo los atributos de sabor, jugosidad y aceptación general evaluados por los panelistas.

El tiempo de cocción de las tortas de cerdo en esta prueba fue de 16 min. Según Kirchner *et al.* (2000) en tortas de res, el tiempo de cocción óptimo en plancha de estufa para tortas con aproximadamente 5 y 10% de grasa debería ser de 8 a 10 min. Consecuentemente, se decidió realizar ajustes en la segunda prueba preliminar.

**Segunda prueba.** Los cambios realizados en el proceso de cocción a través del precalentado de la plancha a 149 °C por 20 min lograron reducir el tiempo de cocción a 13 min con la misma temperatura. Al realizar la degustación con el Chef de Zamorano, se observó que en las tortas manufacturadas con M1 no se percibió el sabor ácido, el cual fue objetado en la primera prueba. No obstante, ambas tortas seguían presentando un sabor predominantemente salado. La apariencia de ambas tortas fue irregular ya que la superficie exterior presentaba una capa gruesa de carne quemada, asumiendo que se debió al grosor de las mismas (aproximadamente 20 mm), el cual evitaba que la cocción no fuera uniforme en la parte interna y externa de las tortas. Gutiérrez (2016) explica que, para obtener una cocción homogénea en plancha de estufa, se deben usar piezas de carne y productos cárnicos procesados uniformes y de poco grosor (10 a 15 mm). Por otra parte, se revisó la formulación y se determinó que la torta de cerdo, al ser un producto fresco, no requería la adición de eritorbato de sodio, ya que se utiliza para fijar el color exclusivamente en productos curados, donde también aporta una acción antioxidante (Maya 2010). Por lo que, en la tercera prueba se realizarían los ajustes.

**Tercera prueba.** Al realizar la degustación de tortas que contenían menor porcentaje de sal (2%), se observó que ambas muestras seguían presentando un sabor ligeramente salado. Al reducir el peso de las tortas de cerdo a 42.5 g, el grosor de las tortas disminuyó de 20 a 13 mm. La reducción del grosor resultó en una cocción de la torta más homogénea, debido a la mejor distribución de calor (Ministerio de la Agroindustria 2016).

La textura de ambas tortas (con M1 y M2) tampoco fue óptima, ya que se detectaron partículas de carne que excedían el tamaño promedio de las demás partículas en la torta de cerdo, lo que hacía su textura no homogénea. Esta irregularidad pudo haberse presentado debido a un proceso de molienda no adecuado o al uso inapropiado de implementos durante el mismo. Igualmente, se logró obtener una reducción en el tiempo de cocción a 11 min con una temperatura de 149 °C en la plancha de la estufa hasta terminar la cocción de la torta.

**Cuarta prueba.** Se definieron los parámetros de molienda y cocción de las tortas, las dimensiones y las dos formulaciones óptimas de mezclas de ingredientes no cárnicos, que definieron el primer factor del estudio (mezcla de ingredientes no cárnicos). Al disminuir la cantidad de sal de 2 a 1.5% en las tortas de cerdo y subsecuentemente degustarlas, el chef de Zamorano observó que ambas tortas (con M1 y M2) mostraron balance en el sabor salado. El 1.5% es el valor mínimo de sal común recomendado por Heinz y Hautzinger (2007) para carnes cuando el objetivo principal es contribuir al sabor.

Durante el proceso de molienda, al cambiar el disco número 5/16 por el 3/16” (4.5 mm), la textura de las tortas de cerdo con M1 y M2 mejoró al reducir el tamaño de la partícula de carne, proveyendo a las tortas una textura homogénea. Piñero *et al.* (2004) utilizaron un disco de mayor dimensión (6 mm) para moler la carne de res para hamburguesas con bajo contenido de grasa (10%), obteniendo similares resultados al de este estudio, siendo la masa de carne igualmente homogénea.

Al precalentar la plancha de la estufa a 149 °C por 20 min y al aumentar la temperatura de cocción a 205 °C se disminuyó el tiempo de cocción de las tortas de cerdo a 8 min. Este valor coincide con el tiempo de cocción obtenido por Kirchner *et al.* (2000) en plancha de estufa para tortas de res con 5 y 10% de grasa. Se determinó que la dimensión aproximada de las tortas con 42.5 g de peso sería: diámetro de 65 mm y grosor de 13 mm permitiendo una cocción uniforme de la torta externa e internamente.

Con todos los hallazgos encontrados en las primeras cuatro pruebas se definieron las dos variables del primer factor (mezcla de ingredientes no cárnicos) detalladas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Mezclas de ingredientes no cárnicos para tortas de cerdo.

<b>Mezcla 1</b>		<b>Mezcla 2</b>	
<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (%)</b>	<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Almidón de papa	2.5	Almidón de papa	2.5
Sal yodada	1.50	Sal yodada	1.50
Azúcar	0.50	Azúcar	0.50
Tripolifosfato de sodio	0.50	Tripolifosfato de sodio	0.50
Pimienta negra	0.25	Pimienta negra	0.25
Salvia	0.09	Hinojo	0.25
		Nuez Moscada	0.12

**Quinta prueba.** Los resultados de grasa de recorte de cerdo 1 y recorte de cerdo 2 se muestran en el Cuadro 4. Debido a que el recorte de cerdo 1 resultó con 11.60% de grasa, se decidió utilizar únicamente el mismo como ingrediente cárnico para los tratamientos con 10% de grasa (G10M1 y G10M2). Seguidamente, se realizó un Cuadrado de Pearson para determinar la mezcla adecuada de ambos tipos de recortes de cerdo para elaborar los tratamientos con 20% de grasa (G20M1 y G20M2). La mezcla de los recortes para alcanzar los porcentajes de grasa deseados (10 y 20%) se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Porcentaje de extracto etéreo de materia prima cárnica.

<b>Recorte de cerdo</b>	<b>Grasa (%)</b>
Cerdo 1	11.60
Cerdo 2	38.50

Cuadro 5. Recortes de cerdo para obtener materia prima cárnica con 10% y 20% de grasa.

<b>Materia prima cárnica</b>	<b>Recorte de Cerdo 1 (%)</b>	<b>Recorte de Cerdo 2 (%)</b>
Con 10% de grasa	100.00	0.00
Con 20% de grasa	68.77	31.23

### **Análisis fisicoquímicos.**

**Análisis de extracto etéreo.** La grasa de cerdo representa una gran fuente de energía en la dieta diaria de las personas. De igual manera, Ellefson (2017) explica que la grasa animal es un factor muy importante en la calidad de la carne, mejorando características de suavidad, sabor y rendimiento. El término “grasa animal” comprende todas las especies de lípidos, incluyendo triglicéridos (los más abundantes), fosfolípidos, esteroides, ésteres de esteroles y otros lípidos si están presentes. En la carne, los lípidos están localizados en el tejido adiposo (subcutáneo e intermuscular) y en el tejido muscular (Love y Pearson 1971).

