

**Efecto de la reducción de grasa y de la adición
de leche descremada en polvo o almidón de
yuca (*Manihot esculenta*) en las características
de un pepperoni acidificado**

Vanessa Carolina Villacís Bustamante

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la reducción de grasa y de la adición
de leche descremada en polvo o almidón de
yuca (*Manihot esculenta*) en las características
de un pepperoni acidificado**

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

Presentado por

Vanessa Carolina Villacís Bustamante

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Efecto de la reducción de grasa y de la adición de leche descremada en polvo o almidón de yuca (*Manihot esculenta*) en las características de un pepperoni acidificado

Vanessa Carolina Villacís Bustamante

Resumen: El consumo de productos altos en grasa representa serios problemas en la salud de los consumidores, por lo que se buscan opciones de productos cárnicos con menor contenido de grasa. El reemplazo parcial de grasa por carbohidratos y proteínas con menor aporte calórico es una buena alternativa. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la reducción de grasa (de 30% grasa a niveles de 20 y 10%) y la adición de 2.5% de leche descremada en polvo (LDP) o almidón de yuca (AY) en las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de pepperoni acidificado, con diferentes niveles de grasa (10 y 20%). La reducción de grasa con la adición de LDP y AY no tuvo diferencias significativas en ninguno de los atributos sensoriales, tampoco influyó en el rendimiento por cocción, ni en el conteo microbiológico. La reducción de grasa de 30% a 10% proporcionó un pepperoni más firme, con menor retención de agua y menos color, sin importar la adición de LDP o AY. La adición de 2.5% de leche descremada en polvo o almidón de yuca en pepperoni de 10 y 20% de grasa logró un producto que fue igualmente aceptado que un pepperoni con 30% de grasa, resultando así, en una opción de producción de un pepperoni con menos grasa.

Palabras clave: Carbohidratos, proteínas, reemplazo.

Abstract: The consumption of high-fat products poses serious health problems in consumers, reason why lower fat content meat products need to be available for consumers. Partial replacement of fat with carbohydrates and protein with lower caloric intake and higher water retention capacity is a good alternative. The objective of this study was to evaluate the effect of reduced fat (30% fat levels of 20 and 10%) and the addition of 2.5% Non-fat dehydrated milk (NFDM) or tapioca starch (TS) in physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of an acidified pepperoni with different fat levels (10 and 20%). Fat reduction with the addition of TS and NFDM had no significant difference in any of the sensory attributes, not influenced either by cooking performance or the microbiological count. Fat reduction of 30% to 10% provided a firmer pepperoni, less water retention and less color, regardless of the addition of NFDM or TS. The addition of 2.5% NFDM or TS in pepperoni 10 and 20% fat achieved a product that was also accepted that a pepperoni with 30% fat, resulting in an alternative of production a pepperoni with less fat.

Key words: Carbohydrates, protein, replacement.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexo	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	24
5. RECOMENDACIONES	25
6. LITERATURA CITADA.....	26
7. ANEXO.....	30

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Tratamiento para pepperoni acidificado.....	3
2. Formulaciòn para cada tratamiento de pepperoni acidificado.....	4
3. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para purga.....	9
4. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para la variable L de color (Luminosidad), con medidas repetidas en el tiempo.....	12
5. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para la variable a* de color (Intensidad de verde a rojo), con medidas repetidas en el tiempo.....	13
6. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para la variable b* de color (Intensidad de azul a amarillo), con medidas repetidas en el tiempo.....	14
7. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para la variable actividad de agua (Aw), en medidas repetidas en el tiempo.....	15
8. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar para Mesófilos aerobios, con medidas repetidas en el tiempo.....	16
9. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo apariencia del análisis sensorial.....	17
10. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo color del análisis sensorial.....	18
11. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo olor del análisis sensorial.....	19
12. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo sabor del análisis sensorial.....	20
13. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo textura del análisis sensorial.....	21
14. Separaciòn de medias y desviaciòn estàndar de las calificaciones de la prueba de aceptaciòn para el atributo aceptaciòn general del análisis sensorial.....	22
15. Frecuencia de preferencia para pepperoni acidificado reducido en grasa con adiciòn de leche descremada en polvo o almidòn de yuca.....	22
16. Análisis sensorial de preferencia (Rebanadas)- Fiesta Panamericana.....	23
17. Costos variables para producciòn de pepperoni acidificado.....	23

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para elaboración de pepperoni acidificado.	5
2. Separación de medias y desviación estándar de rendimiento de cocción.	10
3. Separación de medias y desviación estándar para fuerza de corte, con medidas repetidas en el tiempo.	11
4. Separación de medias y desviación estándar para pH, de medidas repetidas en el tiempo.	11

Anexo	Página
1. Formato para prueba de aceptación sensorial.....	30

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de carne es parte fundamental de una dieta equilibrada, ya que aporta niveles altos de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes (FAO 2014). Por este motivo el consumo global de carne cada vez es más alto (Errecart 2015). En respuesta a la alta demanda que existe, la industria cárnica ofrece una diversidad de productos que satisfacen los diferentes mercados de acuerdo a gustos y preferencias.

La grasa es uno de los principales ingredientes de los productos cárnicos, brinda características sensoriales como: apariencia, textura, sabor (Tokusoglu 2003). Sin embargo, a pesar de ser tan apreciado por los consumidores, este ingrediente está relacionado con un sin número de enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, obesidad. En respuesta a esta problemática que enfrenta la sociedad, la industria cárnica tiene el reto de desarrollar productos reducidos en grasa, sin afectar las características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas. La reducción del contenido de grasa se puede realizar por técnicas tradicionales como sustitución por agua, aire, carnes magras, carbohidratos, proteínas (Ballabriga y Carrascosa 2001). La sustitución por carbohidratos contribuye a la disminución de calorías, estabiliza el agua añadida, ayuda a la formación de geles y promueve la viscosidad de los productos, generalmente se usa gomas, almidones (Ramos *et al.* 2004). Sustitución por proteínas se aplica por su valor nutricional, solubilidad, viscosidad y alta capacidad de retención de agua (Mallika *et al.* 2009).

Los productos cárnicos se clasifican por su tipo de proceso, ingredientes, aditivos, que se ajusten a las normas específicas de calidad de cada país. Dentro de la clasificación se encuentran los embutidos crudos curados acidificados, como el pepperoni. Este producto está compuesto por una mezcla de carne de res y cerdo, además de especias y aditivos (Palumbo *et al.* 1976). Esta mezcla se embute en tripas naturales o artificiales, posteriormente, reciben un proceso en el que desarrollan una alta acidez además de características organolépticas particulares y que puede tener tratamiento térmico o no (USDA 1999). La adición de acidulantes permite productos con características similares a los que reciben este descenso de pH por medio de la fermentación, logrando tener disponibilidad de productos en menor tiempo de producción (Higuera 2011).

Los almidones son polisacáridos importante y abundante en la naturaleza, éstos representan un almacén de energía en las plantas (FAO 1997). Los almidones le otorgan características de adhesión y espesor a la matriz cárnica y aumentan la capacidad de retención de agua, además de contribuir con la disminución de calorías en la ingesta (Akoh 1998). Están compuestos estructuralmente por dos polisacáridos: amilosa y amilopectina.

La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa que están unidas por enlaces alfa 1-4, que forman moléculas que no son solubles en agua (Knutzon y Grove 1994). Amilopectina, es un polímero ramificado con unidades de glucosa, unidas mayormente por enlaces alfa 1-4 y en menor proporción por enlaces alfa 1-6, son parcialmente solubles en agua caliente (Guan *et al.* 2004).

