

**Evaluar el efecto de trehalosa y κ -carragenina
sobre las características físicas,
microbiológicas y sensoriales en el lomo de
cerdo curado**

Marlon Otoniel Castillo Vásquez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluar el efecto de trehalosa y κ -carragenina sobre las características físicas, microbiológicas y sensoriales en el lomo de cerdo curado

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

Presentado por:

Marlon Otoniel Castillo Vásquez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

**Evaluar el efecto de trehalosa y κ -carragenina
sobre las características físicas,
microbiológicas y sensoriales en el lomo de
cerdo curado**

Presentado por:

Marlon Otteriel Castillo Vázquez

Aprobado:

Adela M. Acosta, Dra C. T. A.
Asesor principal

Luis Fernando Oteruel, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Flor Núñez, M.Sc.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Castillo Vásquez, M.O.2012. Evaluar el efecto de la trehalosa y la κ -carragenina sobre las características físicas y sensoriales en el lomo de cerdo curado. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 19p.

Está ampliamente documentado que el uso de extensores cárnicos mejoran la pérdida de jugosidad, sabor, malos olores y textura dura de productos cárnicos procesados. Este estudio evaluó el efecto de la trehalosa y la κ -carragenina sobre las características físicas, microbiológicas y sensoriales en el lomo de cerdo curado. Los tratamientos control, 2% trehalosa, 1.5% κ -carragenina y la mezcla de las dos al 1 y 0.75% respectivamente. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones y medidas repetidas en el tiempo luego en día uno y 28, contando con 12 unidades experimentales por producto. Se utilizó SAS® para conducir el ANDEVA con separación de medias Tukey con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$), un análisis Lambda de Wilks para determinar el efecto del tiempo en las medidas repetidas y un análisis de valores residuales para determinar la normalidad de los e identificar datos fuera de tipo. La adición de trehalosa a 2% presentó un efecto positivo en el color del lomo de cerdo curado manteniendo la claridad, aumentando la tonalidad de color rojizo y la tonalidad de amarillo a través de 28 días. Trehalosa a 1% y κ -carragenina a 0.75% presentó la menor fuerza de corte al día 28. Más estudios se deben dirigir a 2% trehalosa para aumento de jugosidad y textura de productos cárnicos.

Palabras clave: Extensores cárnicos, jugosidad, prueba de aceptación.

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.....	7
4	CONCLUSIONES	15
5	RECOMENDACIONES	16
6	LITERATURA CITADA	17
7	ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
---------	--------

1. . Formulación del lomo de cerdo curado para cada tratamiento.	4
2. Medias y desviación estándar (D.E.) para la variable L a los días uno y 28, No significativo ($P>0.05$) entre tratamientos y en el tiempo.....	7
3. Medias y desviación estándar (D.E.) para la variable a color rojo, a los días uno y 28.....	8
4. Medias y desviación estándar (D.E.) para la variable b color amarillo, a los días uno y 28.	9
5. Medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento en lomo de cerdo curado al día 28 No significativo ($P>0.05$).	9
6. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis físico de laboratorio de Fuerza de corte en Brookfield CT3 en Newton.....	10
7. Medias y desviaciones estándar (D.E.) de Resultados de aerobios mesófilos (Log_{10} UFC/g) a los días uno y 28. No significativo ($P>0.05$) entre tratamientos y en el tiempo.....	11
8. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Color" del lomo de cerdo curado.*	11
9. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Olor" del lomo de cerdo curado.*	12
10. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Olor" del lomo de cerdo curado.*	13
11. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Textura" del lomo de cerdo curado.*	13
12. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Aceptación general" del lomo de cerdo curado.*	14

Anexos	Página
--------	--------

13. Probabilidades de las interacciones entre las variables físicos y el corte, extensores y tiempo.	19
14. Probabilidades de las interacciones entre las variables olor, color, jugosidad, textura y aceptación general.....	19

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de los productos cárnicos está determinado principalmente por las características sensoriales y la calidad que estos mismos presentan. La exigencia de los consumidores promueve la necesidad de mejorar en la medida de lo posible dichas características sensoriales, de las cuales el sabor, jugosidad y textura son las principales por las cuales el consumidor realiza su decisión de compra (López 2009). Por tal razón en la industria cárnica existe una tendencia a incrementar la jugosidad y mejorar el sabor de los productos.

La sensación de jugosidad es originada por la humedad que se produce al iniciarse la masticación debido a la liberación de jugo procedente de la carne y el efecto estimulante de la grasa sobre el flujo salivar, siendo esta última más duradera que la inicial. Por lo tanto, la jugosidad está más relacionada con el contenido graso que con la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de la carne. La jugosidad está influenciada por la sal, que estimula la secreción salivar y actúa en sentido similar al contenido graso. Huff-Lonergan *et al.* (2002), señala que la pérdida de agua o purga es una característica muy importante ya que la carne con una alta cantidad de purga tiende a presentar un color menos característico y más claro, afectando también su terneza, haciéndola más dura, disminuyendo el sabor característico de la carne de cerdo y aumentando la cantidad de malos olores.