El Cuadro 6 presenta los valores promedios de porcentaje de grasa de cada tratamiento en su estado crudo o fresco. Estos no coinciden con los resultados esperados ya que se formuló para obtener tortas de cerdo con 10 y 20% de grasa, lo que implica que los datos de extracto etéreo proporcionados por el laboratorio externo no fueron correctos a pesar de que se realizaron dos veces. Para las tortas de carne formuladas al 10% de grasa sin importar el tipo de mezcla (M1 y M2) se obtuvo en promedio un 5.6% de grasa y para las tortas de carne formuladas al 20% de grasa sin importar el tipo de mezcla se obtuvo en promedio un 8.8% de grasa. Se decidió seguir con el experimento ya que estas formulaciones variaban en porcentajes de grasa en un 3.3% entre sí y por las limitantes financieras y de tiempo para reiniciar un nuevo experimento.

En el Cuadro 6 se muestran diferencias entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) con G10 y G20 sin importar el tipo de mezcla (M1 y M2). La mezcla de ingredientes no cárnicos no influenció el porcentaje de extracto etéreo ( $P > 0.05$ ). Por otra parte, los contenidos de grasa de las tortas de todos los tratamientos no excedieron el máximo nivel permitido por el Servicio de Mercadeo Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (20% grasa).

Cuadro 6. Media y desviación estándar del porcentaje de extracto etéreo de cada tratamiento en su estado crudo.

Tratamiento	Extracto Etéreo (%)
	Media $\pm$ D.E
G10M1	5.52 $\pm$ 1.20 <sup>b</sup>
G10M2	5.67 $\pm$ 0.89 <sup>b</sup>
G20M1	8.18 $\pm$ 1.04 <sup>a</sup>
G20M2	9.39 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>
CV (%)	15.51

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de humedad.** La FAO (2018a) establece en su tabla de composición nutricional de carnes que la carne de cerdo magra contiene alrededor de 75.1% de humedad. Braña *et al.* (2011) explican que el 5% se encuentra ligada a las proteínas y el restante (70%) es agua libre que se localiza entre los espacios de los filamentos de actina y miosina. Esta agua libre es la que se determina al realizar el análisis de humedad. Entre los factores que influyen en el contenido de agua en la carne son: las pérdidas durante el almacenamiento, las pérdidas por cocción y otros factores como grado de grasa intermuscular y edad del animal. El agua es importante porque permite la disolución y dispersión de los ingredientes secos, extracción de proteínas durante el procesamiento, suaviza la textura en productos bajos en grasa, reduce el aumento de temperatura al emulsificar mezclas y reduce costos de materias primas (Quezada 2013).

La interacción entre el factor grasa y mezcla no fue significativa ( $P = 0.4334$ ). El factor grasa influyó el porcentaje de humedad de las tortas de cerdo en su estado crudo ( $P = 0.0024$ ). El Cuadro 7 muestra los porcentajes de humedad de los tratamientos estudiados. Los tratamientos G10 con mezclas de ingredientes no cárnicos (M1 y M2) presentaron

valores más altos de humedad en comparación a los tratamientos G20 con mezclas de ingredientes no cárnicos (M1 y M2). Estos resultados son similares a los obtenidos por Kumar y Sharma (2002) para tortas de cerdo crudas con 9.17% de grasa, los cuales fueron  $61.15 \pm 0.01\%$ . Adicionalmente, el factor mezcla de ingredientes no cárnicos no influyó ( $P < 0.05$ ) la humedad de las tortas en ninguno de los dos porcentajes de grasa evaluados.

Esta variación en porcentaje de humedad de los tratamientos probablemente se atribuye a un efecto de dilución de componentes proximales, ya que a mayor contenido de grasa disminuirán los demás componentes. Esta relación concuerda con los resultados de Troutt *et al.* (1992) para tortas de res y Jeong *et al.* (2004) en tortas de cerdo.

Cuadro 7. Media y desviación estándar del porcentaje de humedad de cada tratamiento en su estado crudo.

Tratamiento	Humedad (%)
	Media $\pm$ D.E
G10M1	$65.32 \pm 2.11^a$
G10M2	$65.05 \pm 0.78^a$
G20M1	$59.28 \pm 2.75^b$
G20M2	$60.92 \pm 1.87^b$
CV (%)	3.21

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de concentración de hidrógeno (pH).** Aberle *et al.* (2012) explican que la carne de cerdo tiene un pH de 7.0 antes de ser cosechada. Desde el momento que se cosecha, la carne comienza el proceso químico llamado *rigor mortis*. El glucógeno restante en los músculos se transforma en ácido láctico, provocando un descenso en el pH hasta valores de 5.4 a 5.8. Estos valores son los más bajos que debería alcanzar, ya que mientras más se acerca al punto isoeléctrico (pH 4.7 a 5.4), las proteínas se vuelven inestables y reducen su capacidad de retención de agua (Schmidt *et al.* 1984).

La interacción entre el factor grasa y mezcla no fue significativa ( $P = 0.8838$ ) en tortas crudas, ni en tortas cocidas ( $P = 0.0678$ ). El Cuadro 8 muestra los valores de pH y desviación estándar de los tratamientos del estudio. No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en ambos estados (crudos y cocidos). Por lo tanto, ninguno de los

factores (grasa y mezcla de ingredientes no cárnicos) influyó el pH de las tortas de cerdo en su estado crudo y cocido ( $P > 0.05$ ). No obstante, todas las formulaciones contenían cloruro de sodio y tripolifosfato de sodio, 1.5 y 0.5%, respectivamente, lo que causó un incremento en la concentración de hidrógeno de las tortas de carne. Lowder y Mireles (2014) en su experimento demostraron que los fosfatos y la sal poseen la capacidad de incrementar el pH de la carne al solubilizar la miosina. Choi *et al.* (2008) también demostraron que al agregar sal y fosfato a sus tortas de cerdo, el valor de pH aumentó. Adicionalmente, reportaron que, sus tortas cocidas en parrilla eléctrica tuvieron valores de pH de  $6.10 \pm 0.06$  a  $6.26 \pm 0.0$ , rango dentro del cual se encuentra el promedio de pH de tortas cocidas de este estudio (pH 6.17).

Jeong *et al.* (2004) concluyeron que el valor de pH de tortas de cerdo cruda no fue influenciado por el proceso de cocción ni el porcentaje de grasa, lo cual sustenta la similitud de valores de pH de tortas crudas con tortas cocidas, aunque este estudio no evaluó esa comparación. El pH de los tratamientos crudos se considera óptimo, ya que se encuentra lejos del punto isoeléctrico (pH 4.7 a 5.4), asegurando la calidad y características sensoriales del producto (Schmidt *et al.* 1984).