El almidón de yuca está formado en promedio por 17% de amilosa, 83% amilopectina, con una temperatura de gelatinización de 65.2 °C (Charles 2005). Es un almidón que presenta mejor estabilidad en procesos de refrigeración y congelación, ya que compacta la matriz cárnica como resultado de algunos eventos que suceden durante la gelatinización, por ejemplo, el orden molecular y la birrefringencia, se pierde por esto, los gránulos pierden su cristalinidad y absorben agua, provocando el hinchamiento y aumento del volumen (Eerlingen y Delcour 1995). Por lo que suele ser usado como gelificante y estabilizante (Hernández 2008).

Los productos lácteos aportan importantes porcentajes de proteína de alta calidad, son usados como reemplazo de grasa en productos cárnicos por su gran potencial como extensores, por presentar propiedades funcionales como viscosidad, solubilidad, capacidad de retención de agua (Mallika *et al.* 2009). Rogers (2001), establece que estos ingredientes de tipo lácteo ayudan a reducir sensaciones indeseables de sabor de los productos con menos grasa, mejorando la sensación bucal y redondean el sabor. Además, contribuyen a mejorar la textura, minimizar pérdida por cocción (Serdaroglu 2006).

El análisis sensorial es una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de alimentos, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Los Vehículos sensoriales son alimentos adicionales con los que se presenta al panelista, el producto a evaluar, para determinar la aceptación y comportamiento del producto evaluado en otro que podría ser considerado como un complemento para consumir (Hernández 2005).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el efecto de la reducción de grasa y adición de leche descremada en polvo o almidón de yuca en las características físicas, químicas, microbiológicas de pepperoni acidificado, con diferentes niveles de grasa.
- Evaluar el efecto de la reducción de grasa y adición de leche descremada en polvo o del almidón de yuca en la aceptación sensorial, de pepperoni acidificado, con diferentes niveles de grasa.
- Determinar los costos de producción de pepperoni acidificado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. La producción de Pepperoni se realizó en la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los análisis físicos y químicos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LAMZ) y los análisis sensoriales de aceptación se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial y los análisis sensoriales de preferencia se realizaron en la Fiesta Panamericana, todos estos laboratorios se encuentran dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km al Este de Tegucigalpa, en el Departamento Francisco Morazán, Honduras.

Diseño experimental. Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 5 tratamientos incluido el control, con 30, 20, 10% de grasa (G), 2.5% de Leche Descremada en Polvo (LDP) y 2.5% de Almidón de yuca (AY), tres repeticiones con medidas repetidas en el tiempo en el día 1 y 14, para un total de 15 unidades experimentales, como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para pepperoni acidificado.

Tratamiento	Grasa (%)	LDP (%)	AY (%)
Control	30	-	-
1	20	-	2.5
2	20	2.5	-
3	10	2.5	-
4	10	-	2.5

(-) no presente en la formulación

LDP: Leche descremada en polvo

AY: Almidón de yuca.

Tratamientos. Los tratamientos se realizaron con una formulación para 5 libras por cada tratamiento, en las que varía las cantidades de las carnes de acuerdo al requerimiento de grasa 30, 20, 10%, con 2.5% de leche descremada en polvo o 2.5% de almidón de yuca, dependiendo el tratamiento como se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Formulación para cada tratamiento de pepperoni acidificado

Ingredientes	Tratamientos				
	C	1	2	3	4
	Cantidades (lb)				
Res extra 1	1.6	1.9	1.9	2.3	2.3
Cerdo extra 1	1.6	1.9	-1.9	2.3	2.3
Cerdo 3	1.8	1.1	1.1	0.4	0.4
Hielo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Almidón de yuca	-	0.13	-	-	0.13
Leche descremada en polvo	-	-	0.13	0.13	-
Vino Tinto	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Ácido cítrico encapsulado	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Tripolifosfato de sodio	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Sal Nitrificada	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sal	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Especias	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29

Fuente: Planta de Cárnicos, adaptada por el autor

(-) no presente en la formulación

C: Control

Procedimiento. En la Figura 1 se describe el proceso de elaboración para pepperoni acidificado, este procedimiento se aplicó para cada uno de los tratamientos.

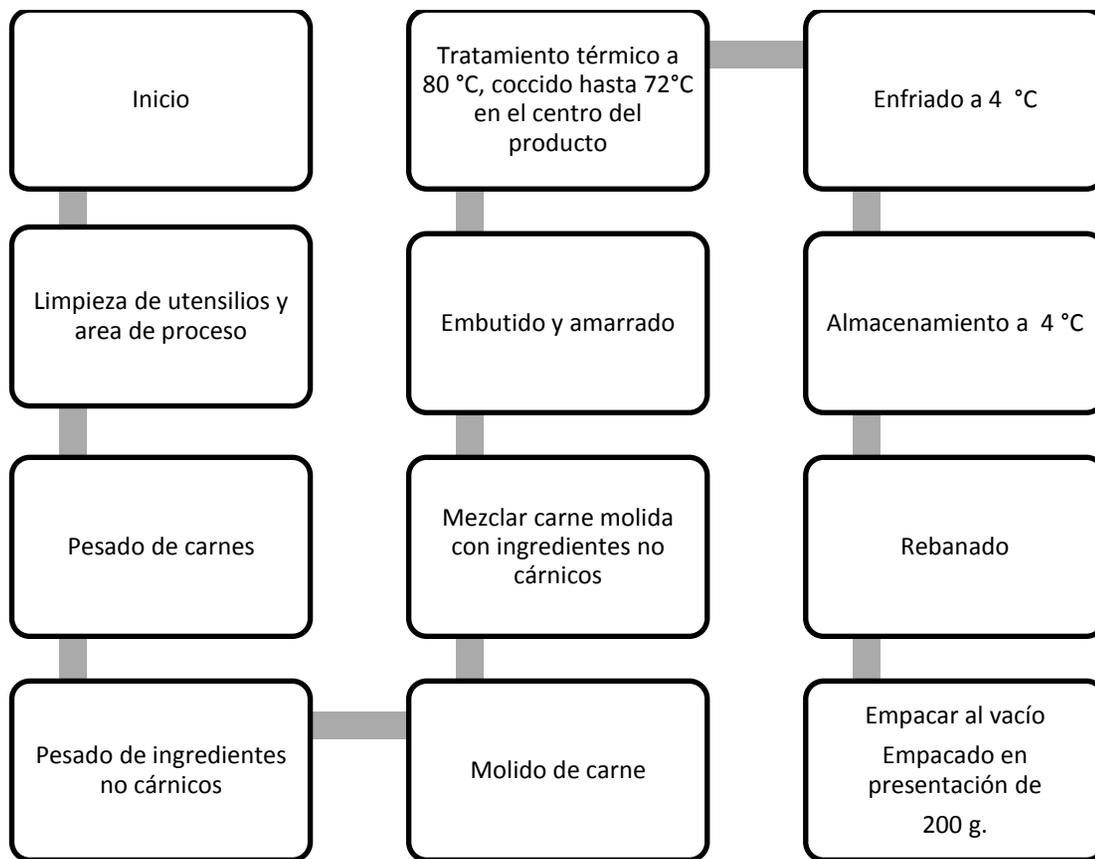


Figura1. Flujo de proceso para elaboración de pepperoni acidificado.

Limpieza de utensilios y área de proceso. Se limpió y desinfectó el área de producción de acuerdo a los estándares de POES Y BPM de la Planta de Cárnicos. Se usaron carnes de res X1, cerdo X1 y cerdo 3, se pesaron de acuerdo al porcentaje de grasa que contenía cada tratamiento 30, 20, 10%. Se pesaron todos los ingredientes de acuerdo a la formulación para cada tratamiento, uno con 20% de grasa y 2.5% de almidón de yuca, el otro con 2.5% de leche descremada en polvo, otro con 10% de grasa y 2.5% de almidón de yuca y otro con 2.5% de leche descremada en polvo. El tratamiento control con 30% de grasa no llevo almidón de yuca, tampoco leche descremada en polvo.

