

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de Adición de Colágeno de Cerdo y Almidón de Yuca en las Características Fisicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales del Jamón Canadiense

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

Karen Elizabeth Jáuregui Valarezo

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2014

Efecto de Adición de Colágeno de Cerdo y Almidón de Yuca en las Características Físicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales del Jamón Canadiense

Karen Elizabeth Jauregui Valarezo

Resumen. Jamón canadiense es un producto elaborado a partir del músculo grande de lomo de cerdo caracterizándose por contener extensores los cuales aumentan el rendimiento de producción, ligando agua y mejorando la textura. El objetivo de este estudio fue determinar la combinación de almidón de yuca y colágeno de la piel de cerdo en la elaboración de un jamón canadiense con características aceptables por el consumidor. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3 x 3 para un total de 9 tratamientos a diferentes concentraciones, con 3 repeticiones y 2 medidas repetidas en el tiempo día 1 y día 14. La tonalidad roja (valor a) aumentó y la fuerza de corte fue menor en la presencia de almidón de yuca con proteína de colágeno de cerdo al 0% en la formulación, mientras que rendimiento por cocción y rebanado no es afectado por la adición de almidón a los niveles estudiados. El pH fue menor en proteína de colágeno al 2 % y la purga fue mayor en el control. Los valores de mesófilos aerobios y coliformes totales estuvieron dentro de los parámetros establecidos por el RTC. Los atributos sensoriales de apariencia, color y olor fueron afectados principalmente por la adición de almidón, mientras que sabor, textura y aceptación general por la interacción de almidón y colágeno. Ningún tratamiento fue preferido por los panelistas.

Palabras clave: Extensores, mioglobina, proteína, rendimiento.

Abstract. Canadian bacon is a product made from the pork loin muscle characterized by containing extenders that increase yield production, linking water and improving texture. The objective of this study was to determine a combination of cassava starch and collagen of pork skin in the development of a Canadian bacon with acceptability of the consumer's characteristics. Completely design of randomized blocks (BCA) was used a factorial 3 x 3 for a total of 9 treatments at different concentrations, with 3 replications and 2 repeated measures, day 1 and day 14. The red hue (value a) and cutting force was lower in the presence of cassava starch with protein collagen pork to 0% in the formulation, while being cooking yield and slicing yield were not affected by the addition of starch to the levels studied. The pH was lower in protein and 2% collagen was higher in the purge control. The values of aerobic mesophilic and total coliforms were within the parameters set by the RTC. The sensory attributes of appearance, color and odor were affected mainly by the addition of starch, while taste, texture and general acceptance by the interaction of starch and collagen. No treatment was preferred for the panelists.

Key words: Extender, myoglobin, protein, yield

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4 CONCLUSIONES.....	28
5 RECOMENDACIONES.....	29
6 LITERATURA CITADA	30
7 ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental de los jamones canadienses con dos tipos de extensores, almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%. ...	4
2. Análisis de color con separación de medias y desviación estándar (D.E.) en la variable b.....	12
3. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento por cocción.....	17
4. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento por rebanado.....	18
5. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) en análisis mesófilos aerobios.....	19
6. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1, del atributo apariencia en los tratamientos.....	20
7. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1 del atributo color.....	21
8. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1 del atributo olor.....	22
9. Comparación de medias y diferencias en el tiempo en sabor en los tratamientos.....	24
10. Comparación de medias y diferencias en el tiempo en textura en los tratamientos.....	25
11. Costos variables de la producción de un jamón canadiense sin extensor.....	27
12. Costos variables de la producción de los cuatro jamones canadienses evaluados en el análisis de preferencia.....	27

Figuras	Página
1. Diagrama de flujo de proceso de elaboración del jamón.....	5
2. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable L del día 1 de la interacción Proteína x Almidón.....	9
3. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable L del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.....	10
4. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable a del día 1 de la interacción Proteína x Almidón.....	11
5. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable a del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.....	11
6. Análisis de color con separación de medias y (desviación estándar) en la variable b del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.....	13

Figuras	Página
7. Análisis de fuerza de corte con separación de medias y (desviación estándar) del día 1 en los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.	14
8. Análisis de fuerza de corte comparando las medias y (desviación estándar) en el día 14 de la interacción Proteína x Almidón.	15
9. Análisis de pH, comparando medias y (desviación estándar) en el día 1 de los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.	16
10. Análisis de pH comparando medias y (desviación estándar) en el día 14 de los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.	17
11. Separación de medias de porcentaje de purga y (desviación estándar) del día 14 en tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0+-2%.	19
12. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo, apariencia en el día 14.	21
13. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo color del día 14. ...	22
14. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo, olor del día 14.	23
15. Comparación de medias y (desviación estándar) en aceptación general en los tratamientos del día 14.	26

Anexos	Página
1. Criterios microbiológicos en productos cárnicos cocidos. (Reglamento Técnico Centroamericano 2009).	33
2. Formulación del producto	33

1. INTRODUCCIÓN

El Jamón canadiense es un producto elaborado a partir del músculo grande del lomo cerdo (*Longissimus dorsi*). Se encuentra muy poca grasa intermuscular y la mayoría de la grasa externa se recorta, dando lugar a un producto bastante magro. Otras características organolépticas son el sabor dulce y su jugosidad a comparación con otros tocinos, además, como otros productos cárnicos, puede contener extensores con el propósito de aumentar el rendimiento de producción, aumentar la capacidad de ligar agua en el producto y mejorar la textura (Martínez 2004).

La elección del nivel de grasa de los productos cárnicos ha sido establecida como punto de referencia para la carne reformulada. Uno de los atributos con un particular problema en los productos cárnicos bajos en grasa es el sabor, debido a que disminuye la aceptación del producto por el consumidor. La mayoría de los sustitutos de grasa actualmente son los ingredientes proteicos de origen pecuario como también las gomas, fibra, maltodextrinas, oatrim y los almidones (Özlem y Ünal 2003).

Estas propiedades funcionales de los extensores están dadas por sus componentes de proteína y carbohidratos; en general contienen poco o nada de grasa. Los extensores más utilizados son los almidones por ser agente texturizante y materiales ricos en carbohidratos, componente al cual se asocia la capacidad de ligar agua, emulsificación de grasas y formación de geles (Dikeman y Devine 2004).

Los almidones están compuestos de dos tipos de cadena de polisacáridos, amilosa y amilopectina. Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, y cuando están en agua caliente se hinchan e hidratan, eventualmente produciendo una solución viscosa en un proceso llamado gelatinización. La temperatura de gelatinización varía por las fuentes de almidón (Quiroga y López 2002). Además, las propiedades de los almidones modificados pueden variar ampliamente (Zhang y Barbut 2005).

Productos de almidones modificados se preparan mediante la unión de almidón a partir de prácticamente cualquier fuente de proteína para formar complejos. Tales complejos se preparan por calentamiento de almidón con una dispersión acuosa de la proteína a una temperatura mayor a la temperatura de gelificación del almidón (Vargas y Hernández 2012).

Los cambios en la textura y jugosidad de la carne son debidos a la desnaturalización de las proteínas por un tratamiento térmico y la subsiguiente asociación de las mismas, lo cual enfatiza la importancia crítica de estas reacciones en la química de los alimentos musculares. La gelificación de las proteínas miofibrilares es quizá la propiedad funcional

más importante que ocurre en productos reestructurados siendo responsable en formación de la textura, es decir, varios niveles de dureza, cohesividad, elasticidad entre otros. La gelificación de proteínas también puede ser influenciada por el tipo de medio como la acidez o altas presiones (Totosaus 2006).

El estudio de tres fuentes de proteína hidrolizada de cerdo y una de soya concentrada (control), determinó que todos los tratamientos con extensores de colágeno presentan un color más amarillento que el control, la misma fuerza al corte y porcentaje de purga, los mismos porcentajes de proteína y humedad; para lo cual, los panelistas no encontraron diferencia significativa ($P < 0.05$) en los tratamientos con los extensores de colágeno para los atributos sensoriales de suavidad y aceptación general sobre el control con soya concentrada (Paz 2007).

En un estudio evaluaron tres tipos de proteínas siendo el colágeno de cerdo, suero de leche y soya, en el cual mostraron que el tratamiento con proteína de colágeno de cerdo mejoró el rendimiento en cocción de la carne. La fuerza de corte disminuyó al día 7 en las fuentes de proteína de colágeno de cerdo y de suero en relación al control (Gómez 2013).

Por las razones antes descritas, los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Caracterizar la fuerza de corte, color, purga, rendimiento en la cocción y rebanado del jamón canadiense con combinaciones de almidón de yuca y proteína de colágeno de cerdo.
- Determinar los valores de pH y caracterización microbiológica de los jamones canadienses con la combinación de los dos tipos de extensores
- Evaluar sensorialmente la aceptación y preferencia de jamones canadienses con diferentes concentraciones de almidón de yuca y proteína de colágeno de cerdo.
- Analizar los costos variables del jamón canadiense usando combinaciones de los extensores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El estudio se realizó en la Planta de cárnicos de Zamorano. Los análisis de color y textura fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ). Mientras que los análisis sensoriales se llevaron a cabo en Laboratorio de Análisis sensorial perteneciente a la Planta de Innovación de Alimentos en Zamorano. Todas las anteriores unidades de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, localizada a 30 km al Este de Tegucigalpa, carretera a Danlí, departamento de Francisco Morazán.

Materia prima:

- Ingredientes para jamón canadiense
- Proteína de colágeno de cerdo (Collapro Porcine)
- Almidón de yuca

Equipos:

- Masajeadora (Gavco, Hollymatic 200 modelo HVT 200)
- Embutidora manual/mecánico
- Marmita de cocción
- Medidor de Textura Brookfield CT3
- Colorímetro Hunter Lab
- Incubadora
- Balanza Analítica
- Rebanador (Berkel modelo 909 AS)
- Molino (Thompson meat machinery)
- Balanza Ohaus® modelo BWGUS

Diseño Experimental. En este estudio se realizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3×3 , siendo tres niveles de proteína de colágeno de cerdo (0, 1 y 2%) y tres niveles de almidón de yuca (0, 1.5 y 3%), ambos niveles dentro de la regulación del USDA (2014) para un total de 9 tratamientos, con 3 repeticiones para mayor significancia del estudio y dos medidas repetidas en el tiempo en el día 1 y 14 (Cuadro1).

Cuadro 1. Diseño experimental de los jamones canadienses con dos tipos de extensores, almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.

Tratamientos	Extensores	
	Alm ^Φ (%)	Pt ^Ω (%)
Control	0	0
TRT 1	0	1
TRT 2	0	2
TRT 3	1.5	0
TRT 4	1.5	1
TRT 5	1.5	2
TRT 6	3	0
TRT 7	3	1
TRT 8	3	2

Φ Alm almidón de yuca. Ω Pt proteína de colágeno de cerdo.

Preparación de los tratamientos. Se realizaron nueve tratamientos, incluyendo el control. Para la preparación de estas muestras se utilizó la formulación de la planta de cárnicos Zamorano, almidón de yuca y proteína de colágeno de cerdo.