**Cuadro 8. Media y desviación estándar de valores de pH de cada tratamiento crudo y cocido.**

Tratamiento	pH Torta Cruda	pH Torta Cocida
	Media $\pm$ D.E <sup>NS</sup>	Media $\pm$ D.E <sup>NS</sup>
G10M1	$6.17 \pm 0.36$	$6.17 \pm 0.16$
G10M2	$6.19 \pm 0.33$	$6.15 \pm 0.21$
G20M1	$6.19 \pm 0.33$	$6.16 \pm 0.22$
G20M2	$6.20 \pm 0.29$	$6.20 \pm 0.15$
CV (%)	0.61	0.64

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>NS</sup> No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de color.** El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra de los consumidores, dado que se asocia el color con el grado de frescura y calidad (Brewer *et al.* 2002). La interacción entre el factor grasa y mezcla no fue significativa según valor L ( $P = 0.9108$ ), a\* ( $P = 0.4380$ ), b\* ( $P = 0.6389$ ) y H ( $P = 0.7453$ ) de los tratamientos cocidos.

El Cuadro 9 muestra la media y desviación estándar de valor L, a\*, b\* y H de cada tratamiento en forma cocida. El valor L indica luminosidad, es decir, que tan claro u oscuro es el color en la escala del 1 al 100. El valor b\* indica valores de azul a amarillo en el rango de -60 a +60. Los valores L y b\* de los tratamientos no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ). El color de la carne también depende de la formación de pigmentos colorantes debido a las reacciones químicas o enzimáticas. Un claro ejemplo es el cambio de color durante la cocción. King y Whyte (2006) exponen que el proceso de cocción da como resultado la desnaturalización de la metamioglobina siendo responsable del color marrón de las carnes cocidas, producto de la Reacción de Maillard. El proceso térmico también puede afectar los ingredientes no cárnicos agregados, por ejemplo, la caramelización de azúcares (Rethig y Ah-hen 2014). Todas las tortas tuvieron el mismo proceso de cocción y la misma cantidad de azúcar (0.50%).

Los valores a\* son los valores de verde a rojo y se representan en una escala de -60 a +60. El factor mezcla fue el único que influyó el valor a\* de los tratamientos ( $P = 0.0094$ ). El Cuadro 9 refleja que el tratamiento G20M1 fue el que exhibió tonalidades menos rojas en comparación al resto de tratamientos. No obstante, este valor no fue diferente del tratamiento G10M1 ( $P > 0.05$ ). El resto de los tratamientos tuvieron valores a\* similares ( $P > 0.05$ ).

Rethig y Ah-hen (2014) recalcaron que existen sustancias naturales, como los pigmentos vegetales, que sirven como ingredientes responsables de dar color en las carnes. Valenzuela y Pérez (2016) explican que los pigmentos vegetales incluyen diferentes gamas de componentes y colores, donde se pueden mencionar principalmente los flavonoides, antocianinas, carotenoides, betalaínas, clorofilas, etc. También destacan que las clorofilas se encuentran dentro del grupo de pigmentos liposolubles, siendo este el responsable del color verde en las plantas. Las tortas provenientes de la mezcla 1 incluían salvia en polvo en un nivel de 0.09%.

La salvia es una planta que posee la característica de ser totalmente verde debido a la clorofila en sus hojas. Las tortas de cerdo producidas con mezcla 1 y con mayor porcentaje de grasa (G20) tuvieron un valor a\* estadísticamente inferior al tratamiento con M2 indicando un acercamiento a los valores negativos (verde), probablemente influenciado por el color de la salvia. No obstante, este efecto no fue obtenido en las tortas manufacturadas con un porcentaje de grasa menor.

En un estudio evaluando el efecto del polvo de salicor (*Salicornia herbacea L.*) en una concentración de 1%, Youn y Yeon (2014) obtuvieron resultados similares en valores a\* de tortas de cerdo. El valor a\* de sus tortas cocidas fue de  $3.22 \pm 0.47$ . Esta planta tiene similares tonalidades de color verde que la salvia.

Cuadro 9. Media y desviación estándar de valor L, a\*, b\* y H de cada tratamiento en forma cocida.

Tratamiento	L <sup>¥</sup>	a*	b*	H <sup>β</sup>
	Media ± D.E <sup>NS</sup>	Media ± D.E	Media ± D.E <sup>NS</sup>	Media ± D.E
G10M1	54.39 ± 1.28	4.37 ± 0.26 <sup>ab</sup>	15.80 ± 1.13	74.52 ± 0.57 <sup>a</sup>
G10M2	54.27 ± 1.55	4.86 ± 0.42 <sup>a</sup>	15.50 ± 1.14	72.60 ± 0.31 <sup>c</sup>
G20M1	53.71 ± 0.95	4.07 ± 0.39 <sup>b</sup>	16.07 ± 0.86	75.72 ± 2.05 <sup>a</sup>
G20M2	53.77 ± 1.34	4.87 ± 0.18 <sup>a</sup>	16.31 ± 0.45	73.37 ± 0.31 <sup>b</sup>
CV (%)	2.40	0.50	1.24	1.47

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

<sup>NS</sup> No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

<sup>¥</sup>L: Luminosidad; a\*: color verde (-) o rojo (+); b\*: color azul (-) o amarillo (+); <sup>β</sup> H: tono.

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

La tonalidad define el color que se percibe ya sea rojo, amarillo, verde o azul, o ciertas proporciones de dos de ellos. Para el valor H, los tratamientos elaborados con M1 no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ), pero evidenciaron ser mayores ( $P < 0.05$ ) a los tratamientos G10M2 y G20M2. Claramente el factor de mezcla fue el único que tuvo influencia en los tratamientos ( $P < 0.05$ ).

**Fuerza de corte.** La suavidad y la jugosidad son los atributos de consumo que influyen las preferencias del consumidor (Aaslyng *et al.* 2007). La fuerza de corte es un análisis que usa para predecir la suavidad de la carne y los productos cárnicos (Wheeler *et al.* 1994).

El Cuadro 10 muestra la fuerza de corte en Newton que se empleó para cortar completamente las tortas de cerdo de cada tratamiento. El factor grasa influyó en la fuerza de corte de las tortas de cerdo cocidas ( $P = 0.0224$ ). Los tratamientos con menor porcentaje de grasa (G10M1 y G10M2) presentaron valores mayores, indicando una mayor dureza. Berry y Leddy (1984) en sus estudios, observaron que tortas de res con alto contenido de grasa (24%) tenían valores de fuerza de corte menores (31.8 N) que las tortas con bajo contenido de grasa (14%) las cuales mostraron fuerzas de corte de 34 N. Los resultados de este estudio indican que la diferencia de 3% en el contenido de grasa entre las tortas de cerdo que contenían 9% de grasa (G20M1 y G20M2) versus las que contenían 6% de grasa (G10M1 y G10M2) siguen esa misma tendencia, presentando más dureza estas últimas.