Se molieron la mezcla de los tres tipos de carne con hielo por cada tratamiento, usando un disco #3/16, en un molino Koch Ultrasourde 900. Se mezcló la carne molida con los ingredientes no cárnicos, en bandejas rotuladas con el número de tratamiento. En la embutidora Frey Konti C120 Kock Equipment se embutió cada tratamiento en fundas de celulosa 32. Se pesó cada uno antes de cocción.

Una vez colocados en rieles todos los tratamientos, se ingresó al horno para su cocción hasta alcanzar una temperatura de 72 °C aproximadamente por una hora y treinta minutos. Para el enfriamiento se colocó el producto caliente en bandejas con hielo y agua para enfriar y posteriormente fue llevado al cuarto frío a 4 °C.

Al permanecer 24 horas en el cuarto frío, se sacaron los tratamientos y fueron rebanados a un grosor de 0.2 cm. Se pesaron 200 g de pepperoni rebanado y fue empacado al vacío en bolsas plásticas de 5 capas (LDPE/PA/EVOH/PA/LDPE) con un grosor de 50 mm y un peso de 8 g. El producto permaneció en una cámara de refrigeración a una temperatura promedio de 4 °C, 78% humedad relativa, almacenados hasta los 14 días.

Análisis fisicoquímicos. Se midió rendimiento por cocción en el día 1. Purga, fuerza de corte, color, actividad de agua (A_w), pH, en el día 1 y 14 con tres repeticiones para cada análisis

Rendimiento. Se determinó pesando cada pieza de pepperoni sin rebanar antes y después de cocción, aplicando la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{\text{peso despues de cocción}}{\text{peso antes de cocción}} \times 100 \quad [1]$$

Purga. Las bolsas empacadas al vacío en presentación de 200 g se abrieron y se secó con papel toalla todas las rebanas de pepperoni acidificado y fueron pesadas, para determinar el porcentaje de purga por diferencia de peso. Aplicando la siguiente ecuación:

$$Purga = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [2]$$

Textura. Para evaluar la fuerza de corte se usó el Texture Analyzer Brookfield CT3 con el acople TA-RT-KIT, con el método ASTM E83. El tamaño de las rebanas fueron de 30×30×2 mm a los cuales se aplicó una carga de 0.067 N con una velocidad de 2 mm/s. se tomaron tres lecturas por cada tratamiento, en los días 1 y 14.

Color. Con el uso de Color Flex Hunter L a^* b^* Modelo 45 CX0687, se realizó análisis de color a cada tratamiento en pepperoni, rebanado. Realizando elección al azar de las rebanas a las que se realizó tres lecturas en el día 1 y 14 con el equipo mencionado.

A_w . Se midió con el AQUALAB Series 3TE. Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento para el día 1 y 14. Se calibró el equipo con el estándar 0.984 ± 0.003 . Las muestras analizadas fueron molidas e introducidas en el complemento del equipo. La temperatura promedio del ambiente al momento de realizar la medición fue 21 °C.

pH. Se determinó por medio del potenciómetro Orión 3-Star Thermo Scientific, con un acople para productos sólidos, que fue insertado en tres partes de las rebanadas de pepperoni. Efectuando tres repeticiones en cada tratamiento en los días 1 y 14.

Análisis microbiológicos. Para todas las diluciones se preparó buffer de fosfato, tomando una muestra de 1.25 mL de la solución madre de buffer de fosfato, que fue diluido en 585 mL de agua destilada. Se agregó 9 mL de buffer de fosfato en 10 tubos de ensayo y 90 mL para cada bolsa estéril con la muestra. Se envolvió pipetas de vidrio en papel periódico, que fueron llevadas al esterilizador (SterilMatic Marlet Forge Modelo STM-E) por 15 minutos a 121 °C y 120 PSI para luego ser usadas para preparar las diluciones.

Coliformes totales. Para esta evaluación se usó dos diluciones del medio selectivo VRBA (Violet Red Bile Agar), para cada muestra. Para preparar el medio se diluye 41.5 g de medio en 1000 mL de agua destilada, se pesó en la balanza (Fisher Science Education SLF152-US) realizando la conversión 8.3 g, después se diluyo en 225 mL de agua destilada. Se verificó que el pH este a 7.40 ± 0.2 a 25 °C. En la balanza (Fisher Scientific Education Modelo SLF152-US) se pesó 10 g de cada muestra de pepperoni, y se agregó 90 mL de dilución de buffer de fosfato a cada muestra, se homogenizo las muestras en el Stomacher IUL Instrument por dos minutos.

Después se tomó 2 mL de la muestra homogenizada usando una pipeta de 5 mL, se agregó 1 mL en un plato petri que fue la dilución 10^{-1} para coliformes totales. En un tubo de ensayo con 9 mL de buffer de fosfato se agregó 1 mL de muestra homogenizada, para obtener la dilución 10^{-2} , después se agito este tubo de ensayo en el Vortex-T Genie 2 Scientific Industries, de este se tomó 1 mL y se vertió en un plato petri para la dilución 10^{-2} para coliformes totales. Para el conteo de coliformes totales se vertió 5 mL de Agar Rojo Violeta en cada plato petri con la muestra antes agregada, se dejó enfriar por 10 minutos el medio de cultivo para después agregar la segunda capa de medio, también se dejó enfriar por 10 minutos.

Todos los platos Petri que contienen las muestras, fueron llevados a la incubadora Precision Thermo Scientific a 35 °C por 24 horas. Después de este tiempo se realizó el conteo y los datos fueron reportados en logaritmos de unidades formadoras de colonia por gramo. La siembra de las muestras se realizó en los días 1 y 14.

Aerobios totales. Se usó el medio de cultivo Plate Count Agar (PCA) con tres diluciones, para preparar este medio se agrega 22.5 g de medio en 1000 mL de agua destilada, se realizó la conversión y se pesó en la balanza (Fischer Science Education Modelo SLF152-US), 4.5 g de medio fueron diluidos en 200 mL de agua destilada, también se midió su pH y temperatura (7.00 ± 0.2 a 25 °C). Para preparar las muestras se tomaron 10 g de muestra de pepperoni, más 90 mL de buffer de fosfato y se agregaron dentro de una bolsa estéril, se llevó a homogenizar en el Stomacher por dos minutos.

Se tomó 2 mL con una pipeta de 5 mL, en un plato petri se agregó 1 mL para la dilución 10^{-1} para aerobios totales, 1 mL en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer de fosfato, se obtuvo la dilución 10^{-2} , este tubo de ensayo se agitó en el Vortex-T Genie 2 Scientific Industries.

Se tomó 2 mL de muestra con una pipeta de 5 mL, en un plato petri se agregó 1 mL de muestra para la solución 10^{-2} , 1 mL en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer de fosfato con esto se obtuvo la dilución 10^{-3} , se agitó en el Vortex y se retiró 2 mL, 1 mL fue agregado a un plato Petri para la dilución 10^{-3} . En cada plato Petri con 1 mL de muestra se agregó 5 mL de medio de cultivo PCA, se dejó enfriar por diez minutos para después ser incubado a 35 °C por 48 horas, al finalizar este tiempo se realizó el conteo y reporte de datos en función de logaritmos unidades formadoras de colonia por gramo.

Análisis sensorial. Este análisis se realizó con pepperoni en rebanadas, a 36 panelistas no entrenados para cada repetición por medio de una hoja de respuestas en el cual se evaluaron los atributos de color, sabor, textura, apariencia, olor y aceptación general, con una escala hedónica de nueve puntos, 1= me disgusta extremadamente y 9= me agrada extremadamente. Se colocaron en bandejas los cinco tratamientos, con codificación numérica de tres dígitos para cada tratamiento de manera aleatoria. Se utilizó agua y galletas de soda para neutralizar el paladar antes y durante del cambio de muestras. Este análisis fue aplicado en el día 1 y 14 de cada tratamiento.