Preparación del jamón. El procedimiento para la elaboración del jamón se puede observar en la Figura 1 y se describe continuación:

- 1) Se pesaron los ingredientes cárnicos (lomo de cerdo) y no cárnicos con la balanza Ohaus® modelo BWGUS.
Se molió 24.5 kg de lomo de cerdo por el molino (Thompson meat machinery) a través del disco de riñón de 2.54 cm.
- 2) El lomo molido, se colocó en una bolsa plástica (40 × 25 cm) de 2.7 kg de lomo.
- 3) Se mezcló el agua y hielo con los ingredientes no cárnicos.
- 4) Se colocó la mezcla en la masajeadora (Ultra Sourece LLC) y después se almacenó en el cuarto frío durante 12 horas (6 horas de masajeo y 6 horas de descanso en intervalos de 15 minutos).
- 5) Se embutió en la Embutidora KOCH, en fundas de poliamida y se colocó en la marmita a 80 °C para su cocción por 2.5 horas, hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C. Una vez terminada la cocción del jamón, el proceso de enfriado tuvo un tiempo en el cual, las primeras 5 horas bajo a 27 °C y luego las 10 horas siguientes para bajo la temperatura a 4 °C.
- 6) Se almacenó el jamón en el cuarto frío durante 24 horas para ser rebanado (Berkel Company MODELO 909AS) y empacado al vacío (ULTRAVAC modelo UV2100) en una presentación de 200 ± 10 g (bolsas de material 4 × 8 cm) y almacenadas en el cuarto frío.

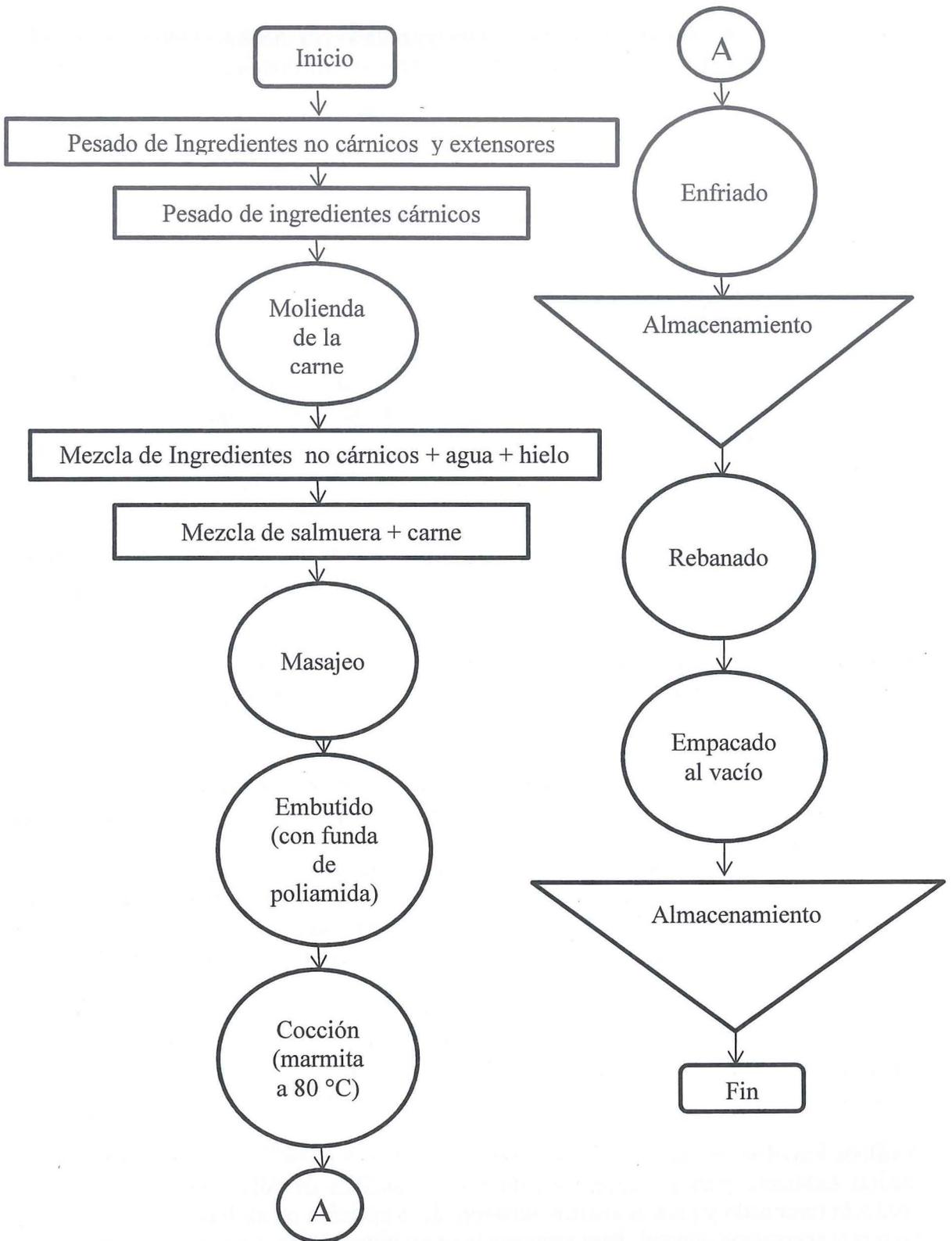


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de elaboración del jamón.

Color. Para medir color se utilizó método recomendado por AMSA (1991) con el Color Flex Hunter Lab, el cual, a través de diferentes gamas de luz mide el color en la escala L a b.

Fuerza de corte (textura). El análisis se realizó en el texturómetro de Brookfield porque requiere un tipo de fuerza menor a 4 Newtons a diferencia de otros productos. Se tomó 3 muestras de cada tratamiento con dimensiones de 2x2x1.5 cm, se colocaron en una bolsa ziploc y se dejó equilibrar a temperatura ambiente. Las muestras se colocaron sobre la placa donde fue cortada a una velocidad de 5 mm/s y carga activación de 3 N; basados en el método recomendado por AMSA (1995).

Rendimiento en cocción. Se pesó las muestras antes de ingresar a la cocción (día 0) una vez terminado este proceso, se dejó enfriar la muestra por 2 horas y se pesó nuevamente. El porcentaje de pérdida se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad [1]$$

Rendimiento por rebanado. El porcentaje de rendimiento de rebanado se obtuvo utilizando la Ecuación 1, en base a la cantidad de jamón que calificó para ser empacado (día 0).

Medición de Potencial de Hidrógeno (pH). Se midió el pH en los tratamientos para el análisis estadístico de los cambios en los mismos, basados en el método de la AOAC 945.42 (2005).

Análisis Microbiológicos. El Reglamento Técnico Centroamericano (2009) reporta que para un producto cárnico cocido reporta un límite máximo de unidades formadoras de colonias por gramo. En este estudio se realizó un análisis microbiológico general de coliformes totales y mesófilos aerobios, siendo las diluciones realizadas 10^{-1} para coliformes, 10^{-1} y 10^{-2} para mesófilos aerobios. La técnica utilizada fue vaciado en placa con diferentes medios según el tipo de microorganismo para este caso Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) en Coliformes y Agar Cuenta Estándar (ACE) en mesófilos aerobios.

Análisis Sensorial. Se realizó un análisis de aceptación mediante una escala hedónica de 9 puntos con un rango de 30 panelistas para evaluar la aceptación de los distintos tratamientos por un análisis discriminativo para determinar el tratamiento más aceptado y preferido por los consumidores, siendo en este estudio los estudiantes.

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias LsMeans, para los datos obtenidos en el análisis de color, fuerza de corte del producto terminado y para el análisis sensorial de aceptación en atributos de sabor, color, textura y aceptación general. Para asegurar la normalidad de los datos y la eliminación de datos fuera de tipo se realizó una prueba de residuales de los datos obtenidos. Se verificó si existían diferencias significativas entre los días de toma de datos por medio de la prueba de Wilks'Lambda. Los resultados obtenidos del análisis de preferencia del jamón canadiense fueron analizados por medio de la prueba de Chi Cuadrado, comparando la

frecuencias de cada tratamiento y de esta forma, determinar si la frecuencia observada es significativamente igual o diferente de la esperada. Para obtener los dos mejores tratamientos se realizó la prueba de comparación pareada para determinar diferencias significativas y elegir el mejor tratamiento. El programa utilizado para los resultados fue Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Físicos de Color. El color de la carne se debe básicamente a la presencia del pigmento muscular mioglobina, cuyo contenido en la carne de cerdo es muy bajo; no obstante la mioglobina de la musculatura del jamón experimenta un aumento paulatino al reducirse el contenido acuoso al incrementarse la concentración de sal se producen modificaciones químicas que dan lugar a una coloración roja intensa durante el curado (UCO s.f.).

Para la formación del pigmento de la carne curada se emplea el nitrito de sodio (altamente reactivo en medio ácido) en presencia de otras sustancias reductoras. Cuando el nitrito se adiciona a las carnes se transforma en óxido nítrico después de varias reacciones intermedias forman los nitrosopigmentos que le imparten el color rosado estable de las carnes curadas (Pegg y Shahidi 2008).

Valor L. Los productos cárnicos como el jamón canadiense tienen valores altos de luminosidad, mostrando así, menor saturación en el color por tener menor contenido de mioglobina por ser elaborado a partir de lomo de cerdo. La Figura 2 muestra que en proteína de 0% tiene un efecto con la presencia de almidón de yuca a diferentes niveles debido a que el almidón cumple la función de ligar agua en el producto obteniendo una menor luminosidad (Hernández-Medina *et al.* 2008). El control se mostró con un valor L mayor a los tratamientos que no contenían proteína de colágeno.

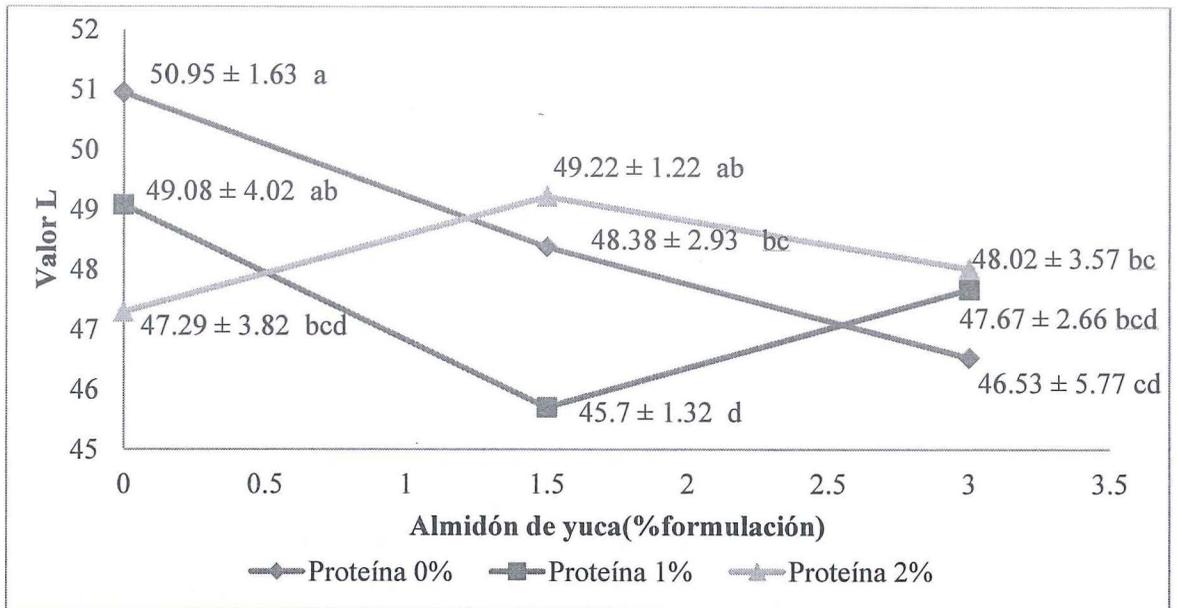


Figura 2. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable L del día 1 de la interacción Proteína x Almidón.

a-d valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.