Resultados similares fueron encontrados por Jeong *et al.* (2007), quienes descubrieron que la fuerza de corte de las tortas de cerdo fue influenciada por el porcentaje de grasa y no por la sal (1.5%). Las tortas con 10% de grasa presentaron valores mayores de fuerza de corte (23.83 N) que las tortas con 20% de grasa (19.91 N). Troutt *et al.* (1992) observaron que la fuerza de corte aumentaba según aumentaba el porcentaje de grasa en sus tortas de res. Los valores en tortas de 5% de grasa fueron de 24.53 N y en tortas de 10% de grasa 16.67 N.

Berry (1992) concluyó que la formación de costra en la superficie de las tortas bajas en grasa (4%) hizo que se necesitara más fuerza durante el corte, mientras que la grasa adicional en los productos de mayor contenido graso permitió cierta lubricación de la cuchilla y una mayor facilidad para completar la cizalla.

Cuadro 10. Media y desviación estándar de la fuerza de corte de cada tratamiento cocido.

Tratamiento	Fuerza de corte (N)
	Media ± D.E
G10M1	42.72 ± 2.11 <sup>a</sup>
G10M2	41.82 ± 0.78 <sup>a</sup>
G20M1	37.33 ± 2.75 <sup>ab</sup>
G20M2	34.09 ± 1.87 <sup>b</sup>
CV (%)	10.32

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

**Análisis de pérdidas por cocción.** La FAO (2018b) define pérdidas por cocción como el porcentaje de cambio en peso y en dimensiones en los alimentos debido a la cocción. Esto se da debido a la pérdida de agua y de grasa durante el proceso de cocción, resultado de la rotura de la membrana celular y las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional. El método y el tiempo de cocción afectan la retención de agua, temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza (Wyrwiz *et al.* 2012).

El Cuadro 11 muestra el rendimiento en cocción de cada tratamiento según la pérdida total por cocción, reducción en diámetro y el aumento en grosor. No hubo interacción ( $P > 0.05$ ) entre la grasa y la mezcla respecto a estos parámetros. El factor que determinó la diferencia estadística entre los tratamientos según los tres parámetros fue la grasa ( $P = 0.0008$ ). Los

tratamientos con mayor porcentaje de grasa (G20M1 y G20M2) tuvieron mayores ( $P < 0.05$ ) pérdidas por cocción y reducción en diámetro, en comparación con los tratamientos con menor porcentaje de grasa (G10M1 y G10M2). Esto pudo deberse a la desnaturalización de proteínas resultando en la pérdida de agua y grasa.

Estos resultados concuerdan con diversos estudios de Berry (1993); Berry y Wergin, (1993); Jeong *et al.* (2004); Jeong *et al.* (2007) y Ruusunen *et al.* (2005). Ellos demostraron que las tortas de cerdo con mayor cantidad de grasa, tenían una mayor pérdida por cocción y mayor reducción en diámetro que los productos bajos en grasa. Asimismo, demostraron que tortas altas en grasa resultaban en una mayor reducción en grosor que los productos bajos en grasa, lo cual difiere de los resultados de este estudio.

En este estudio, las tortas de cerdo aumentaron ( $P < 0.05$ ) en grosor en los tratamientos con mayor contenido de grasa (G20M1 y G20M2). De igual forma, López *et al.* (2014) obtuvo los mismos resultados en sus tortas de cerdo y explican que al desnaturalizarse las proteínas durante la cocción se pierde agua y grasa, y se reduce el diámetro, lo cual, resulta en la aglomeración de las partículas en el centro de la torta, provocando un aumento de grosor.

Cuadro 11. Media y desviación estándar de los porcentajes de pérdida total por cocción, reducción en diámetro y reducción en grosor de cada tratamiento.

Tratamiento	Pérdida total por cocción (%)	Reducción en diámetro (%)	Aumento en grosor (%)
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
G10M1	6.28 $\pm$ 0.70 <sup>b</sup>	5.33 $\pm$ 0.50 <sup>b</sup>	12.07 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>
G10M2	6.87 $\pm$ 0.64 <sup>b</sup>	6.04 $\pm$ 0.52 <sup>b</sup>	12.39 $\pm$ 1.32 <sup>b</sup>
G20M1	9.08 $\pm$ 0.87 <sup>a</sup>	8.22 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>	16.46 $\pm$ 0.69 <sup>a</sup>
G20M2	8.96 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>	8.35 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>	17.02 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>
CV (%)	10.46	9.46	6.29

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación

**Coliformes totales.** El recuento de coliformes es un indicador de la calidad de higiene y saneamiento durante el proceso en planta (Serdengecti *et al.* 2006). El cuadro 12 muestra la carga de Coliformes Totales de cada tratamiento cocido, indicando que no hubo diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Al realizar los conteos de coliformes totales en las placas

Petrifilm™ no se observó crecimiento microbiano; por lo tanto se reportó que todos los tratamientos tuvieron <1 Log UFC/g de alimento, sinónimo de una buenas prácticas de sanidad y de manufactura en el procesamiento del producto en todo momento. Con estos resultados se procedió a realizar el análisis sensorial, ya que se cumplió con el requisito del Reglamento Técnico Centro Americano para productos cárnicos cocidos (RTCA 2009).

Cuadro 12. Media de recuentos de Coliformes Totales de cada tratamiento (Log UFC/gr) cocido.

Tratamiento	Coliformes Totales (Log UFC/g)
	Media <sup>NS</sup>
G10M1	<1
G10M2	<1
G20M1	<1
G20M2	<1
CV (%)	0

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>NS</sup> No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

CV: Coeficiente de variación.

### Análisis sensoriales.

**Análisis de aceptación.** Según el Cuadro 13, los tratamientos no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) en aceptación para los atributos de apariencia, color y olor, aun cuando las características sensoriales conferidas por estos condimentos son diferentes. Las medias de estos atributos estuvieron cerca de 4 que de acuerdo con la escala hedónica de 5 puntos, significa “me agrada moderadamente”. Los tratamientos G10M2 y G20M2 fueron formulados con granos de hinojo (*Foeniculum vulgare*) y nuez moscada en polvo (*Myristica fragrans*). Alonso Esteban (2015) explica que el hinojo es una planta totalmente comestible con propiedades altamente aromáticas y de sabor anisado. Por otra parte, los tratamientos G10M1 y G20M1 fueron formulados con salvia en polvo (*Salvia officinalis*). Cortez (2017) explica que la salvia para cocinar, otorga un aroma y un sabor alimonado a la comida.