Análisis de preferencia. Se eligieron los dos mejores tratamientos en base a los resultados sensoriales realizados con anterioridad, para determinar la preferencia de estos tratamientos, este análisis se realizó con rebanadas de pepperoni y aplicando el pepperoni en pizza como vehículo, a través de una comparación pareada, para su análisis estadístico se usó Chi Cuadrado a 36 personas del público que asistió a la Décimo Segunda Feria Panamericana de Zamorano.

Análisis estadísticos. El análisis de los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales se realizó por medio del Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 9.4. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) usando un modelo lineal general (GLM) y separación de medias Tukey y t-student, con un nivel de confiabilidad de $P < 0.05$. Se aplicó una prueba de normalidad y residualidad para descartar los datos fuera de tipo. Para el análisis de purga y rendimiento en cocción se realizó la conversión de porcentajes por Arcoseno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Purga. Al día 1 no existió purga en ningún tratamiento, pero si existieron diferencias significativas entre los tratamientos al día 14 (Cuadro 3), esto pudo deberse a la desnaturalización de las proteínas debido al descenso de pH que tuvieron los tratamientos y con esto aumentó la purga (Brewer *et al.* 1995), Al llegar las proteínas al punto isoeléctrico, su capacidad de retener agua disminuye (Higuera 2011). Esto pudo ser motivo para que los tratamientos con menor porcentaje de grasa y mayor contenido de proteínas tengas los porcentajes mayores de pérdida en purga.

Cuadro 3. Separación de medias y desviación estándar para purga

Tratamientos	Purga (%)		
	Día 14		
G 30%	1.42	± 0.48	c
G 20% + 2.5% AY	2.20	± 0.28	bc
G 20% + 2.5% LDP	3.17	± 0.55	ab
G 10% + 2.5% LDP	3.81	± 0.48	a
G 10% + 2.5% AY	4.13	± 0.28	a
CV (%)	14.15		

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

a-c: Diferencia significativa entre tratamiento (P<0.05).

Rendimiento de cocción. El reemplazo de grasa no presento diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05) (Figura 2). Sin embargo, la reducción de grasa tiene un efecto en la capacidad de retención de agua de los productos, a menor cantidad de grasa menor será el rendimiento por cocción. Esto debido a que existe mayor cantidad de iones cargados en la matriz cárnica que permiten la unión de las moléculas de agua mediante los puentes de hidrogeno, por esto se pierde estabilidad de la emulsión (Sampaio *et al.*2004).

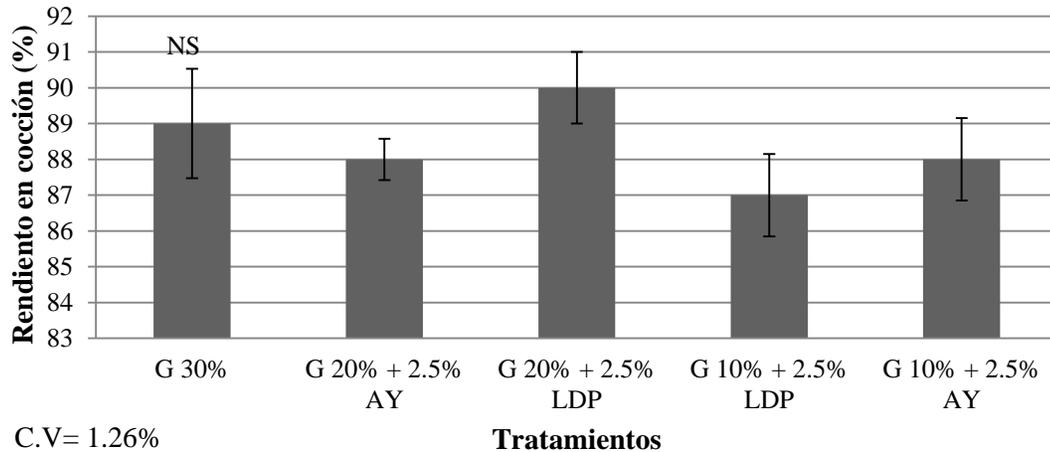


Figura 2. Separación de medias y desviación estándar de rendimiento de cocción

CV: Coeficiente de variación.

NS: Diferencia no significativa entre tratamientos ($P > 0.05$)

G: Grasa, AY: almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo

Fuerza de corte. Está expresada en N (Newton) y es la fuerza que se necesita para deformar un producto. En este análisis se presentaron diferencias significativas al día 1 y día 14 entre tratamientos y entre días ($P < 0.05$), como se observa en la Figura 3. A la grasa se le atribuye propiedades como dureza, elasticidad, suavidad, al tener una matriz cárnica con menor grasa se requiere más fuerza para su deformación, debido a que ésta se torna más dura (Rivera 2012). Esto explica la diferencia estadística que existió entre tratamientos. Coincidiendo con lo establecido por Gregg y colaboradores (1993), quienes dijeron que tratamientos bajos en grasa son más elásticos y cohesivos en relación a los que tienen mayor cantidad de grasa, sin percibir diferencias en el sabor.

El almidón de yuca y la leche descremada en polvo, tienen efecto en la textura del pepperoni, dando como resultado una matriz cárnica más firme (Colmenero *et al.* 1995). Productos con mayor contenido de proteína darán como resultados matrices más densas y por ende productos más duros (Cavestany *et al.* 1994).

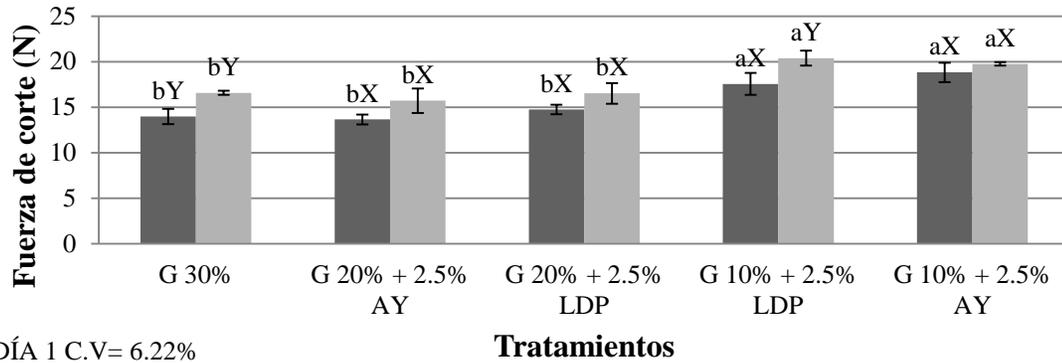


Figura 3. Separación de medias y desviación estándar para fuerza de corte, con medidas repetidas en el tiempo.

N: Newton.

CV: Coeficiente de variación.

LDP: Leche descremada en polvo.

a-b: Diferencia significativa entre tratamiento ($P < 0.05$).

x-y: Diferencia significativa por días ($P < 0.05$).

pH. No se presentó diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$), pero sí existió entre días (Figura 4). Este resultado se asemeja al obtenido por Barbut (1996) quien realizó una evaluación para determinar el efecto de acidificación y fermentación y determinó que no se producen cambios del pH por la adición de ácido cítrico encapsulado en la formulación. La diferencia que existió entre días se relaciona al rompimiento de las proteínas cárnicas (actina y miosina) lo cual provoca un descenso del pH (García *et al.* 2000).