Los resultados en la Figura 3 muestran que el nivel de almidón de yuca al 1.5% y proteína de colágeno de cerdo agregada al 1%, tiene una luminosidad más alta que los demás jamones evaluados. Esta variable muestra que una menor concentración de almidón de yuca logra una mejor gelificación de los gránulos con las proteínas del jamón canadiense; mientras que si los niveles son altos, el almidón de yuca tiene un mayor poder de hinchamiento, ligando el agua y reduciendo la pérdida de la proteína mioglobina. Además este comportamiento se debe a que los gránulos de almidón de yuca fueron incrustados en la matriz de proteína de la carne y después de calentar, estos quedaron hinchados y el agua absorbida (Zhang y Barbut 2005).

El control mostró un cambio, esto se debe a que las fibras musculares mostraron un mayor espacio entre las mismas y el tejido aparece fraccionado con pérdida del arreglo arquitectónico inicial. La pérdida del arreglo arquitectónico provoca que el jamón muestre un dato con menor luminosidad, debido a que si no existe un arreglo arquitectónico no habrá retención de agua, cambiando la consistencia y microestructura del jamón (Eliasson 2004).

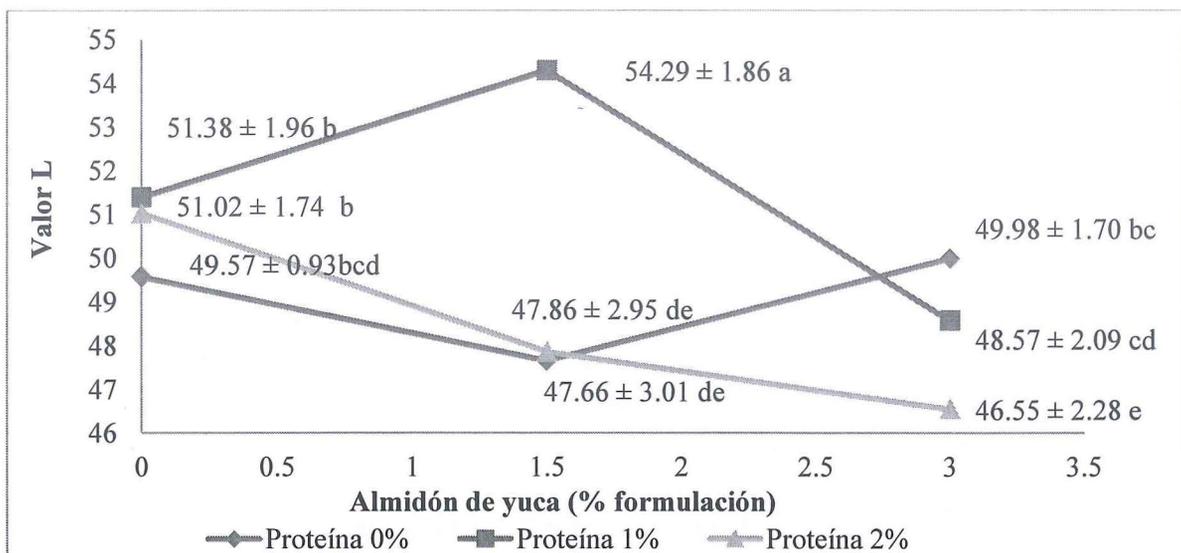


Figura 3. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable L del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.

a-e valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.

Valor a. Esta variable determina la presencia y estado de la mioglobina. En este estudio muestra que la proteína al 0% con la presencia de almidón de yuca en los niveles de 1.5-3% fue significativa (Figura 4). El colágeno de cerdo al 2% tuvo mayor tonalidad roja con respecto a los demás tratamientos, ya que a menor luminosidad mostrado en la figura anterior, mayor concentración de mioglobina. Este comportamiento muestra que la intensidad de color coincide con los resultados del valor L.

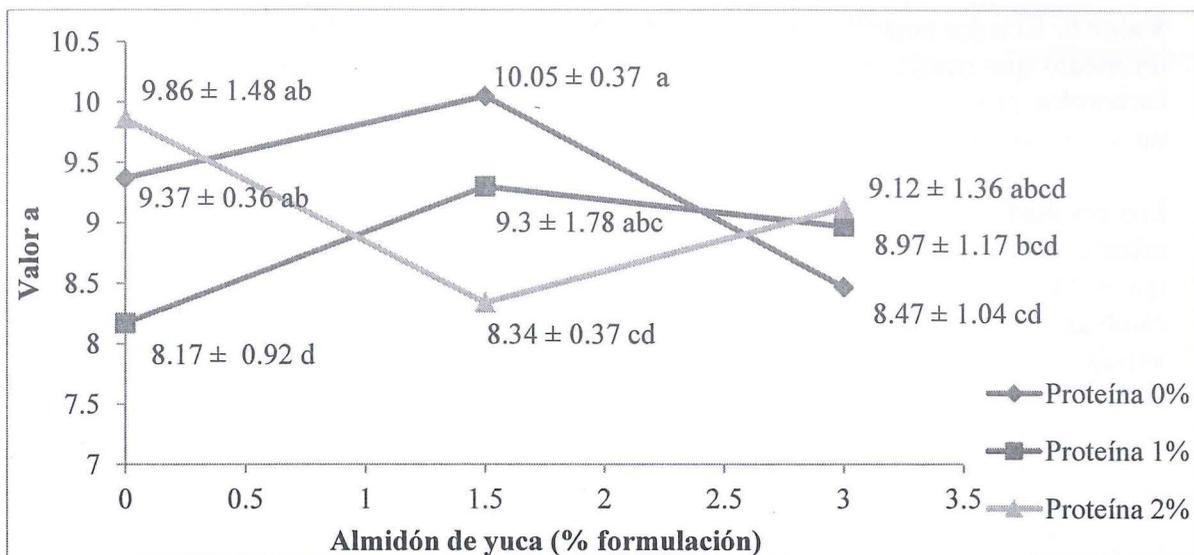


Figura 4. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable a del día 1 de la interacción Proteína x Almidón.

a-d valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Escala de (+60 a -60), siendo los valores positivos rojos y los valores negativos verdes

Los resultados en la Figura 5, los valores a son altos en la proteína de colágeno de cerdo al 0% con nivel de almidón de yuca al 1.5% puede darse ya que el almidón retiene el agua y concentra la mioglobina que da el color rojo característico a la carne.

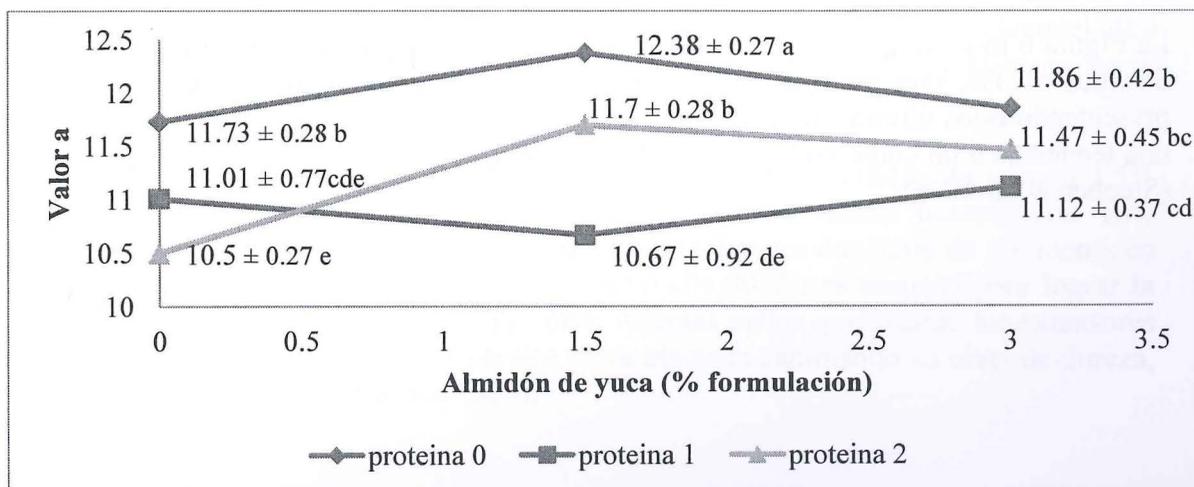


Figura 5. Análisis de color comparando las medias y (desviación estándar) en la variable a del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.

a-e valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Escala de (+60 a -60), siendo los valores positivos rojos y los valores negativos verdes.

Valor b. El color amarillo en un producto cárnico se debe a que las carnes curadas poseen un medio que ocasiona reacciones como cambios oxidativos de lípidos y proteínas. Los carbonilos provocan la desnaturalización y la formación de metamioglobina obteniendo un color pardo en el producto (Restrepo *et al.* 2001).

Los resultados obtenidos muestran que la proteína de colágeno tuvo significancia en el estudio debido a que el efecto de agregar niveles 1-2%, incrementa el valor b, haciendo que el producto tenga un color amarillo o pardo, por la inestabilidad de las proteínas al cambiar de estructura en el proceso de cocción ocurre una reacción de maillard, esta variable esta correlacionada con el valor de L debido a que los jamones se muestran oscuros puede ser por el color pardo.

Cuadro 2. Análisis de color con separación de medias y desviación estándar (D.E.) en la variable b.

Pt^Ω (%)	Media[£] ± D.E.
Proteína 0	5.26 ± 0.71 b
Proteína 1	6.17 ± 0.78 a
Proteína 2	6.01 ± 0.97 a
C.V. (%)	14.2

a-b Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05). **Ω Pt** proteína de colágeno de cerdo. **C.V.** Coeficiente de Variación. **£Escala** de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

La Figura 6 muestra que los jamones con proteína de colágeno de cerdo al 0% y almidón de yuca al 3%, mostraron diferencias significativas con jamones a niveles de 1-2%, presentando estos últimos mayores valores en la variable b. este comportamiento muestra una tendencia a un color azul, y es debido a la interacción de amilosa y un ion tri-yoduro (Stephen *et al.* 2006).