Según el Cuadro 13 el factor grasa influyó en el sabor de las tortas de cerdo ( $P = 0.0011$ ). Las tortas de cerdo procedentes de las formulaciones G20M1 y G20M2 presentaron mayor aceptación de sabor en comparación con las tortas provenientes de la formulación G10M1. No obstante, no fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) al G10M2. Onega (2003) destaca que la grasa tiene una gran relación con la calidad de la carne ya que afecta su olor, sabor, jugosidad y

suavidad. Jeong *et al.* (2004) determinaron que tortas de cerdo con 20 y 25% de grasa no diferían estadísticamente entre sí según el atributo sabor, pero sí hubo una diferencia entre éstas y las tortas con 5% de grasa. De la misma manera, Troutt *et al.* (1992) concluyeron que tortas de res con 5% de grasa tuvieron menor intensidad de sabor que las tortas con 15% de grasa.

Los resultados del presente estudio indican que al tener mayor porcentaje de grasa en tortas de cerdo (G20M1 con 9% de grasa) los panelistas percibieron un mejor sabor que en tortas con menor porcentaje de grasa (G10M1 con 6% de grasa). No obstante, esto no sucedió entre los tratamientos G20M2 y G10M2. Los valores de sabor dados por los panelistas de G20M1 y G20M2 tuvieron una media de 4, significando “me agrada moderadamente” según la escala hedónica. En contraste, King y Whyte (2006) explican que el sabor de la carne es principalmente dado por una reacción no enzimática entre azúcares reductores y aminoácidos (Reacción de Maillard) y no por la grasa. Sin embargo, Martínez (2016) expone que al cocinar la carne, las proteínas y azúcares dan sabores característicos, los cuales no serían percibidos de la misma manera sin la presencia de compuestos aromáticos liberados por las grasas. Esto se debe a que la percepción se obtiene a partir de la interacción del gusto y el olfato.

El factor grasa influyó en la jugosidad de las tortas de cerdo ( $P = 0.0007$ ). El cuadro 13 muestra que las tortas de cerdo procedentes de las formulaciones G10M1 y G10M2 presentaron menor aceptación de jugosidad en comparación con las tortas provenientes de la formulación G20M2. No obstante, no fueron diferentes al G20M1. El tratamiento mejor aceptado ( $P < 0.05$ ) por jugosidad fue el G20M2 con un valor de  $4.19 \pm 0.78$ , el cual se clasifica como “me gusta moderadamente” según la escala hedónica. Así mismo, el tratamiento G20M1 con valor de  $3.97 \pm 0.90$  en jugosidad, presentó similitud ( $P > 0.05$ ) con el tratamiento G20M2, lo cual destaca la influencia de la grasa en la jugosidad. Cross (1994) sustenta que al morder la carne, la grasa da una sensación de jugo al ser liberada y estimula las glándulas salivares para influir en la jugosidad del producto.

Según el atributo suavidad, los tratamientos con mayor porcentaje de grasa (G20M1 y G20M2) fueron mayormente aceptados ( $P < 0.05$ ) que los tratamientos con menor porcentaje de grasa (G10M1 y G10M2). Definitivamente, el único factor que influyó en la suavidad de las tortas fue la grasa ( $P < 0.001$ ). Los tratamientos con mayor porcentaje de grasa obtuvieron en promedio un valor de 4, significando “me agrada moderadamente” según la escala hedónica. Esta relación coincide con los resultados de los estudios de Berry y Leddy (1984), Cross *et al.* (1980) y Egbert *et al.* (1991). Ellos concluyen que a medida que la grasa aumenta en tortas de res, también aumenta la suavidad y jugosidad percibida por los panelistas. Miller (1994) destacó que durante la cocción, la grasa en la carne disminuye el efecto de la temperatura en la degradación de las proteínas, reduciendo la pérdida de agua que da suavidad.

El factor grasa influyó en la aceptación general otorgada por los panelistas a los tratamientos ( $P = 0.0016$ ). El Cuadro 13 muestra que el tratamiento G20M2 tuvo mayor aceptación general que los tratamientos con menor porcentaje de grasa (G10M1 y G10M2) ( $P < 0.05$ ), siendo calificado como “me gusta moderadamente” según la escala hedónica. Aunque el tratamiento G20M1 tuvo la misma aceptación general que el tratamiento con el mismo

porcentaje de grasa (G20M2) ( $P > 0.05$ ), también tuvo una aceptación general similar al tratamiento G10M2. No obstante, de acuerdo al análisis de correlación, el atributo sabor tuvo una correlación alta de 72% con la aceptación general. Esto concuerda con la recopilación de información de Onega (2003) sobre la evaluación de calidad de la carne, donde concluye que el sabor, factor definido por la grasa, es el elemento más importante de la calidad sensorial.

Cuadro 13. Media y desviación estándar de los atributos de cada tratamiento.

Tratamiento	Apariencia <sup>NS</sup>	Color <sup>NS</sup>	Olor <sup>NS</sup>	Sabor	Jugosidad	Suavidad	Aceptación General
	Media ± D.E						
G10M1	3.77 ± 0.99	3.78 ± 0.98	3.87 ± 0.88	3.65 ± 1.01 <sup>b</sup>	3.75 ± 0.99 <sup>b</sup>	3.41 ± 1.14 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.84 <sup>c</sup>
G10M2	3.88 ± 0.92	3.93 ± 0.90	3.94 ± 0.92	3.87 ± 1.00 <sup>ab</sup>	3.84 ± 0.90 <sup>b</sup>	3.58 ± 1.01 <sup>b</sup>	3.82 ± 0.87 <sup>bc</sup>
G20M1	3.96 ± 0.97	3.87 ± 1.01	3.97 ± 0.92	4.04 ± 0.96 <sup>a</sup>	3.97 ± 0.90 <sup>ab</sup>	3.87 ± 1.03 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.86 <sup>ab</sup>
G20M2	3.86 ± 0.97	3.95 ± 0.92	3.93 ± 0.85	4.09 ± 0.96 <sup>a</sup>	4.19 ± 0.78 <sup>a</sup>	4.02 ± 1.00 <sup>a</sup>	4.07 ± 0.80 <sup>a</sup>
CV (%)	23.33	23.25	21.05	24.10	21.34	26.35	20.36

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnicos 2.

<sup>NS</sup> No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

D.E: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

Escala hedónica: 1: me desagrada mucho a 5: me agrada mucho.

**Análisis sensorial de preferencia.** La Figura 2 muestra los resultados del análisis sensorial de preferencia según una Prueba Chi-cuadrado. La probabilidad fue significativa, indicando que al menos uno de los tratamientos fue estadísticamente diferente. Los tratamientos con mayor porcentaje de grasa fueron preferidos ( $P < 0.05$ ) ya que el 36.27% de los panelistas prefirieron el tratamiento G20M1 y un 35.29% prefirieron el tratamiento G20M2. Resultado que coincide con los de la prueba de aceptación, donde los tratamientos con mayor porcentaje de grasa tuvieron una mayor calificación según el atributo aceptación general.