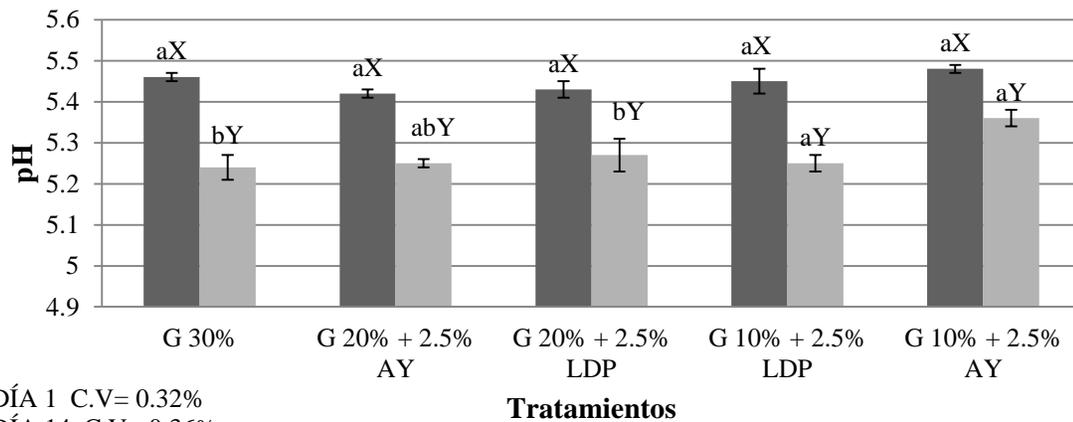


Figura 4. Separación de medias y desviación estándar para pH, de medidas repetidas en el tiempo.

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

a-b: Diferencia significativa entre tratamiento ($P < 0.05$).

x-y: Diferencia significativa por días ($P < 0.05$).

Valor L. El valor L está relacionado con la luminosidad del producto en una escala de negro-blanco (0-100). Los resultados se observan en el Cuadro 4, resultando diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), sin embargo, se mantiene estable entre días ($P > 0.05$). Cuando se reduce grasa en productos cárnicos curados se desea obtener productos oscuros y rojizos (Bishop *et al.* 1993). Estos colores son característicos del pepperoni, también hay que tomar en cuenta su estabilidad a través del tiempo. La estabilidad de la luminosidad está relacionada con la cantidad de agua libre que tenga el producto y la cantidad de mioglobina (Alarcón Rojo *et al.* 2007).

El almidón está relacionado con la retención de agua del pepperoni, por su capacidad ligante y gelificante (Hernández 2008) por esto al pasar los días se observa que los tratamientos que contienen almidón de yuca, presentan coloraciones más oscuras. El contenido de grasa también influye con la luminosidad, a mayor contenido de grasa, mayor es el valor L es decir aumenta su luminosidad y son más claros (Paneras *et al.* 1996). Esto se ve reflejado en el tratamiento control de nuestro estudio al día 14.

Cuadro 4. Separación de medias y desviación estándar para la variable L de color (Luminosidad), con medidas repetidas en el tiempo.

Tratamientos	Valor L *	
	Día 1	Día 14
G 30%	45.36 ± 0.74 abcx	49.57 ± 0.30 ay
G 20% + 2.5% AY	46.13 ± 2.16 bx	46.21 ± 0.33 bx
G 20% + 2.5% LDP	46.61 ± 0.69 ax	47.85 ± 0.64 abx
G 10% + 2.5% LDP	44.33 ± 1.77 bcx	46.51 ± 0.19 bx
G 10% + 2.5% AY	44.17 ± 0.53 cx	45.00 ± 0.11 bx
CV (%)	1.45	2.48

*: Blanco (100), Negro (0)

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo

CV: Coeficiente de variación.

a-c: Diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

x-y: Diferencia significativa por días ($P < 0.05$).

Valor a*. No existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) como se observa en el Cuadro 5. En esta escala se encuentran los colores verde - rojo (-60 a 60). La presencia de nitritos en la formulación de pepperoni es responsable del color rojo, propio de este producto. No se produjo cambios a través del tiempo debido a la relación entre nitritos y mioglobina, que resultan en nitro-sil mioglobina, que reaccionan al aplicar tratamiento térmico y se da la producción de nitro sil-hemocromo que es el encargado del color rosado estable (Higuera 2011).

El contenido de proteína está relacionado con el aumento o disminución del valor a*, menor contenido de proteína favorece a la dilución de mioglobina y por ende menos color rojo. En este estudio la leche descremada en polvo como sustituto de grasa, además de sus

características como solubilidad, capacidad de retención de agua, aportan con proteína de alto valor nutricional (Mallika *et al.* 2009).

Cuadro 5. Separación de medias y desviación estándar para la variable a de color (intensidad de verde a rojo), en medidas repetidas en el tiempo.

Tratamientos	Valor a* €	
	Día 1 Ω	Día 14 Ω
G 30%	17.62 ± 0.55 x	15.80 ± 0.58 y
G 20% + 2.5% AY	17.44 ± 0.57 x	16.56 ± 0.11 x
G 20% + 2.5% LDP	16.43 ± 0.25 x	15.52 ± 0.41 y
G 10% + 2.5% LDP	17.42 ± 0.13 x	15.56 ± 0.55 y
G 10% +2.5% AY	16.94 ± 0.75 x	14.87 ± 0.79 y
CV (%)	2.94	3.81

€: Verde (-60), rojo (60).

CV: Coeficiente de variación.

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo

Ω: Diferencia no significativa entre tratamiento (P>0.05).

x-y: Diferencia significativa por días (P<0.05).

Valor b*. Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos y entre días (P <0.05), como se observa en el Cuadro 6. Los valores b* están relacionados con la escala azul-amarillo. La grasa está relacionada con el color amarillo, por ende, a mayor contenido de grasa mayor será el valor b* (Pietrasik *et al.* 2000). Es por esto que el tratamiento control de este estudio presenta una coloración más amarilla. En embutidos de este tipo es deseada la coloración amarilla-naranja, por este motivo no se puede reemplazar la grasa completamente (Cengiz y Gokoglu. 2007).

Cuadro 6. Separación de medias y desviación estándar para la variable b de color (intensidad de azul a amarillo), en medidas repetidas en el tiempo.

Tratamientos	Valor b* €	
	Día 1	Día 14
G 30%	19.65 ± 0.53 ax	18.04 ± 0.63 ay
G 20% + 2.5% AY	19.04 ± 0.46 abx	17.30 ± 0.58 abx
G 20% + 2.5% LDP	18.18 ± 0.14 bx	16.72 ± 0.09 by
G 10% + 2.5% LDP	18.26 ± 0.06 bx	16.61 ± 0.09 by
G 10% +2.5% AY	18.57 ± 0.08 bx	15.70 ± 0.15 cy
CV (%)	1.83	1.69

€: Azul (-60) – amarillo (60)

CV: Coeficiente de variación.

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo

a-c: Diferencia significativa entre tratamiento (P<0.05).

x-y: Diferencia significativa entre días (P<0.05)

Aw. En el Cuadro 7 se observa que los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos al día 1 (P>0.05) pero si presento diferencia entre tratamientos al día 14 y entre días. La actividad de agua es el agua libre que tiene el producto y está relacionada con las propiedades coligativas, reologicas, químicas, físicas, enzimáticas y microbiológicas y predice estabilidad y vida anaquel del producto (Cichoski y Terra 2004). La Aw inicial fue cercana a 0.97 y fue disminuyendo hasta alcanzar valores de 0.90-0.92 a los 14 días, esto concuerda con los resultados obtenidos por Fernández y colaboradores (2009) y con Beriain *et al.* (2000) quienes concluyeron que valores de Aw que rodean el 0.90 se pueden considerar como característicos de los embutidos secos.

El contenido de grasa tiene una relación inversa con el contenido de actividad de agua (Mittal y Barbut. 1992), con esto se relacionan los resultados obtenidos en este estudio donde, los tratamientos con 10% de grasa tienen mayor Aw. La reducción de Aw se produce por el contenido de solutos altamente hidratables que retienen el agua del producto. El almidón de yuca posee una alta capacidad de retención de agua y con esto reduce la actividad de agua. Al reducir la actividad de agua en conjunto con el descenso del pH el producto desarrolla su capacidad de conservación (Frey 1983).

Cuadro 7. Separación de medias y desviación estándar para la variable actividad de agua (A_w), en medidas repetidas en el tiempo.