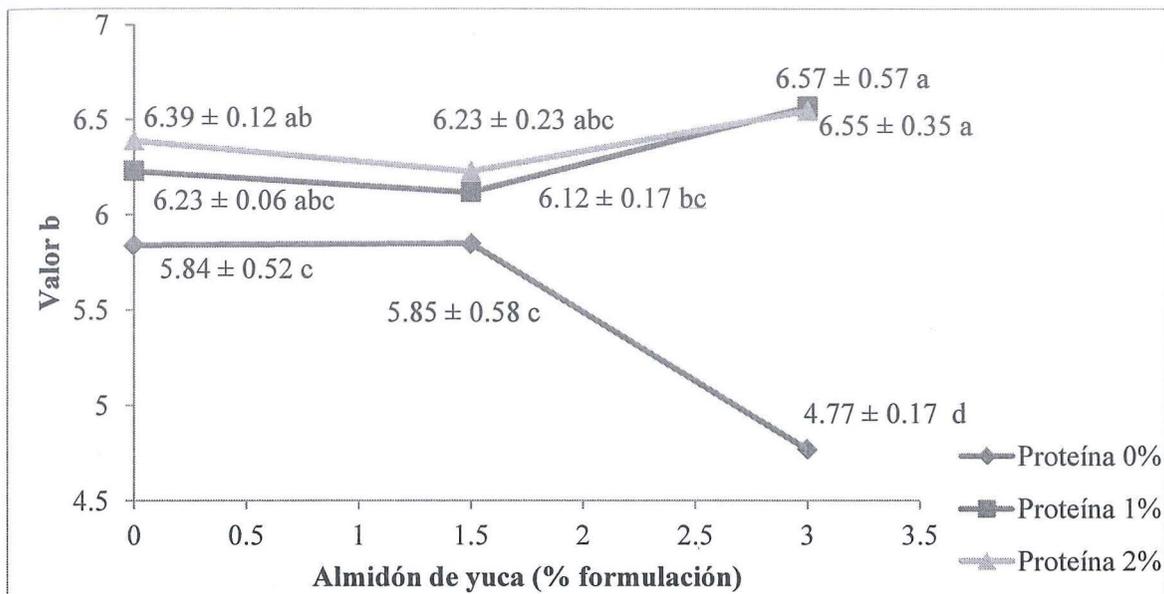


Figura 6. Análisis de color con separación de medias y (desviación estándar) en la variable b del día 14 de la interacción Proteína x Almidón.

a-d valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala de (+60 a -60), los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azules.

Fuerza de corte. Estructuralmente, el almidón consiste de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. El contenido de amilosa en el almidón de yuca varía según la especie analizada. El estudio realizado por Onitilo *et al.* (2007), analizó cuatro especies de yuca, en él encontró contenidos de amilosa entre el 20.0 al 20.4%; mientras que Moorthy (2004), menciona en su revisión bibliográfica un rango más amplio, que va desde el 20.0 al 27.0% (Shannon *et al.* 2009).

En la Figura 7 se muestra que la proteína de colágeno al 2% y almidón de yuca al 1.5% tienen una mayor fuerza de corte en comparación con los demás tratamientos. Este comportamiento se debe a que la interacción equilibrada entre dos tipos de polímeros en este estudio proteína- almidón siendo significativo ($P < .0002$); es esencial para lograr la textura deseada con una menor fuerza de corte. Además indica que cuando los extensores no tienen igual proporción la matriz cárnica se ve afectada cambiando su nivel de dureza, cohesividad y elasticidad (Pedersen 1979).

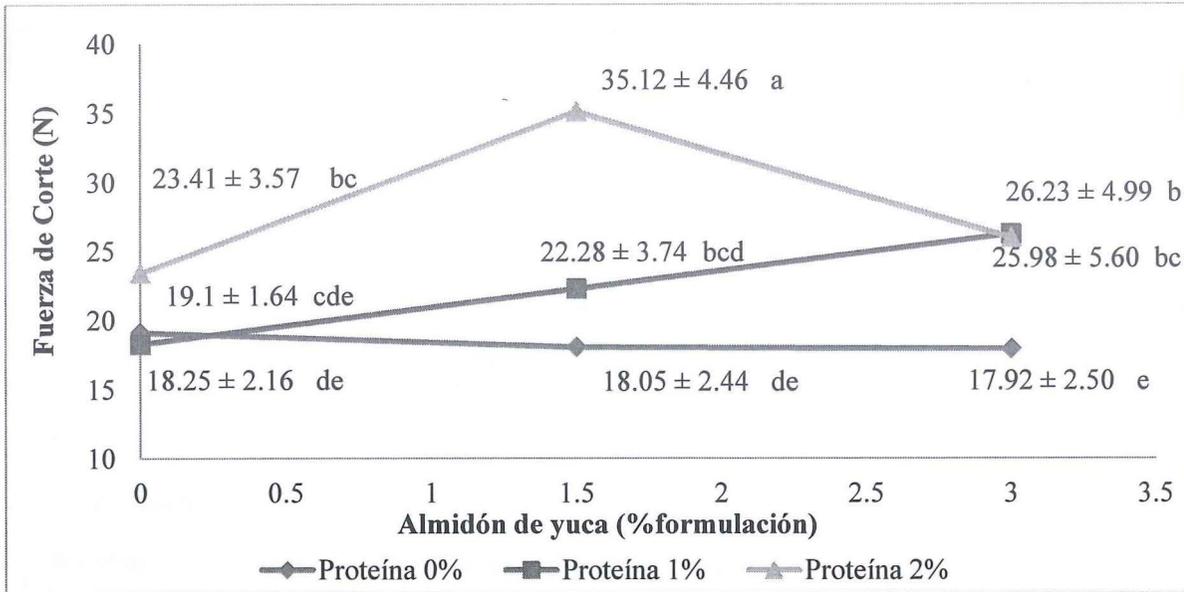


Figura 7. Análisis de fuerza de corte con separación de medias y (desviación estándar) del día 1 en los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.

a-e Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

La Figura 8 muestra menor fuerza de corte en la combinación de 0% de proteína de colágeno con presencia de almidón de yuca, esto se debe a que el aumento del contenido de almidón juega un papel importante en el aumento de la firmeza de un producto cárnico con bajo contenido de grasa, ya que incrementa en contenido de agua y guarda cierta cantidad de proteínas obteniendo mayor suavidad en el jamón (Gregg *et al.* 1993). Además se observa que la proteína de colágeno al 2% con almidón de yuca al 1.5% la fuerza de corte fue mayor, este comportamiento se debe a que la inestabilidad de las proteínas son afectadas por las fuerzas intermoleculares de la matriz por el efecto de cocción y a través del tiempo puede llegar a contraerse la matriz expulsando el agua y afectando la textura del producto. La proteína de colágeno al 1% se mantuvo con menor fuerza de corte en presencia o ausencia de almidón de yuca, esto se debe a que la relación almidón- proteína mantuvo estabilidad en el almacenamiento (Eliasson 2004).

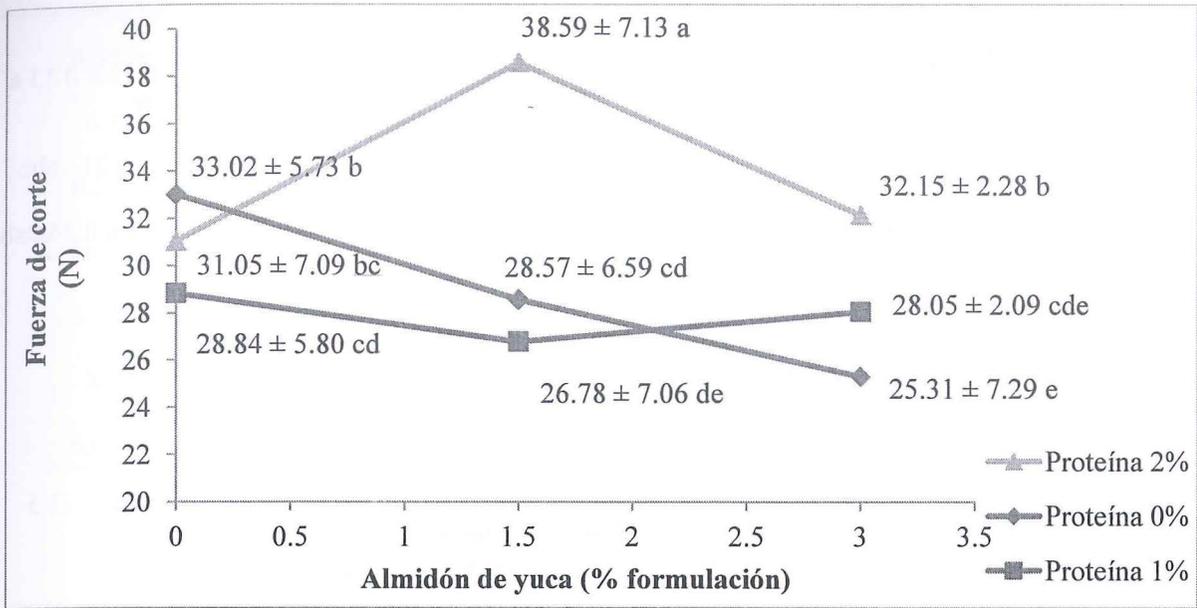


Figura 8. Análisis de fuerza de corte comparando las medias y (desviación estándar) en el día 14 de la interacción Proteína x Almidón.

a-e valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Valor pH. El valor del pH está asociado con la absorción de agua, componente que afecta el sabor, el desarrollo del color y carga microbiológica en el producto final. El pH óptimo en la materia prima para jamón cocido se encuentra entre un rango de 5.8 y 6.4, ya que a pH mayor a 6.3 proporcionará mayor retención de agua pero menor vida anaquel (Restrepo *et al.* 2001).

Los resultados obtenidos para el día 1 en la Figura 9, fueron que el pH fue menor en proteína al 2% sin presencia de almidón de yuca, lo que indica que un pH menor a 5.8 tiene menos absorción de agua, menor retención de salmuera, sabor más fuerte, buen desarrollo de color y mayor vida anaquel (Fernández *et al.* 2008).