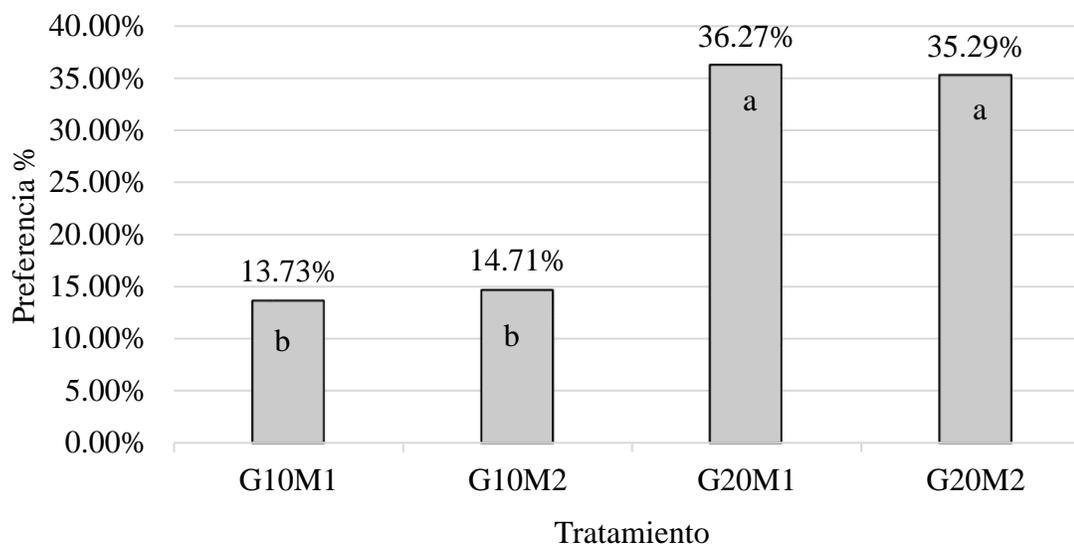


Figura 2. Resultados de Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia en porcentaje ( $P < 0.05$ ;  $\chi^2 = 32.24$ ).

G10M1: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnica 1.

G10M2: Torta de cerdo formulada al 10% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnica 2.

G20M1: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnica 1.

G20M2: Torta de cerdo formulada al 20% de grasa en la materia prima cárnica y mezcla de ingredientes no cárnica 2.

<sup>ab</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

#### **4. CONCLUSIONES**

- Se desarrollaron dos tipos de tortas de cerdo con diferentes mezclas de ingredientes no cárnicos con aceptación general moderada.
- El contenido de grasa afectó el porcentaje de humedad, pérdida de cocción, reducción de diámetro, aumento de grosor y atributos de sabor, jugosidad y suavidad de las tortas de cerdo.
- Los recuentos de coliformes totales no fueron afectados por el contenido de grasa y mezcla de ingredientes no cárnicos.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Optimizar las formulaciones de las tortas de cerdo con 9% de grasa para lograr una mayor aceptación por parte de los estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana.
- Re-evaluar los contenidos de extracto etéreo en la materia prima cárnica y tortas de cerdo crudas para verificar la replicabilidad de los datos.
- Evaluar la estabilidad microbiológica y oxidativa de las tortas de cerdo a través del tiempo.
- Realizar un estudio técnico y financiero para determinar la factibilidad de producir este nuevo producto en la Planta de Cárnicos Zamorano.

## 6. LITERATURA CITADA

Aberle ED, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW. 2012. Principles of Meat Science. 5ta. Ed. Iowa (Estados Unidos): Kendall Hunt Publishing. 395 p. ISBN: 9780757599958.

Akoh C. 1998. Fat replacers, a publication of the institute of food technologists' expert panel on food safety and nutrition. Food Technology. 52(3): 47-53 p.

Alonso Esteban JI. jul 2015. El hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.) en las ciencias farmacéuticas [Trabajo de fin de grado]. Madrid, España: Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.

AMS. 2009. Term description and checklist of requirements pork patties, for fully cooked [internet]. U.S.A. U.S Department of Agriculture. [Consultado 2018 may 19]. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/IDCR%20Fully%20Cooked%20Pork%20Patties%20%E2%80%93September%202009>

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1980. AOAC Official Method 24.005 Determination of total fat in meat and meat products by a rapid, dry column method.

AOAC International. 2002. Official method 991.14 Coliform and *Escherichia coli* counts in foods [internet]. [Consultado 2018 ago 19]. [http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-991.14.pdf](http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-991.14.pdf)

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2006. AOAC Official Method 998.08 Coliform and *Escherichia coli* Counts in raw meats, poultry and seafood.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2008. AOAC Official Method 950.46 Loss on Drying (Moisture) in Meat.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2015. AOAC Official Method 981.12 pH of acidified foods.

Aslyng MD, Oksama, Olsen EV, Bejerholm C, Baltzer M, Anderson G, Bredie WLP, Byrne DV, y Gabrielson G. 2007. The impact of sensory quality of pork on consumer preference. Meat Sci. 76: 61-73.

Berry BW. 1992. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties [internet]. Journal of Food Science. 57(3): 537–540, 574. [consultado 2018 sept 30].

Berry BW. 1993. Fat level and freezing temperature affect sensory, shear, cooking and compositional properties of ground beef patties [internet]. *Journal of Food Science*. 58(1): 34–37. [Consultado 2018 sept 27].

Berry BW, Leddy KF. 1984. Effects of fat level and cooking method on sensory and textural properties of beef patties. *J. Food Sci.* 49(3): 870–875.

Berry BW, Wergin WP. 1993. Modified pregelatinized potato starch in low-fat ground beef patties [internet]. *J. Muscle Foods*. 4(4): 305–320.

Bozec A, Martin J. 2014. Engineering new food “pre-cooked ground pork burger” [internet]. *Les Cahiers de l’IFIP*. 1(1): 83-88 p.

Braña Varela D, Ramírez Rodríguez E, Rubio Lozano M, Sánchez Escalante A, Torrescano Urrutia G, Arenas de Moreno ML, Partida de la Peña JA, Ponce Alquicira E, Ríos Rincon FG. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne [internet]. Centro Nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal. [Consultado 2018 sept 25]. <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/03-manual-de-analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.pdf>

Brewer MS, Jensen J, Sosnicki AA, Fields B, Wilson E, McKeith FK. 2002. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops [internet]. *Meat Sci*. 61: 249-256.

Choi J, Jeong J, Kim H, An H, Kim C. 2008. The effects of electric grill and microwave oven reheating methods on the quality characteristics of precooked ground pork patties with different nacl and phosphate levels. *Meat Sci*. 75: 4125-422.

Cortez C. 2017. Cómo usar la salvia para cocinar [internet]. [consultado 2018 oct 08]. <https://cookcina.com/2017/02/11/como-usar-la-salvia-para-cocinar/>

Cross H. 1994. Características organolépticas de la carne. Parte 1. Factores sensoriales y evaluación. In: Price JF, Schweigert, BS ed. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Ed. Acribia, Zaragoza.