Tratamientos	Actividad de agua (A_w)	
	Día 1 Ω	Día 14
G 30%	0.959 \pm 0.002 x	0.915 \pm 0.001 aby
G 20% + 2.5% AY	0.959 \pm 0.005 x	0.908 \pm 0.009 by
G 20% + 2.5% LDP	0.958 \pm 0.008 x	0.906 \pm 0.004 by
G 10% + 2.5% LDP	0.961 \pm 0.009 x	0.917 \pm 0.005 aby
G 10% +2.5% AY	0.954 \pm 0.001 x	0.924 \pm 0.001 ay
CV (%)	0.40	0.54

CV: Coeficiente de variación.

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamientos ($P > 0.05$)

a-b: Diferencia significativa entre tratamiento ($P < 0.05$).

x-y: Diferencia significativa entre días ($P < 0.05$)

Coliformes totales. Estos microorganismos son indicadores de la inocuidad y sanitización en el proceso de producción y manejo de los productos (Félix *et al.* 2005). En este estudio se reportó ausencia de coliformes al día 1 y 14 ($< 1 \log_{10} \text{UFC/g}$), esto es resultado del cumplimiento de condiciones sanitarias. El pepperoni es un producto que recibió tratamiento térmico y contiene ácido cítrico encapsulado, factores que inhiben el crecimiento de microorganismos vegetativos (Feiner 2006).

Mesófilos aerobios. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en el día 1 y 14 como se detalla en el Cuadro 8. Los valores reportados están dentro del rango permitido que es de $5 \log_{10} \text{UFC/g}$ (Barwart 1989). Al pepperoni se aplicó tratamiento térmico, fue empacado al vacío con lo cual se limitó la cantidad de oxígeno, el contenido de acidulante provocó un medio ácido que inhibe el crecimiento microbiano por estas razones se justifica los conteos bajos resultantes.

Cuadro 8. Separación de medias y desviación estándar para Mesófilos aerobios, con medidas repetidas en el tiempo.

Tratamientos	Mesófilos Aerobios (\log_{10} UFC/g)	
	Día 1 δ	Día 14 δ
G 30%	3.76 \pm 0.37 x	3.21 \pm 0.19 y
G 20% + 2.5% AY	3.73 \pm 0.08 x	3.53 \pm 0.31 x
G 20% + 2.5% LDP	3.80 \pm 0.10 x	3.42 \pm 0.38 y
G 10% + 2.5% LDP	3.63 \pm 0.20 x	3.39 \pm 0.28 x
G 10% +2.5% AY	3.44 \pm 0.44 x	3.39 \pm 0.81 x
CV (%)	6.77	13.53

CV: Coeficiente de variación.

G: grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

δ : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P > 0.05$).

x-y Diferencia significativa entre días ($P < 0.05$)

Análisis sensorial de apariencia. En el Cuadro 9, se observa que los resultados no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, tampoco entre días ($P > 0.05$). Urgilez (2014), atribuye que la evaluación de los panelistas para este atributo está ligada al color que presentan las muestras. Los panelistas dieron una calificación entre 6.51-6.81, que en la escala hedónica es cercano a “me gusta moderadamente”. La mayoría de los cambios en apariencia se producen por factores como carga microbiana, actividad de agua, pH, temperaturas. Sin embargo, el pepperoni resultó en todos sus tratamientos con baja carga microbiana, pH ácido, baja actividad de agua, y su almacenamiento se realizó en condiciones de refrigeración (4 °C) e independientemente del porcentaje de grasa, estos factores influyeron para que no exista cambios con el paso de los días y así asegurar la vida anaquel del producto.

Cuadro 9. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la prueba de aceptación para apariencia del análisis sensorial

Tratamientos	Apariencia	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.55 \pm 1.59	6.55 \pm 1.42
G 20% + 2.5% AY	6.51 \pm 1.52	6.68 \pm 1.43
G 20% + 2.5% LDP	6.72 \pm 1.43	6.81 \pm 1.55
G 10% + 2.5% LDP	6.71 \pm 1.40	6.74 \pm 1.27
G 10% + 2.5% AY	6.72 \pm 1.50	6.72 \pm 1.42
CV (%)	22.48	20.86

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis sensorial para color. No se percibió diferencias por parte de los panelistas entre tratamientos, tampoco entre días ($P>0.05$) como se detalla en el Cuadro 10. Los tratamientos fueron calificados entre 6.70-7.05 lo que corresponde en la escala hedónica a cercano a “me gusta moderadamente”. La estabilidad del color al paso de los días se atribuye al porcentaje de carne magra que aporta mioglobina. En un estudio realizado por Jaramillo (2014) con leche descremada en polvo, determino una calificación de 7.61 ± 1.37 para este atributo, acertando a esta calificación se encuentran la obtenida en el presente estudio para los tratamientos que la contienen, también afirma que conforme se incrementa el nivel de leche en polvo en la formulación, se registra una tendencia a incrementar la calidad.

La alteración del color en los productos puede ser la causa más importante que define la durabilidad del producto (Pérez *et al.* 2001). Se percibió colores más oscuros, rojizos y menos amarillos en los diferentes tratamientos reducidos en grasa comparados con el control, que no fueron percibidos como desagradables por el consumidor.

Cuadro 10. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la prueba de aceptación para color del análisis sensorial

Tratamientos	Color	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.70 \pm 1.46	6.84 \pm 1.23
G 20% + 2.5% AY	6.86 \pm 1.27	7.05 \pm 1.24
G 20% + 2.5% LDP	6.75 \pm 1.33	6.90 \pm 1.26
G 10% + 2.5% LDP	6.89 \pm 1.24	6.98 \pm 1.19
G 10% +2.5% AY	6.89 \pm 1.34	6.92 \pm 1.30
CV (%)	19.90	17.43

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis sensorial para olor. En el Cuadro 11, se observa que no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, tampoco al paso de los días ($P>0.05$). Los panelistas calificaron este parámetro entre 6.52 – 6.84, lo que significa en la escala hedónica cercano a “me gusta moderadamente”. Esto demuestra que el reemplazo de grasa por carbohidratos y proteínas no tiene efecto en este parámetro. El contenido de carne de cerdo según lo expresado por Forrest y colaboradores (1979) convierten a los productos cárnicos en muy susceptibles a la absorción de materias volátiles que se degradan con el calor y son percibidos por los nervios olfatorios (Wirth 1981).

Cuadro 11. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la prueba de aceptación para olor del análisis sensorial

Tratamientos	Olor	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.86 \pm 1.22	6.54 \pm 1.34
G 20% + 2.5% AY	6.61 \pm 1.37	6.78 \pm 1.39
G 20% + 2.5% LDP	6.60 \pm 1.44	6.77 \pm 1.38
G 10% + 2.5% LDP	6.78 \pm 1.34	6.79 \pm 1.38
G 10% +2.5% AY	6.52 \pm 1.48	6.70 \pm 1.45
CV (%)	21.45	21.27

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis sensorial para sabor. Para este parámetro no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, tampoco entre días ($P>0.05$) como se observa en el Cuadro 12. El sabor del pepperoni no se vio afectado por la adición de almidón de yuca y leche descremada en polvo. Este parámetro recibió calificaciones entre 6.66 – 6.93, siendo en la escala hedónica cercano a “me gusta moderadamente”. Martínez (2004) determinó que la adición de almidón en productos cárnicos no interfiere en el sabor de los mismos, consideró que este parámetro está relacionado con la individualidad y gusto de los panelistas.

La grasa tiene propiedades no solo en la textura sino también en la jugosidad del pepperoni, menos grasa representa menos jugosidad, sin embargo, al reemplazar esa grasa por carbohidratos o proteínas este atributo no se pierde y es aceptado por los consumidores, no varía con el paso de los días, sigue teniendo una aceptación moderada. Los panelistas destacaron el picante de los tratamientos, a pesar de que todos contienen la misma cantidad de especias, determinaron que algunos tratamientos tenían un picante más fuerte.