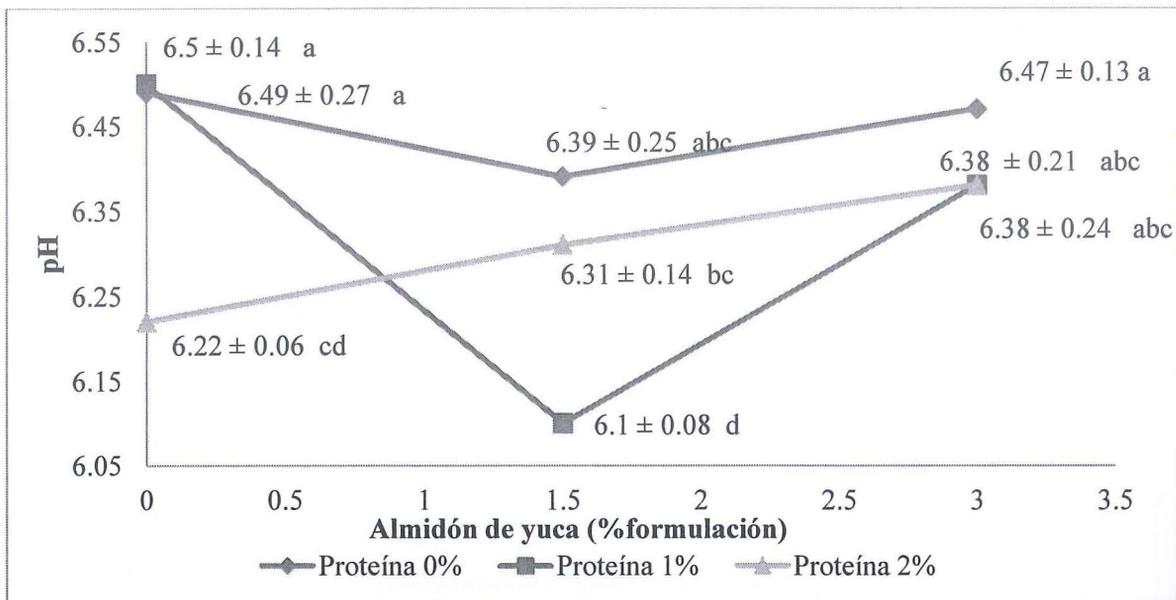


Figura 9. Análisis de pH, comparando medias y (desviación estándar) en el día 1 de los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%. **a-d** valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

En la Figura 10, los resultados del día 14, mostraron un pH menor en la combinación de proteína al 1% con almidón de yuca al 3%, dado que el pH de un alimento es determinado por las propiedades del almidón debido a que un almidón ligeramente reticulado procesado debajo de las condiciones neutrales de pH se espera un rendimiento bajo y textura lisa, además puede ser más resistente a la gelatinización (Bemiller y Whistler 2009). Los valores de pH por debajo del punto isoeléctrico, los iones cloro neutralizan las cargas positivas de las proteínas de manera que, al disminuir la repulsión entre ellas, se produce una contracción de la estructura proteica que origina una pérdida de la capacidad de retención de agua (Restrepo *et al.* 2001), como lo muestra en un estudio que a menor pH, aumenta la sinéresis (Luna y Beltrán 2013).

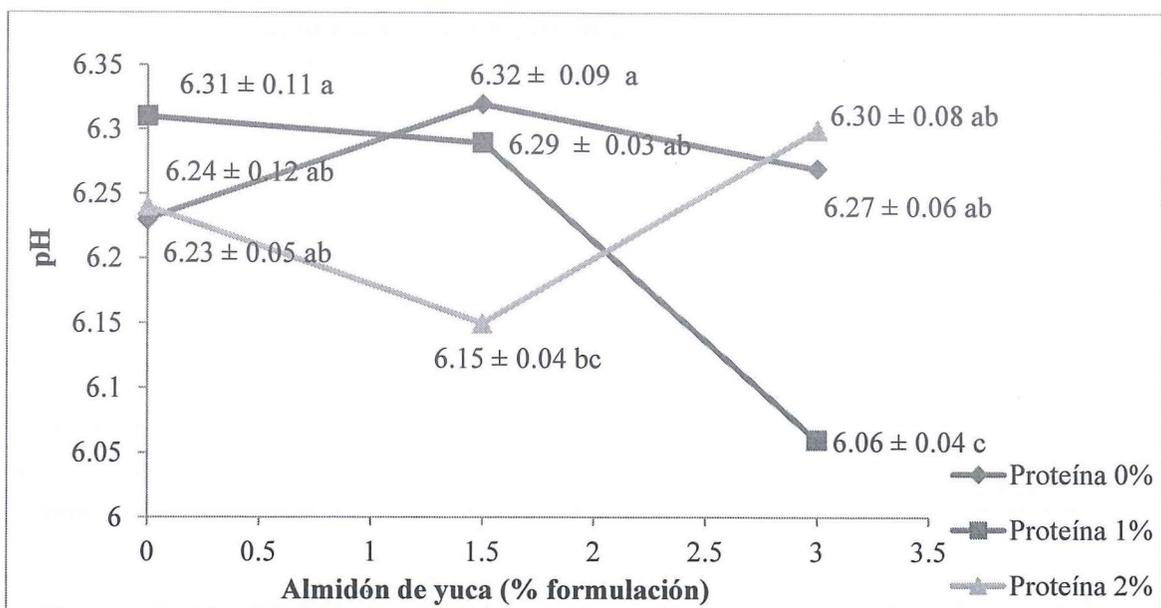


Figura 10. Análisis de pH comparando medias y (desviación estándar) en el día 14 de los tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%. a-c valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Rendimiento en Cocción. Esta variable muestra que el modelo no tuvo significancia, es decir, el rendimiento en cocción no fue afectado por el tipo de extensor agregado a la formulación del jamón canadiense al igual que en un estudio donde evaluaron la utilización de colágeno de cerdo en productos emulsificados y productos cárnicos de músculo entero donde determinaron que no tuvo diferencias significativas del rendimiento en cocción de cuatro niveles de proteína (Prabhu *et al.* 2006).

En este estudio el rendimiento no se afectó como se muestra en el Cuadro 3, que el modelo no fue significativo, por el tipo de empaque ya que es menos permeable y el agua se evaporó rápidamente por el tipo de cocción en marmita a una temperatura de 80 °C. La media obtenida del rendimiento en cocción fue de 99.8%. La fuente de almidón en un producto cárnico determina la pérdida por cocción debido a que algunos estudios realizados muestran que cuando se añade almidón de yuca regular, existe un bajo grado de pérdida por cocción en comparación con los otros almidones, esto se debe a que el almidón de yuca puede absorber bastante agua como grupos fosfato, haciendo que la matriz de proteína pierda la humedad, sea seca y firme (Zhang y Barbut 2005).

Cuadro 3. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento por cocción (%).

Modelo	0.0551
Media ± D.E.	99.8 ± 0.32

Rebanado. Los resultados demuestran que se obtiene mayor rendimiento en las líneas de loncheado cuando se intensifica el grado de ablandamiento, pero también que esto puede afectar el corte del producto, por lo que el equilibrio se debe encontrar entre el rendimiento y la calidad en cada caso (Gomez 2013). En el Cuadro 4 la media del rendimiento en rebanado de los tratamientos fue 99.21, ya que el modelo no tuvo significancia, mostrando que no hubo efecto en agregar los niveles de 0-2 % de proteína de colágeno de cerdo y los niveles de 0-3 % de almidón de yuca.

Cuadro 4. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento por rebanado (%).

Modelo	0.3715
Media ± D.E.	99.21 ± 0.44

Purga. El almidón modificado es usado como ayuda para retener humedad en jamones y para reducir la purga o la liberación de humedad en el empaque, esto se debe a que la estabilización es un proceso por medio del cual los grupos “bloqueados” son ligados a un polímero de almidón para inhibir la retrogradación (Eliasson 2004). Esta variable está relacionada con la capacidad del hinchamiento del almidón de yuca, como se muestra en la Figura 11, que la presencia de almidón de yuca reduce significativamente la purga comparando con el control, ya que este último presenta una purga mayor (Restrepo *et al.* 2001).

En la Figura 11 se observa que el control tuvo mayor purga en comparación con los demás tratamientos. Este comportamiento se debe a que el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares se alcanza a un pH de 5.0, cuando el pH está por debajo del punto isoeléctrico debilitan las uniones entre los grupos de signo contrario de las cadenas proteicas y llegan a interactuar con los grupos cargados positivamente, al disminuir la repulsión entre ellas, se produce una contracción de la estructura proteica que origina una pérdida de la capacidad de retención de agua (Restrepo *et al.* 2001). Además se observa que la presencia de almidón de yuca tuvo mejor estabilidad a los procesos de refrigeración y congelación; entendiendo estabilidad como no hubo efecto de sinéresis por la reorganización de las moléculas del almidón (Novelo y Betancur 2005).

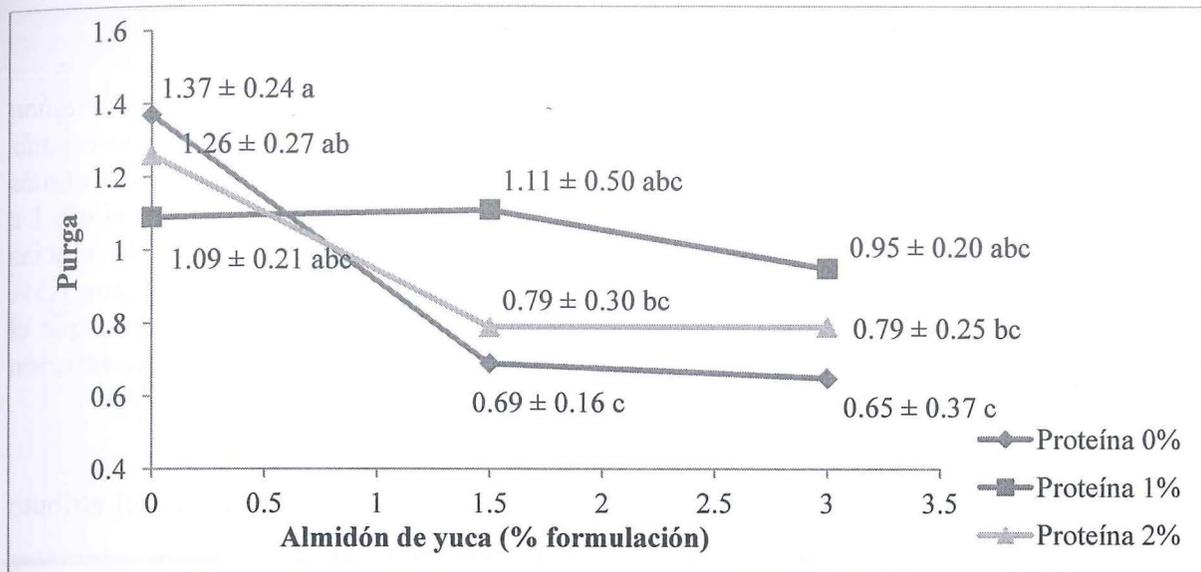


Figura 11. Separación de medias de porcentaje de purga y (desviación estándar) del día 14 en tratamientos con niveles de almidón de yuca 0-3% y proteína de colágeno de cerdo 0-2%.

a-c valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Análisis Microbiológicos. Los análisis de mesófilos aerobios y coliformes totales realizados para cada combinación de almidón de yuca y proteína de colágeno de cerdo mostraron una media de 3.5 log (UFC/g) como se muestra en el Cuadro 5 y un valor < 10 UFC/g, respectivamente. Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio se encontraron dentro de los rangos establecidos según el Reglamento Técnica Centroamericana (2009). El menor crecimiento microbiológico en los jamones se debe a que al agregar un extensor en un producto cárnico se reduce la actividad de agua por su capacidad de ligar agua y también por la adición de fosfatos se reduce el agua en la superficie del jamón, ya que es uno de los componentes para el crecimiento microbiológico (Mossel *et al.* 2006). La presencia de una cierta cantidad se debe al tipo de pH que esta entre un rango de 6.1-6.5 en el cual pueden crecer.