Cross H, Berry B, Wells L. 1980. Effects of fat level and source on the chemical, sensory, and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 45: 791–793.

DeMan J. 1992. *Principles of food chemistry*. 3a ed. Maryland (Estados Unidos): Aspen publishers. 460 p.

Ebay. 2018. Norpro New Non Stick 6 Mini Slider Burger Press Wood Handle Cast Aluminum 513) [internet]. [consultado 2018 sep 30]. <https://www.ebay.com/itm/Norpro-New-Non-Stick-6-Mini-Slider-Burger-Press-Wood-Handle-Cast-Aluminum13/372357700804?epid=2254306706&hash=item56b23f9cc4:g:yO4AAOSwVTNbPSWP>

Egbert W, Huffman D, Chen C, Dylewski D. 1991. Development of low-fat ground beef. *Food Technol.* 45(6): 64-73.

Ellefson WC. 2017. Fat analysis. In Nielsen S ed. *Food analysis*. Estados Unidos. Springer international publishing. p. 219-313.

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2014. Cerdos y la nutrición humana. [Internet]. Roma (Italia). FAO. [consultado 2018 may 22]. [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/HH\\_nutrition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/HH_nutrition.html)

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2016. Cerdos y la nutrición humana. [Internet]. Roma (Italia). FAO [consultado 2018 may 21]. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2018a. Composición de la carne. [Internet]. Roma (Italia). FAO [consultado 2018 sep. 25]. [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2018b. Cálculos de recetas y otros cálculos. [internet]. Roma (Italia). FAO. [consultado 2018 sep 30]. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/food\\_composition/documents/upload/spanish/C%C3%A1lculos\\_de\\_recetas\\_y\\_otros\\_c%C3%A1lculos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/upload/spanish/C%C3%A1lculos_de_recetas_y_otros_c%C3%A1lculos.pdf)

FDA. (Food and Drug Administration). s.f. Temperaturas para cocinar con inocuidad. [Internet]. [consultado 2018 jun 10]. <https://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM260395.pdf>

Fetting L, Nelson H. 2018. Pork Patties. [Internet]. [consultado 2018 oct 01]. <https://www.tasteofhome.com/recipes/pork-patties/>

Freixanet LL. s.f. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. [Internet]. [consultado 2018 ago 21]. <http://es.metalquimia.com/upload/document/article-es-12.pdf>

Gutiérrez B. 2016. Métodos de cocción. [Internet]. [consultado oct 1]. [https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/314046/mod\\_label/intro/M%C3%A9todos%20de%20cocción%C3%B3n%20%281%29.pdf](https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/314046/mod_label/intro/M%C3%A9todos%20de%20cocción%C3%B3n%20%281%29.pdf)

Heinz G, Hautzinger P. 2007. Non-meat ingredients. Meat processing technology for small-to medium-scale producers [internet]. FAO. Bangkok, Thailand: Spring International Publisher. [consultado 2018 oct 8]. <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/AI407E06.htm>

Hernández S, Güemes N. 2010. Efecto de la adición de harina de cascara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. *Nacameh.* 4(1): 23-16.

Hunter Associates Laboratory. 2014. Using hitch standardization on a series of color measuring instruments. [consultado 2018 abr 04]. [https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application\\_Notes/AN\\_1018\\_Hitch\\_Stdz\\_EU.pdf](https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application_Notes/AN_1018_Hitch_Stdz_EU.pdf)

Jeong J, Lee E, Choi J, Lee J, Kim J, Min S, Kim C. 2007. Variability in temperature distribution and cooking properties of ground pork patties containing different fat level and with/without salt cooked by microwave energy. *Meat Sci.* 75(3): 415–422.

Jeong J, Lee E, Paik H, Choi J, Kim C. 2004. Microwave cooking properties of ground pork patties as affected by various fat levels. *J. Food Sci.* 69: 708-71.

Jeong J, Lim L, Kim C. 2016. The Quality Characteristics of Salted Ground Pork Patties Containing Various Fat Levels by Microwave Cooking. *Korean J. Food. Sci. An.* 36(4): 538–546.

John. 2018. Chef John's Breakfast Sausage Patties [internet]. [Consultado 2018 oct 01]. <https://www.allrecipes.com/recipe/235183/chef-johns-breakfast-sausage-patties/>

King J, Whyte R. 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *J. Food Sci.* 71: 31–39.

Kirchner J, Beasley L, Harris K, Savell J. 2000. Evaluating the cooking and chemical characteristics of low-fat ground beef patties. *J. Food Compos. Anal.* 13: 253-264.

Kumar M, Sharma B. 2002. Quality characteristics of low-fat ground pork patties containing milk co-precipitate. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(4): 588-595.

López J, Fernández J, Pérez J, Viuda M. 2014. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Meat Sci.* 97: 270-276.

Love J, Pearson A. 1971. Lipid oxidation in meat and meat products. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 48: 547-555.

Lowder A, Mireles D. 2014. Impact of high pressure processing on the functional aspects of beef muscle injected with salt and/or sodium phosphates. *J Food Process Pres.* 38(4): 1840–1848.

Martínez J. 2016. Aroma y sabor de la carne [internet]. [Consultado 2018 oct 01]. <http://todoca.rne.es/aroma-y-sabor-de-la-carne>

Maya J. 2010. Manejo y procesamiento de las carnes [disertación]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Ecuador. 120 p.

Miller R. 1994. Quality characteristics. In: Kinsman DM, Kotula AW, Breidenstein BC. Chapman. ed. Muscle Foods, Meat Poultry and Seafood Technology. Estados Unidos. Springer US. 574 p.

Ministerio de la agroindustria. 2016. Manual de carnes y huevo, usos y preparaciones culinarias para el aprovechamiento de la proteína animal [internet]. Buenos Aires (Argentina). 108 p. [Consultado 2018 oct 01]. [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/\\_archivos//000010\\_Alimentos/000000\\_Educacion%20Alimentaria/000000\\_Manual%20de%20Carnes%20y%20Huevo.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/_archivos//000010_Alimentos/000000_Educacion%20Alimentaria/000000_Manual%20de%20Carnes%20y%20Huevo.pdf)

OCDE/FAO. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/Food and Agriculture Organization). 2017. Carne [internet]. In: OCDE, FAO ed. Perspectivas Agrícolas 2017-2026. París. [Consultado 2018 ago 20]. <http://www.fao.org/3/a-BT089s.pdf>

Onega M. 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales [tesis]. Universidad Complutense de Madrid-España. 473 p.

Piñero M, Ferrer M, Moreno L, Leidenz N, Parra K, Barboza Y. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesas de res “bajas en grasas” elaboradas con  $\beta$ -glucano. Vet. Complet. 14: 1-11.