Cuadro 12. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la prueba de aceptación para sabor del análisis sensorial

Tratamientos	Sabor	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.77 \pm 1.45	6.59 \pm 1.44
G 20% + 2.5% AY	6.74 \pm 1.60	6.93 \pm 1.61
G 20% + 2.5% LDP	6.66 \pm 1.60	6.77 \pm 1.49
G 10% + 2.5% LDP	6.72 \pm 1.48	6.69 \pm 1.40
G 10% +2.5% AY	6.94 \pm 1.38	6.73 \pm 1.44
CV (%)	22.14	21.03

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis sensorial para textura. En el Cuadro 13, los resultados no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, tampoco entre días ($P>0.05$). Con esto se determina que no existe influencia de los reemplazos de grasa en la textura del pepperoni, sin embargo, se obtuvo mejores calificaciones para el tratamiento con 20% de grasa y 2.5% de almidón de yuca recibiendo calificaciones de 6.91 y 7.08 en el día 1 y 14 respectivamente, lo que equivale en la escala hedónica a “me gusta moderadamente” estos resultados concuerdan con los obtenidos por Martínez (2004).

Los tratamientos con mejores calificaciones para esta variable fueron los que tienen almidón de yuca y esto se debe a que los almidones como reemplazo de grasa brindan flexibilidad y dispersión de grasa de la mezcla, presentando un aspecto más homogéneo en la emulsión (Villaseñor 1997).

Cuadro 13. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la prueba de aceptación para textura del análisis sensorial

Tratamientos	Textura	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.82 \pm 1.42	6.58 \pm 1.40
G 20% + 2.5% AY	6.91 \pm 1.38	7.08 \pm 1.36
G 20% + 2.5% LDP	6.71 \pm 1.46	6.92 \pm 1.25
G 10% + 2.5% LDP	6.86 \pm 1.37	6.82 \pm 1.43
G 10% +2.5% AY	6.86 \pm 1.34	6.81 \pm 1.44
CV (%)	21.47	19.72

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis sensorial para aceptación general. Los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas en el Cuadro 14 ($P>0.05$). Debido a que los atributos en conjunto no tuvieron diferencia significativa entre tratamientos, el panelista demostró que puede consumir un pepperoni con 30% de grasa y reemplazarlo por otro con 20 y 10% de grasa sin dificultad y teniendo en promedio la misma aceptación.

Jimenez (1996), destacó el uso de carbohidratos y proteínas como reemplazo de grasa en productos cárnicos, ya que aportan propiedades similares a las que brinda la grasa a la matriz cárnica. Además, reducen el aporte de calorías a la formulación manteniendo las características del producto durante los procesos de producción (Keeton 1994).

Cuadro 14. Separación de medias y desviación estándar de las calificaciones de la para aceptación general del análisis sensorial

Tratamientos	Aceptación general	
	Día 1 Ω ϕ	Día 14 Ω ϕ
G 30%	6.77 \pm 1.23	6.70 \pm 1.14
G 20% + 2.5% AY	6.87 \pm 1.35	6.95 \pm 1.61
G 20% + 2.5% LDP	6.80 \pm 1.37	7.04 \pm 1.21
G 10% + 2.5% LDP	6.88 \pm 1.20	6.88 \pm 1.24
G 10% +2.5% AY	6.82 \pm 1.31	6.76 \pm 1.32
CV (%)	19.19	18.26

CV: Coeficiente de variación.

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Ω : Diferencia no significativa entre tratamiento ($P>0.05$).

ϕ : Diferencia no significativa entre días ($P>0.05$)

€: Escala hedónica de nueve puntos: 9=me gusta extremadamente, 5=ni me gusta ni me disgusta, 1= me disgusta extremadamente.

Análisis de preferencia. Se observa que en los resultados de preferencia (Cuadro 15), los tratamientos con reemplazo de grasa por almidón de yuca o leche descremada en polvo, demostraron ser igual de preferidos en relación al que tiene solo grasa animal, según la prueba Chi cuadrado.

Cuadro 15. Frecuencia de preferencia para pepperoni acidificado reducido en grasa con adición de leche descremada en polvo o almidón de yuca.

Tratamientos	Preferencia	
	Día 1 (%)	Día 14 (%)
G 30%	11.76	11.76
G 20% + 2.5% AY	25.49	21.57
G 20% + 2.5% LDP	22.55	33.55
G 10% + 2.5% LDP	23.53	28.43
G 10% +2.5% AY	16.67	15.69

Día 1: $Pr>ChiSq = 0.16$

Día 14: $Pr>ChiSq = 0.752$

G: Grasa, AY: Almidón de yuca, LDP: Leche descremada en polvo.

Análisis de preferencias – Fiesta Panamericana. En el análisis de preferencia llevado a cabo con los dos mejores tratamientos en rebanadas y con ayuda de un vehículo sensorial (pizza). A los resultados obtenidos se les aplicó la prueba Chi cuadrado con la que se obtuvo $x^2 \text{ tab} > x^2 \text{ cal}$ ($0.49 > 0.47$), como se observa en el Cuadro 16. Las muestras de pepperoni acidificado rebanado fueron diferentes, resultando preferido el tratamiento con 20% de grasa y 2.5% de almidón de yuca en rebanada. Las muestras presentadas en pizza no presentaron diferencia en cuanto a la preferencia de los panelistas.

Cuadro 16. Análisis sensorial de preferencia (Rebanadas)- Fiesta Panamericana

Tratamientos	Esperado	Observado	Obs-Esp	(Obs-Esp) ²	(Obs-Esp) ² /Esp
G 20% + 2.5% AY	17	19.00	2.00	4	0.24
G 20% + 2.5% LDP	17	15.00	-2.00	4	0.24
					0.47

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo
 Obs: Observado, Esp: Esperado

Análisis de costos variables. Los costos de producción (Cuadro 17), son un factor importante a la hora de tomar una decisión para impulsar la producción de un producto. El rendimiento por cocción es un análisis que está relacionado con este factor. Dado el rendimiento por cocción en este estudio, se calculó el precio para una presentación de 200g de pepperoni acidificado para cada tratamiento. El tratamiento control resultó más económico en relación a los demás tratamientos, sin embargo, basado en los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales los dos mejores tratamientos G 20% + 2.5% AY y G 10% + 2.5% LDP tienen precios por presentación de 200 g de \$0.93 y \$1.05 respectivamente.

Cuadro 17. Costos variables para producción de pepperoni acidificado

Tratamiento	\$/lb	Rendimiento (%)	g/Kg de producto	\$/g	Precio de venta 200g	Sobre aumento
G 30%	3.83	89	890	0.004	0.86	0
G 20% + 2.5% AY	4.07	88	880	0.005	0.93	107%
G 20% + 2.5% LDP	4.20	90	900	0.005	0.93	108%
G 10% + 2.5% LDP	4.55	87	870	0.005	1.05	122%
G 10% + 2.55 AY	4.41	88	880	0.005	1.00	116%

G: grasa, AY: almidón de yuca, LDP: leche descremada en polvo

4. CONCLUSIONES

- La reducción de grasa y el uso de almidón de yuca o leche descremada en polvo mantuvieron las características sensoriales de un pepperoni acidificado, mostrando un comportamiento similar al producto que contenía 30% de grasa.
- La reducción de grasa y la adición de almidón de yuca y leche descremada en polvo en un pepperoni acidificado proporcionaron matrices cárnicas más firmes, mayor retención de agua, colores más oscuros y menos amarillos.
- La reducción de grasa de 30 a 10 y 20%, con la adición de almidón de yuca o leche descremada en polvo no afectó el conteo de coliformes totales y mesófilos aerobios del pepperoni acidificado.