Cuadro 5. Separación de medias y desviación estándar (D.E.) en análisis mesófilos aerobios.

Modelo	0.0623
Media ± D.E.	3.5 ± 0.15

Los tratamientos y repeticiones mostraron que la preparación del jamón fue la adecuada para reportar un número bajo de los estándares permisivos, siendo este jamón apto para consumo y pruebas sensoriales que se realizaron.

Análisis Sensorial de Aceptación

Apariencia. La apariencia es un factor que influencia a los consumidores cuando evalúan la calidad y palatabilidad de la carne y productos cárnicos. Uno de los factores más importantes en la calidad de la carne, es el color, el sabor y textura; siendo el color el más atractivo en la apariencia. El almidón de yuca fue significativo en el estudio en el día 1 a diferencia del colágeno de cerdo, por esto, el Cuadro 6 muestra que hubo diferencias estadísticas significativas entre los niveles de almidón de yuca, siendo el jamón con 1.5% de almidón de yuca con una puntuación de “me gusta moderadamente” debido a que el jamón canadiense con los almidones y proteínas agregadas con mayor concentración puede modificar el aspecto sensorial: sabor, textura, jugosidad y color (FAO 1994).

Cuadro 6. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1, del atributo apariencia en niveles 0-3% de almidón de yuca.

Alm^Φ (%)	Media\pm D.E.
Almidón 0	6.71 \pm 1.68 b
Almidón 1.5	7.11 \pm 1.39 a
Almidón 3	6.94 \pm 1.57 b
C.V. (%)	22.25

a-b Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). **Φ Alm** almidón de yuca. **C.V.** Coeficiente de Variación **£Escala:** 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

La Figura 12 muestra que los jamones con proteína de colágeno de cerdo al 0% y proteína de colágeno de cerdo al 2% tuvieron menor puntuación en la presencia de almidón de yuca al 3%, mientras que los jamones mejor evaluados fueron los jamones con 0% de proteína de colágeno de cerdo, con ausencia o presencia de 1.5% almidón de yuca, aunque estos fueron iguales a 1% de colágeno de cerdo y 3% de almidón de yuca.

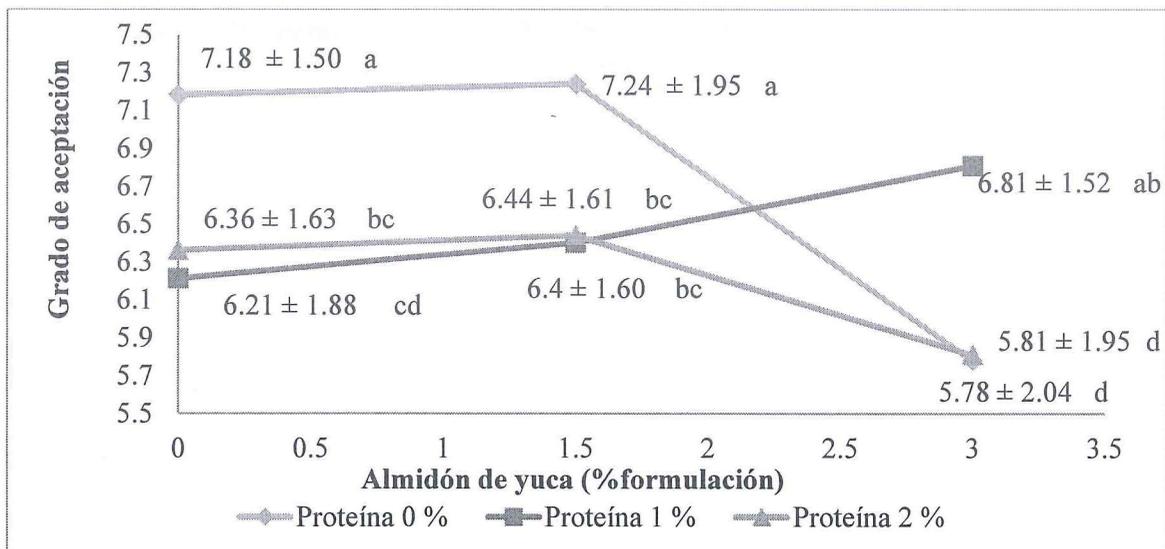


Figura 12. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo, apariencia en el día 14.

a-d valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Color. En este atributo los resultados de los panelistas muestran que el jamón con nivel de 1.5% de almidón de yuca fue el mejor evaluado en el color como se muestra en el Cuadro 7, debido a que la interacción almidón-proteína es más estable con menores concentraciones ya que la gelificación de las proteínas en el proceso de cocción son atrapadas por el almidón (Zhang y Barbut 2005). El almidón de yuca fue más significativo en la evaluación sensorial que el colágeno de cerdo.

Cuadro 7. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1, del atributo color en niveles 0-3% de almidón de yuca.

Alm ^Φ (%)	Media \pm D.E.
Almidón 0	6.87 ± 1.56 b
Almidón 1.5	7.35 ± 1.34 a
Almidón 3	6.90 ± 1.69 b
C.V. (%)	21.73

a-b Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Φ Alm almidón de yuca. C.V. Coeficiente de Variación. \pounds Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

En el día 14 la significancia del modelo se presentó en la interacción, en el cual, el mayor puntaje fue obtenido por el control y se redujo el puntaje para el jamón descrito en el día 1 como el mejor. Este efecto en el color se debe a que el almidón tiene un proceso de retrogradación en el tiempo, lo cual provoca la expulsión de agua del jamón, aumentando

la purga y perdiendo las proteínas que dan el color al jamón; aunque en el estudio no se mostró una diferencia significativa de la purga en los tratamientos.

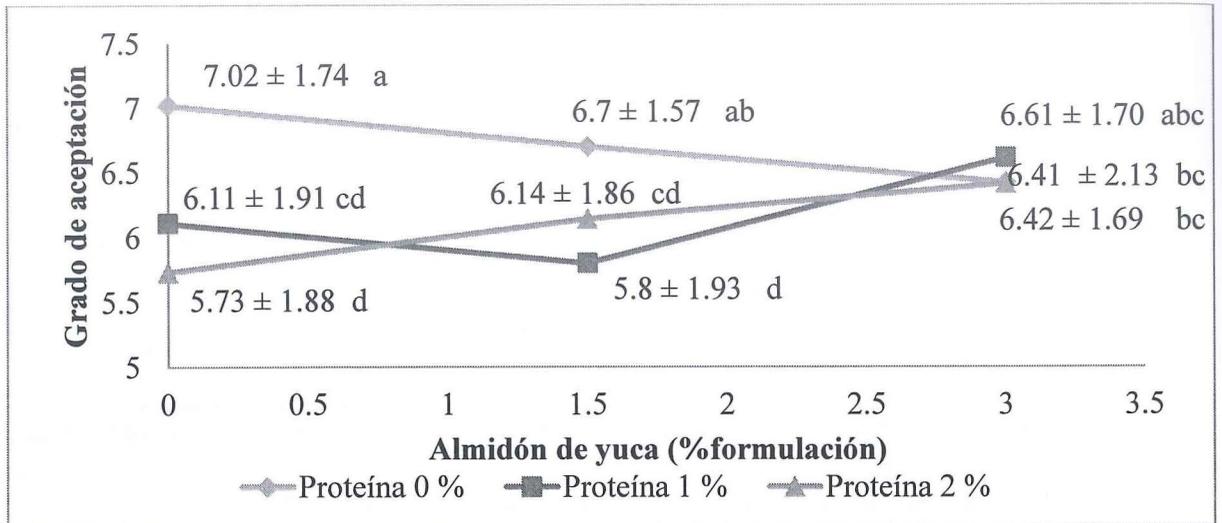


Figura 13. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo color del día 14. a-d valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Olor. Los componentes de aroma de un producto cárnico incluyen a los hidrocarburos, aldehídos y cetonas que son producidos como resultado de una oxidación lípida, furanos, sulfuros y componentes nitrogenados son producidos por la reacción de Maillard (Luna y Guerrero-Beltrán 2013). En el Cuadro 8, la variable olor en el análisis sensorial de aceptación, muestra que el valor promedio de 7 en la escala “me gusta moderadamente” fue para los jamones con 1.5- 3% de almidón de yuca.

Cuadro 8. Comparación de medias y desviación estándar (D.E.) en el día 1, del atributo olor en niveles 0-3% de almidón de yuca.

Alm ^Φ (%)	Media \pm D.E.
Almidón 0	6.83 ± 1.60 b
Almidón 1.5	7.17 ± 1.45 a
Almidón 3	7.08 ± 1.63 ab
C.V. (%)	22.22

a-b Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Φ Alm almidón de yuca. C.V. Coeficiente de Variación. \pounds Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

El comportamiento de aceptación en olor de los jamones en el día 14, mostró que el control fue más aceptado debido a que el efecto de los extensores por sus compuestos cambia el olor del producto como tal. Entre las combinaciones el jamón con almidón de yuca al 1.5% y proteína de colágeno de cerdo al 0% tuvo una puntuación aproximada a “me gusta moderadamente”. Los panelistas aceptaron el producto con niveles de 0-3% de almidón y el 1% de proteína de colágeno de cerdo con una puntuación de “me gusta mucho”. El tratamiento con nivel de 2% de proteína de colágeno de cerdo y el almidón de yuca al 1.5% tuvo mayor puntuación que almidón al 3%. Solo fueron aceptados de la misma manera la combinación de proteína de colágeno de cerdo al 0% y almidón de yuca al 1.5%.