Quezada I. 2013. Carnes procesadas y sus ingredientes [internet]. Agrimundo inteligencia competitiva para el sector agroalimentario Reporte no. 5. Chile. ODEPA. [consultado 2018 ago 21]. <http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/Carnes-procesadas-tendencias-y-oportunidades1.pdf>

Rethig M, Ah-hen K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad. Agro. Sur. 42(2): 39-49 p.

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2009. Alimentos. Criterios microbiológicos para a inocuidad de alimentos [internet]. [consultado 2018 ago 21]. <http://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCACriteriosMicrobiologicos.PDF>

Ruiz P. 2017. Las ventajas de los congelados [internet]. [consultado 2018 oct 01]. Disponible <http://www.ecoavant.com/es/notices/2017/04/las-ventajas-de-los-congelados-3089.php>

Ruusunen M, Vainionpa J, Lyly M, Lahteenma L, Niemisto M, Ahvenainen R, Poulanne E. 2005. Reduction the sodium content in meat products: the effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. Meat Sci. 69(1): 53–60.

Schmidt H, Bittner S, Vinagre J, Wittig E, Avendaño S, Méndez M, Alcaíno H, Castro E. 1984. Carne y productos cárnicos su tecnología y análisis [internet]. 1ra ed. Santiago (Chile). Fundación Chile. 111 p. [consultado 2018 sep 30]. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidt05.pdf>

Serdengecti N, Yildirim I, Gokoglu N. 2006. Effects of sodium lactate, sodium acetate and sodium diacetate on microbiological quality of vacuum-packed beef during refrigerated storage. *J Food Saf.* 26(1): 62–71.

Troutt E, Hunt M, Johnson D, Claus J, Kastner C, Kropf D, Stroda S. 1992. Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. *J. Food Sci.* 57(9): 25-29.

Valenzuela C, Pérez P. 2016. Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Rev. Chilena Nutri.* 43(2): 188-195 p.

Wheeler TL, Koohmaraie M, Cundiff LV, Dikernan ME. 1994. Effects of cooking and shearing methodology on variation in Warner-Bratzler shear force values in beef. *J. Anim. Sci.* 72(9): 23-30.

Wyrwisz, Jaroslaw y Póltorak, Andrzej y Polawska, Ewa y Pierzchala, Mariusz y Jozwik, Artur y Zalewska, Magdalena y Zaremba, Robert y Wierzbicka, Agnieszka. 2012. The impact of heat treatment methods on the physical properties and cooking yield of selected muscles from Limousine breed cattle. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 30. 339-351.

Youn S, Yeon H. 2014. Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea L.*) powder. *Meat. Sci.* 49(1): 27-39.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Cuadrado de Pearson para carne de cerdo con 20% de grasa.

Recorte de cerdo tipo 1 11.6 % de grasa	Cantidad de recorte de cerdo tipo 1 18.5
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">                     Carne de cerdo                      20% de grasa                 </div>	
Recorte de cerdo tipo 2 38.5 % de grasa	Cantidad de recorte de cerdo tipo 2 8.4

La suma de 18.5 más 8.4 resulta en 26.9 el cual representa un 100%. Para conocer el porcentaje de cara tipo de recorte de cerdo, se hizo una regla de tres detallada seguidamente.

$$\begin{array}{l} \text{Cantidad de Cerdo 1} = \frac{26.9 \times 100\%}{18.5} \\ \phantom{\text{Cantidad de Cerdo 1}} = X \qquad \qquad \qquad X = 68.77\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cantidad de Cerdo 2} = \frac{26.9 \times 100\%}{8.4} \\ \phantom{\text{Cantidad de Cerdo 2}} = X \qquad \qquad \qquad X = 31.23\% \end{array}$$

**Anexo 2.** Boleta de evaluación sensorial.

**ANÁLISIS SENSORIAL**

**Nacionalidad:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Pruebe las muestras de izquierda a derecha en el orden que se le presentan.
- Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra
- Marque con una X el cuadrado indicando su grado de aceptación
- Recuerde tomar agua y una galleta entre cada muestra

Muestra: \_\_\_\_\_

PARAMETRO	1 Me desagrada mucho	2 Me desagrada moderadamente	3 No me agrada ni desagrada	4 Me agrada moderadamente	5 Me agrada mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					
Jugosidad					
Suavidad					
Aceptación general					

Muestra: \_\_\_\_\_

PARAMETRO	1 Me desagrada mucho	2 Me desagrada moderadamente	3 No me agrada ni desagrada	4 Me agrada moderadamente	5 Me agrada mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					
Jugosidad					
Suavidad					
Aceptación general					

Muestra: \_\_\_\_\_

**Continuación Anexo 2.**

PARAMETRO	1 Me desagrada mucho	2 Me desagrada moderadamente	3 No me agrada ni desagrada	4 Me agrada moderadamente	5 Me agrada mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					
Jugosidad					
Suavidad					
Aceptación general					

Muestra: \_\_\_\_\_

PARAMETRO	1 Me desagrada mucho	2 Me desagrada moderadamente	3 No me agrada ni desagrada	4 Me agrada moderadamente	5 Me agrada mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					
Jugosidad					
Suavidad					
Aceptación general					

**Instrucciones:**

Ordene las muestras de acuerdo a su preferencia según la escala del 1 al 4, donde 1 será la muestra preferida y 4 la muestra menos preferida.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

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

**Anexo 3. Correlación de atributos en general.**

	<b>APARIENCIA</b>	<b>COLOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>JUGOSIDAD</b>	<b>SUAVIDAD</b>	<b>AGENERAL</b>
<b>APARIENCIA</b>	1.00000 <.0001	0.74804 <.0001	0.46407 <.0001	0.34373 <.0001	0.35203 <.0001	0.30946 <.0001	0.49707 <.0001
<b>COLOR</b>	0.74804 <.0001	1.00000	0.50423 <.0001	0.38691 <.0001	0.37320 <.0001	0.35232 <.0001	0.54256 <.0001
<b>OLOR</b>	0.46407 <.0001	0.50423 <.0001	1.00000	0.49996 <.0001	0.41592 <.0001	0.43486 <.0001	0.52891 <.0001
<b>SABOR</b>	0.34373 <.0001	0.38691 <.0001	0.49996 <.0001	1.00000	0.54254 <.0001	0.52454 <.0001	0.72154 <.0001
<b>JUGOSIDAD</b>	0.35203 <.0001	0.37320 <.0001	0.41592 <.0001	0.54254 <.0001	1.00000	0.74113 <.0001	0.68855 <.0001
<b>SUAVIDAD</b>	0.30946 <.0001	0.35232 <.0001	0.43486 <.0001	0.52454 <.0001	0.74113 <.0001	1.00000	0.66242 <.0001
<b>AGENERAL</b>	0.49707 <.0001	0.54256 <.0001	0.52891 <.0001	0.72154 <.0001	0.68855 <.0001	0.66242 <.0001	1.00000