5. RECOMENDACIONES

- Continuar el estudio para determinar la vida anaquel de un pepperoni acidificado con diferentes fuentes de reemplazo de grasa, ampliando su estudio a más de 21 días.
- Ampliar el estudio con otro tipo de extensores como proteínas vegetales.
- Evaluar el picante del pepperoni como atributo sensorial sin exceder de tres muestras por cada panelista.
- Realizar un análisis nutricional para determinar cómo mejoran los aportes que realiza el pepperoni acidificado a la dieta diaria.

6. LITERATURA CITADA

Alarcón Rojo, A., Linares, C., Macías, G. 2007. Propiedades físico – químicas de jamones elaborados con carne pálida, suave y exudativa de cerdo. *Tecnociencia* 1(1): 2-9.

Akoh, C. 1998. Fat replacers. Scientific Status Summary. The institute of food technologists expert panel on food safety and nutrition. Vol.52. No.3

Ballabriga, A. Carracosa, A. 2001. Obesidad en la infancia y en la adolescencia. *Nutrición en la infancia y adolescencia segunda edición*. 559-582.p

Bishop, D.J. Olson, D.G. Knipe, C.L. 1993. Pre emulsified corn oil, pork fat, or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. *Journal of Food Science* 58, 484-487p.

Brewer, S.M. Matulis, R.J. McKeith, F.K. Sutherland, J.W. 1995. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. *Journal of Food Science*. 60. 42-47p.

Cavestany, M. Colmenero, J.F. Solas, M. T. Carballos, J. 1994. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. *Meat Science* 38: 27-37.p

Cengiz, E. Gokoglu, N. 2007. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter type sausages. *International Journal Food Science and Technology*. 42 (3): 366-372.p

Charles, A.L. 2005. Influence of amylopectin structure and amylose content in the gelling properties of five cultivars of cassava starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 53. No. 7: 2717- 2725.p

Cichoski, A. Terra, N. 2004. Teorías dos obstáculos (Hurdle Technology) en productos cárnicos curados. *Higiene alimentaria*. 33-36p.

Colmenero, J. Barreto, G. Mota, N. 1995. Influence of fat content protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. *Lebensmittel- Wissenschaft and Technology*. 11: 56-66.p

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1999. Modelo HACCP general para los productos cárnicos y avícolas no perecederos sin tratamiento término. Washington (Estados Unidos): USDA. http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/8f72bed7-0631-4d57-b07e-d1686477766b/HACCP-15_SP.pdf?MOD=AJPERES.

Eerlingen, R.C. Delcour, J.A. 1995. Formulation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *Journal of Cereal Science*. Vol. 22. No. 2. 129-138p.

Errecart, V. 2015. Análisis del mercado mundial de las carnes. Tarapoto (Perú): Universidad Nacional de San Martín. http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CERE%20-%20Mayo%20-%202015.pdf.

Feiner, G. 2006. Meat products handbook: Practical Science and technology. Non fermented salami.

Félix, F. Campas, B. Meza, M. 2005. Calidad Sanitaria de los Alimentos. Instituto Tecnológico de Sonora 6 3p.

Fernández, F. López, I. Cofrades, S. Jiménez, F. 2009. Influence of adding Sea Spaghetti seaweed and replacing the animal fat with olive oil or a konjac gel on pork meat batter gelation. Potential protein/alginate association. *Meat Science* 83(2): 209-217.p

Frey, W. 1983. Fabricación fiable de embutidos. Zaragoza Editorial Acribia. S.A.

Forrest, J. Aberle, H. Hedrick, M. 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Edición Acribia. España. 350p.

García, J. Ruiz, C. Ortega, J. Núñez, F. 2000. Efecto de la materia prima y de las características del proceso en la calidad del jamón cocido. Facultad de Zootecnia. Universidad de Chihuahua. México. 12p.

Gregg, L.L. Claus, J.R. Hackney, C.R. Marriot N.G. 1993. Low fat, high added water bologna from massaged, minced batter. *Journal of Food Science* 58: 259-264.p

Guan, J. Hanna, M. 2004. Extruding foams from corn starch acetate and native corn starch. *Biomacromolecules*. 5: 2329-2339p.

Hernández. E. 2005. Evaluación sensorial. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería-UNAD. Bogotá. 39p.

Hernández, M. 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán. México. Ciencia y Tecnología de alimentos. Campinas.

Higuera. O. 2011. Evaluación de ácidos encapsulados en las propiedades físico- químicos y sensoriales de un salami cocido. Tesis Ing. Agroindustria El Zamorano, Honduras. 31p.

Jaramillo, M. 2014. Utilización de leche en polvo como agente ligante en la elaboración de salame. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Keeton, J. 1994. Low-fat meat products-technological problems with processing. *Meat Science* 36(1): 261-276

Knutzon, C.A. Grove, M. 1994. Rapid method for estimation of amylose in maize starches. *Cereal Chemistry*. v. 7, n.5. 469p.

Mallika, E. Prabhakar, N. Reddy, K. 2009. Low meat products-an overview. *Veterinary World* 2(9) 867:870 p.

Martínez, N. 2004. Evaluación de cuatro niveles (1.25, 2.5, 3.75 y 5.05) de fécula de maíz en la elaboración de salchicha vienesa. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias.

Mittal, G.S. & Barbut, S. 1992. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low-fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*. 31: 241- 247 p

Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO). 1997. Los carbohidratos en la nutrición humana. FAO. https://books.google.hn/books?id=FZ_ed5pkNdoC&pg=PA78&dq=almidon&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiHtqnutKnPAhUF7IMKHfT4AYsQ6AEIGjAA#v=onepage&q=almidon&f=false.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO). 2014. Producción y Sanidad Animal. Carne y productos cárnicos. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>.

Palumbo, A. Zaika, L. Kissinger, J. Smith, J. 1976. Microbiology and technology of the pepperoni process. *Journal of Food Science*. 41: 12-17p.

Paneras, E.D. Bloukas, J.G. 1996. Vegetables oils replacing pork back fat for low fat frankfurter. *Journal of Food Science*. 56, 725-733p.

Pérez, B. Tovar, J. 2001. Memorias del Curso. Actualización en química y nutrición del almidón. Yautepec, Morelos: Centro de investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Pietrasik, Z. Duda, Z. 2000. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*. 56. 181-188p.

Rivera, I. 2012. Reduccion de grasa y alternativas para su sustitucion en productos carnicos emulsionados, una revision. Nacameh Vol. 6, No. 1-14p.

Roger, R. 2001. Chapter 18: Manufacturing of reduced-fat, low-fat and fat-free emulsion sausage. Meat science and applications. 710p.

Sampaio, G.R. Claudia, C.M.N. Castellucci, G.M.N. Pinto, E. Silva, M.E.M. Torres, E.A.F.S. 2004. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. Journal of Food Composition and Analysis 17 (3-4): 469-474p.

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

Tokusoglu, O. 2003. Fat replacers in meat products. Pakistan Journal of Nutrition 2 (3): 196-203p.

Urgilez, J. 2014. Evaluación de las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de un salami cocido y acidificado, bajo en grasa y Fuente de fibra dietética adicionada. 23p. a

Villaseñor, S. 1997. El uso de almidones en los productos cárnicos. Laboratorios Griffith. Revista Carnetec. México. (Accessed 2016 Oct 20).

Wirth, F. 1981. Valores normativos de la tecnología de la carne. Edición Acribia. Zaragoza. España.

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato para prueba de aceptación sensorial.

Evaluación sensorial de aceptación

Nombre _____ Fecha _____

Instrucciones:

- Se le presentara 5 muestras codificadas de pepperoni, galletas de soda y un vaso de agua.
- Al iniciar limpie su paladar con galleta y agua, antes y después de cada muestra.
- Realice su evaluación tomando las muestras de izquierda a derecha
- Marque con "x", según su calificación de acuerdo a los atributos: color, textura, sabor, jugosidad, aceptación general.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta extremadamente	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	NI me gusta /NI me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta extremadamente

Código de muestra: _____



Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Textura									
Aceptación general									

Código de muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Textura									
Aceptación general									