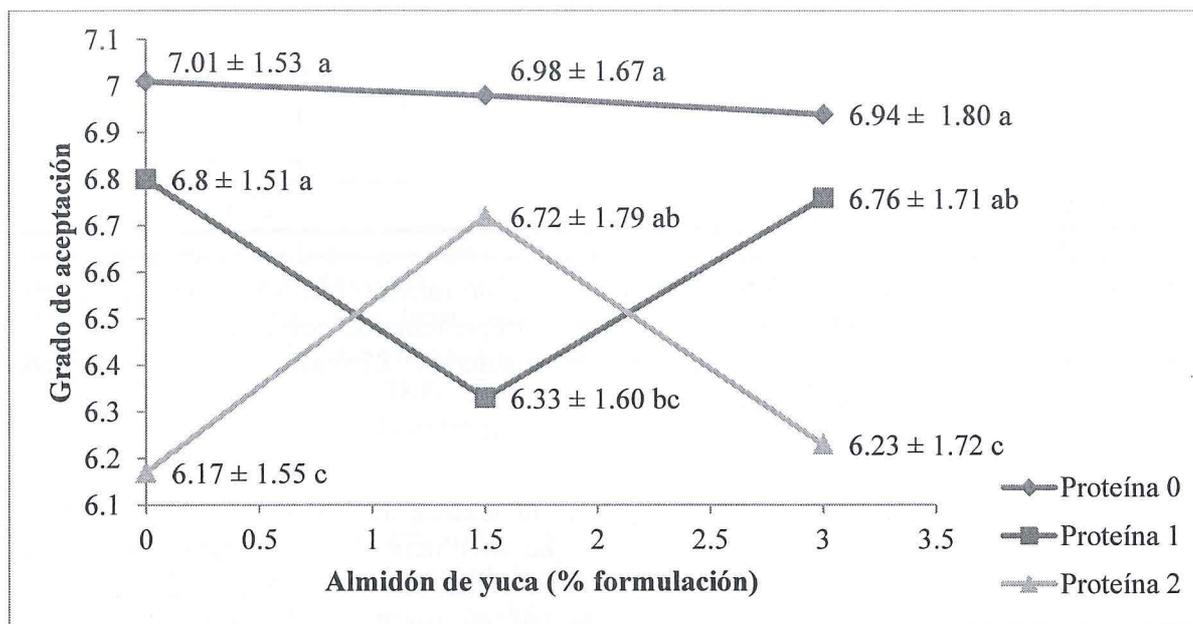


Figura 14. Separación de medias y (desviación estándar) en atributo, olor del día 14. a-c valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Sabor. El contenido en grasa intramuscular incide en la ternura y jugosidad del jamón curado entonces, cuanto mayor es el contenido en grasa intramuscular, más tierno y jugoso el jamón (Luna y Guerrero-Beltrán 2013). Aunque en la percepción del atributo sabor sí tuvo efecto el tiempo a través del ensayo en las combinaciones de mayor concentración de proteína independientemente de la concentración del almidón ($p < 0.05$). Los resultados en el día 1 muestran que el mejor puntaje en sabor se da en la combinación de 1.5% de almidón de yuca con diferentes concentraciones de proteína de colágeno de cerdo. En la Figura 15 se muestra un mayor puntaje en el jamón con 3% de almidón de yuca. Esto se debe a que provoca una gelatinización mayor y el sabor tiende a concentrarse en los gránulos del almidón de yuca utilizado. Además, los jamones peores evaluados fueron la combinación de almidón de yuca al 1.5% con la presencia de proteína de colágeno de cerdo 0-2% y la combinación de almidón de yuca al 3% con proteína al 2%.

Cuadro 9. Comparación de medias y diferencias en el tiempo en sabor en los tratamientos.

Extensores		Día 1		Día 14	
Alm ^Φ	Pt ^Ω	Media \pm D.E		Media \pm D.E	
0	0	6.64 \pm 1.92	c (X)	6.63 \pm 1.65	ab (X)
	1	7.23 \pm 1.57	ab (X)	6.36 \pm 1.65	bcd (X)
	2	6.70 \pm 1.82	c (X)	6.10 \pm 1.90	cd (Y)
1.5	0	7.17 \pm 1.47	ab (X)	6.57 \pm 1.99	abc (X)
	1	7.48 \pm 1.33	a (X)	6.28 \pm 1.91	bcd (Y)
	2	7.06 \pm 1.59	abc (X)	6.30 \pm 2.19	bcd (X)
3	0	6.70 \pm 1.64	c (X)	6.57 \pm 2.06	abc (X)
	1	6.78 \pm 1.79	bc (X)	6.91 \pm 1.97	a (X)
	2	6.62 \pm 2.11	c (X)	6.06 \pm 1.84	d (Y)
C.V. (%)		22.96		27.08	

a-d Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). **X-Y** Medias con letras diferentes en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). **Φ Alm** almidón de yuca. **Ω Pt** proteína de colágeno de cerdo. **C.V.** Coeficiente de Variación. **D.E.** Desviación Estándar. **£Escala:** 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Textura. La capacidad de gelación determina la textura del producto final, entendida como una propiedad sensorial del alimento que involucra todas las características de sensación en la boca al consumir el alimento: mordida, suavidad, jugosidad, en general atributos difíciles de explicar objetivamente por su complejidad, ya que involucran aspectos físicos, químicos y sociológicos (Restrepo *et al.* 2001).

Esta característica se modifica a través del tiempo por sus componentes siendo el de mayor relevancia el almidón por su proceso de retrogradación, siendo más lento por ser almidón de yuca (Mitchell y Blandshard 1987). La retrogradación del almidón provoca la dureza debido al desarreglo estructural. Los consumidores aceptan un producto por el tipo de textura, es decir la suavidad o dureza de un producto. En el Cuadro 10, se observa claramente la tendencia de no tener cambio en el tiempo en el jamón con concentraciones de 3% en almidón de yuca, sin importar el nivel de proteína de colágeno de cerdo debido que su funcionalidad de mejora en la textura y retener agua llega hasta los días de almacenado del jamón. En el día 14 el control tuvo una aceptación igual de “me gusta moderadamente” a “me gusta mucho”, por no tener ningún tipo de extensor aumento rápidamente su dureza.

Cuadro 10. Comparación de medias y diferencias en el tiempo en el atributo sensorial de textura en los tratamientos.

Extensores		Día 1		Día 14	
Alm ^Φ	Pt ^Ω	Media \pm D.E		Media \pm D.E	
0	0	6.83 \pm 1.73	bc (X)	7.42 \pm 1.29	a (Y)
	1	7.23 \pm 1.68	ab (X)	6.14 \pm 1.78	d (Y)
	2	6.90 \pm 1.53	bc (X)	6.11 \pm 1.95	d (Y)
1.5	0	7.00 \pm 1.52	abc (X)	7.20 \pm 1.77	ab (Y)
	1	6.64 \pm 2.01	c (X)	6.22 \pm 1.97	d (Y)
	2	7.28 \pm 1.42	a (X)	6.60 \pm 1.75	cd (Y)
3	0	6.95 \pm 1.65	abc (X)	6.33 \pm 1.93	d (X)
	1	7.10 \pm 1.56	abc (X)	6.90 \pm 1.78	bc (X)
	2	7.11 \pm 1.71	ab (X)	6.25 \pm 1.76	d (X)
C.V. (%)		22.27		25.57	

a-d Medias con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). **X-Y** Medias con letras diferentes en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). **Φ Alm** almidón de yuca. **Ω Pt** proteína de colágeno de cerdo. **C.V.** Coeficiente de Variación. **D.E.** Desviación Estándar. **£Escala:** 1- me desagrade extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Aceptación General. La aceptación de los consumidores hacia un producto cárnico se basa en el color, suavidad y jugosidad. Para este estudio, la aceptación del tratamiento 0% proteína de colágeno disminuyó a medida que se incrementa el contenido de almidón de yuca, es decir a un nivel de 3%; mientras que en proteína de colágeno en los niveles de 1-2% no cambio con la aceptación con la presencia de almidón de yuca manteniéndose con una puntuación en un rango de 6.94 -7.30.

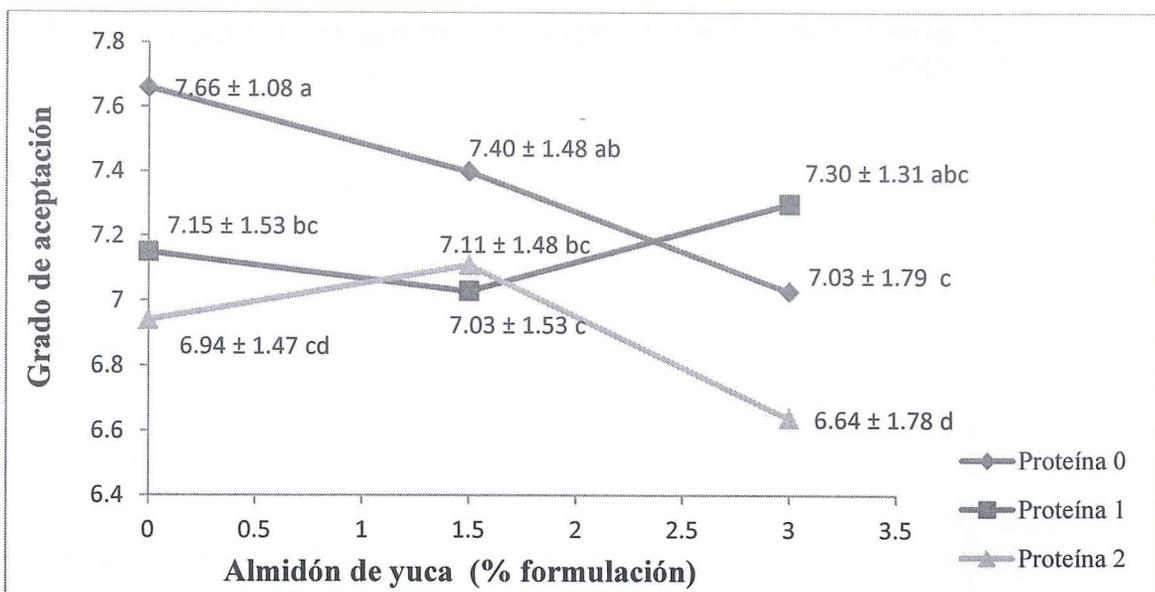


Figura 15 Comparación de medias y (desviación estándar) en aceptación general en los tratamientos del día 14.

a-d Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala: 1- me desagrada extremadamente; 9- me agrada extremadamente.

Los resultados de la Figura 15 muestra que las medias de los tratamientos en el día 14, los panelistas dieron un puntaje de 6 a 7 según la escala hedónica realizada significando “me agrada poco” y “me agrada moderadamente” respectivamente, no se presenta el día 1 por tener una significancia ($p > 0.05$).

Los tratamientos evaluados a considerar en el análisis de preferencia fueron el jamón sin extensores (control), jamón con 1.5% de almidón de yuca y 0% de proteína de colágeno, jamón con 1.5% de almidón de yuca y 1% de proteína de colágeno de cerdo y jamón con almidón 1.5% y proteína de colágeno al 2%, por tener un mayor puntaje en todos los atributos con respecto al tiempo. Este comportamiento se compara con un estudio donde utilizaron almidón de yuca que no mostró significancia en el análisis de aceptación (Limberger *et al.* 2011).

Análisis Sensorial de Preferencia. En este análisis se empleó, el método de Chi-cuadrado con una probabilidad de 95% dando un valor tabulado de 7.82 y con 3 grados de libertad. El resultado obtenido fue que no hubo un mejor tratamiento, ya que el chi calculado 2.083 no fue mayor que el chi tabular.

Los resultados de análisis sensoriales de aceptación muestran que 4 tratamientos fueron más aceptados entre los demás, pero en el análisis de preferencia no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, por lo cual se determinó el mejor tratamiento en base a costos variables de producción, siendo el control el tratamiento más económico (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costos variables de la producción de un jamón canadiense sin extensor.

Costos Variables	Unidad	Cantidad	Costo (\$/kg)	Costo total(\$/tanda)
Ingredientes				
lomo de cerdo	kg	2.9158	1.33	3.8833
Azúcar	kg	0.0515	0.14	0.0070
cochinilla	kg	0.0003	7.76	0.0027
nuez moscada	kg	0.0082	2.88	0.0237
pimienta negra	kg	0.0062	1.86	0.0115
canela	kg	0.0027	1.44	0.0040
miel	kg	0.0343	2.53	0.0867
tripolifosfato de sodio	kg	0.0178	0.60	0.0108
eritorbato de sodio	kg	0.0015	1.86	0.0027
sal nitrificada	kg	0.0006	0.25	0.0001
sal yodada	kg	0.0686	0.07	0.0047
lactato de sodio	kg	0.0899	1.37	0.1234
Empaque				
bolsas 7 x 9	unidad	9.0000	0.07	0.6300
etiqueta	unidad	9.0000	0.04	0.3600
Total				1.6095

En el Cuadro 12 se observan los costos de los cuatro tratamientos utilizados para el análisis de preferencia incluyendo el rendimiento en cocción.

Cuadro 12. Costos variables de la producción de los cuatro jamones canadienses evaluados en el análisis de preferencia.

Tratamientos		Costo Total (\$/kg)
Alm ^Φ	Pt ^Ω	
0	0	1.609
1.5	0	1.626
1.5	1	1.638
1.5	2	1.718

Φ Alm almidón de yuca.

Ω Pt proteína de colágeno de cerdo.

4. CONCLUSIONES

- La tonalidad roja (valor a) del jamón canadiense es afectada por la interacción de la proteína de colágeno y el almidón adicionado, presentando el valor más altos cuando no hay presencia de proteína de colágeno y 1.5% de almidón de yuca en la formulación.
- La fuerza de corte del jamón canadiense es afectada por la interacción de la proteína de colágeno y el almidón adicionado, presentando el valor más alto cuando la proteína de colágeno está presente en 2% y el almidón de yuca en 1.5% de la formulación.
- La purga disminuye con la presencia de almidón de yuca en los jamones, sin efecto de los niveles de 0-2% de proteína de colágeno de cerdo.
- El pH del jamón canadiense es afectado por la combinación de proteína de colágeno al 1% con almidón de yuca al 1.5%, dando un valor menor con respecto a los demás tratamientos.
- Los valores de mesófilos aerobios y coliformes totales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el RTC y la adición de almidón a niveles de 0-3% y proteína de colágeno a niveles de 0-2% de la formulación del jamón canadiense no presentan efecto sobre estos parámetros.
- Los atributos sensoriales de apariencia, color y olor son afectados principalmente por la adición de almidón, mientras que sabor, textura y aceptación general por la interacción de almidón y proteína de colágeno. Ningún tratamiento es preferido.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el tratamiento control en la planta de cárnicos por presentar las mismas características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales con respecto a los demás tratamientos, además de tener un costo variable de producción menor.
- Realizar un estudio a través del tiempo con diferentes fuentes de almidón en producto cárnico curado para evaluar el efecto en la fuerza de corte y sabor dependiendo del origen.
- Realizar un análisis proximal para medir la cantidad de proteína y reducción en grasa que se genera al agregar un tipo de extensor a un producto cárnico curado.

6. LITERATURA CITADA

AMSA.1991. Meat color measurement guidelines. 12 p

AMSA. 1995. Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat, 3, 20 p.

AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Bemiller, J. y R. Whistler. 2009. Starch: Chemistry and Technology, third edition. Food Science and Technology International Series, 876 p.

Castro, F., M. García., R. Rodríguez y M. Marina. 2005. Simple and Inexpensive Method for the Reliable Determination of Additions of Soybean Proteins in Heat Processed Meat Products: An Alternative to the AOAC Official Method. Madrid, España. Agricultural and Food Chemistry

Dikeman, M. y C. Devine. 2004. Meat Science. Second Edition ed. s.l.:Academic Press.

Eliasson, A. 2004. Starch in food: Structure, function and applications. Woodhead Publishing Limited, Abington, Cambridge. p. 374-402.

Fernández, M., J. Morales, A. Montiel y M. Mendivil. 2008. Composición proximal y atributos sensoriales de jamón preparado con tres niveles de inyección de salmuera. Universidad Sonora, México. p. 48-57.

Food Science and Technology. 2003. Quality characteristics and storage stability of restructured chicken meat blocks extended with different combinations of vegetative extenders (en línea). Consultado el 20 de octubre del 2014. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-013-1022-y#page-1>

FAO. 1998. Effects of Food Processing on Dietary Carbohydrates, *Carbohydrates in human nutrition* (en línea). Consultado el 27 de octubre del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0j.htm#TopOfPage>

Gaonkar, A. y A. McPherson. 2006. Ingredient Interactions: Effects on Food Quality. Second Edition. 163 p.

Gregg, L., J. Claus, C. Hackney y N. Marriott. 1993. Low-fat, high added water bologna from massaged, minced batter. Journal of Food Science, v. 58, p. 259-264.

Gomez, A. R. 2013. Efecto del uso de tres tipos de proteínas en las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de res mejorada. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Hernández-Medina, M., J.G. Torruco-Uco, L. Chel-Guerrero y D. Betancur-Ancona. 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, vol. 28. Food Science and Technology. Universidad Autónoma de Yucatán, México. p. 718-725.

Hoogenkamp, H. 2004. Soy Protein and Formulated Meat Products. Wallingford. Oxfordshire. 177 p.

Limberger, V. F. Brum, L. Patias, A. Daniel, C. Comarela, T. Emanuelli y L. da Silva. 2011. Modified broken rice starch as fat substitute in sausages. Ciencia y tecnología de los alimentos. Campinas, Brasil. p. 789-791.

Luna, J. J. y J. A. Guerrero-Beltrán. 2013. Caracterización de jamones adicionados con pastas residuales de la extracción mecánica de aceite de frutos secos. Scientia Agropecuaria 4(2014):77-88

Martínez, N. 2004. Evaluación de Cuatro Niveles de Fécula de Maíz en la Elaboración de Salchicha Vienesas. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Mitchell, J. R. y Blanshard, J. M. V. 1987. Food Structure: Creation and Evaluation. Madrid, España. Editorial Elsevier. 245 p.

Moorthy, S. 2004. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches. Starch/Stärke, v. 54, p. 559-592.

Mossel, D., C. Moreno y B. Struijk. 2006. Microbiología de los alimentos. Segunda edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 89 p.

Motzer, E. A., J. A. Carpenter, A. E. Reynolds y C. E. Lyon. 1998. Quality of Restructured Hams Manufactured with PSE Pork as Affected by Water Binders. Journal of Food Science 63(6):1007-1011.

Novelo, C. A. Betancur. 2005. Chemical and functional properties of *Phaseolus lunatus* and *Manihot esculent* starch blends. v. 57, n. 9, p. 431-441, 2005.

Onitilo, M., L. Sanni, O. Oyewole y B. Maziya-Dixon. 2007. Physicochemical and functional properties of sour starches from starches from different cassava varieties. International Journal of Food Properties 10(3): 607-620. Pearson, A. M. y T. Gillet. 1996. Processed Meats. New York, Estados Unidos. Editorial Library of Congress Cataloging in Publication Data.

Özlem, T. y M. Kemal Ünal. 2003. Fat Replacers in Meat Products. Pakistan Journal of Nutrition 2 (3): 196-203

- Paz, A. 2007. Efecto de tres extensores de colágeno hidrolizado en características físicas, químicas y sensoriales de un jamón prensado. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Prabhu, G., D. Doerscher y D. Hull. 2006. Utilization of Pork Collagen Protein in Emulsified and Whole Muscle Meat Products.V.69. I.5. Journal of Food Science. p, 388-392.
- Pedersen, J. K. 1979. The selection of hydrocolloids to meet functional requirements in *Polysaccharides in Food*. Butterworths, London. Blanshard and J.R. Mitchell (Ed.), p. 219-227.
- Pegg, R. B. y F. Shahidi. 2008. Nitrite Curing of Meat: The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives. Sashatoon, Canada. Publications in food science and nutrition.247 p.
- Quiroga, G. y J. López. 2002. Industrias Cárnicas: uso de almidones en alimentos, s.l.: ICTA.
- Reglamento Técnico Centroamericano, 2009. México.
- Restrepo, D.A., C.M. Arango, A.A. Campuzano y R. A. Restrepo. 2001. Industria de Carnes. Universidad Nacional de Colombia en la ciudad de Medellín, Colombia. 279 p.
- Shannon, J., D. Garwood y Ch. Boyer. 2009. Genetics and Physiology of Starch Development. New York. Elsevier, Inc. New York.p 20.
- Stephen, A. M., G.O. Philips y P. A. Williams. 2006. Food Polysaccharide and Their Applications, second edition. Food Science and Technology (Taylor & Francis Group). 160 p.
- Totosaus, A. 2006. Funcionalidad de Proteínas Musculares. Ecatepec, México. Publicado por Tecnológico de estudio superiores de Ecatepec. 46 p.
- UCO, S.F. Jamón De Cerdo Ibérico (En línea). Consultado 2 de Octubre del 2014. Disponible en: <http://www.uco.es/dptos/prod-animal/economia/dehesa/jamon.htm>
- USDA. 2014. Safe and Suitable Ingredients Used in The Production of Meat, Poultry, and Egg Products: Binders (En línea). Consultado 9 de septiembre del 2014. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/f547732e-3a2b-4593-b399-abb57b1e5528/7120.1_Binders.pdf?MOD=AJPERES
- Vargas, P. y D. Hernández. 2012. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. 37-43 p.
- Zhang, L. y S. Barbut. 2005. Effects of Regular and Modified Starches on Cooked Pale, Soft, and Exudative; Normal; and Dry, Firm, and Dark Breast Meat Batters. Poultry Science 84(5):789-796.

7. ANEXOS

Anexo 1. Criterios microbiológicos en productos cárnicos cocidos. (Reglamento Técnico Centroamericano 2009).

8.2 Subgrupo del alimento: Productos cárnicos cocidos y curados (embutidos)			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Limite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	A	< 10 UFC/g
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	10		Ausencia
<i>Listeria monocytogenes/25 g</i>	10		Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	7		10 ² UFC/g
<i>Clostridium perfringens</i>	6		10 ² UFC/g

Anexo 2. Formulación del producto

Formulación Canadian Bacon

Ingredientes	Unidad	Cantidad	Cantidad
Lomo de cerdo	lbs	85	6.41
agua	lbs	6.00	0.4528
hielo	lbs	6.000	0.4528
azúcar	lbs	1.500	0.1132
especias	lbs	0.510	0.038489
Miel	lbs	1.00	0.075468
tripolifosfato de sodio	lbs	0.520	0.0392434
eritorbato de sodio	lbs	0.043	0.003245128
sal nitrificada	lbs	0.017	0.001282957
sal yodada	lbs	2.000	0.150936
lactato de sodio	lbs	2.62	0.197726
extensor	lbs		
Total	lbs	105.21	7.94