Actualmente el mercado de la carne de cerdo está demandando un producto que reúna una serie de características o combinaciones de factores, como son nutritivos y saludables. El exquisito sabor del lomo, su rico contenido en nutrientes y la baja proporción comparativa en grasa, calorías y colesterol, lo hacen un alimento excelente. El lomo de cerdo como el filete, son cortes que ofrecen menos cantidad de colesterol y grasa comparado con otros productos que son elaborados de carne de res y pollo, (Gómez 2007).

Está ampliamente documentado que el uso de extensores cárnicos mejoran la pérdida de jugosidad, sabor, malos olores y textura dura de productos cárnicos procesados. Los extensores cárnicos se emplean como aditivos alimentarios principalmente como estabilizantes disminuyendo la pérdida del agua y aumentando la jugosidad del producto. Actualmente se están implementando sustancias en la industria cárnica junto con cloruro de sodio y potasio como fosfatos, sales de ácidos orgánicos y recientemente carbohidratos como sucrosa y trehalosa (Ganesan 2007).

Según Kalf y Rieder (2007), La trehalosa es un azúcar que se obtiene naturalmente de setas, hongos, e insectos. Ha sido comprobado científicamente que alrededor de ochenta especies, entre plantas, hongos, levaduras, bacterias y hemolinfa de insectos contienen trehalosa.

La trehalosa es un disacárido que consiste en dos moléculas de glucosa unidas por enlace α , α -1 glucosídico. Esta brinda mejor percepción en las características sensoriales como apariencia, jugosidad, sabor, aroma y textura en productos cárnicos procesados. Presenta un efecto crioprotector, este efecto hace que la trehalosa penetre en los tejidos impidiendo la formación de cristales en la matriz cárnica a bajas temperaturas, esto ayuda a que con el paso del tiempo la textura del producto cárnico no sufra cambios en su integridad (López 2009).

Uno de los extensores que ha tenido un impacto en la industria cárnica por sus propiedades de retención de líquidos, espesante y gelificante es la carragenina. K-carragenina es un polisacárido lineal sulfatado, extraído de algas rojas. Es utilizada porque actúa directamente con las proteínas miofibrilares, a la cual pertenece la miosina y actina que son las más abundantes durante el procesamiento de la carne a causa de su capacidad de producir geles tridimensionales sobre la cocción y la refrigeración teniendo una influencia grande en el rendimiento y las propiedades de textura de productos cárnicos procesados (Sabillón 2008).

Las carrageninas disponibles en el mercado se les pueden clasificar en tres grupos principales; Kappa (κ), iota (ι) y lambda (λ). Diferenciándose por la capacidad de gelificar siendo la kappa la que garantiza geles rígidos, la iota forma geles elásticos y las lambda no gelifican. De acuerdo al tipo de carragenina actúa como gelificante, retenedor de humedad, espesante agente de suspensión y estabilizante. Brindándole al producto final textura, cohesividad y consistencia. Facilita el corte y reduce la sinéresis (Castelli 2006).

Según Hsu y Chung (2001), estudios demostraron un aumento en el rendimiento de cocción y otros parámetros del análisis del perfil de textura al ascender a 2% de k-carragenina en una emulsión baja en grasa de albóndigas.

De acuerdo con Sabillón (2008), existen interacción entre las características químicas, físicas y sensoriales al aplicar mayores niveles de k-carragenina es más pronunciado el efecto del lactato de sodio; se plantearon entonces los siguientes objetivos de estudio:

- Definir el efecto de la trehalosa y κ -carragenina sobre las características físicas, color y fuerzas de corte del lomo de cerdo curado a los días uno y 28.
- Caracterizar sensorialmente la aceptación del lomo de cerdo curado con trehalosa y κ -carragenina a los días uno y 28.
- Identificar el efecto de la trehalosa y κ -carragenina sobre la carga microbiana de aeróbios mesófilos en el lomo de cerdo curado a los días uno y 28.
- Evaluar el rendimiento de cocción al día 28 de cada uno de los tratamientos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Se elaboró y almacenó el lomo de cerdo curado en la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos de Zamorano. Los análisis físicos de textura y color se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología. Los análisis sensoriales fueron realizados en el salón para evaluación sensorial. Todos los lugares nombrados se encuentran en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras.

Materiales o Ingredientes

- Lomo (*Longissimus dorsi*) de cerdo
- Agua
- Sal
- Azúcar
- Sal de cura
- Eritorbato
- Fosfato
- Lactato de Sodio
- Trehalosa (Hayasibara Internacional)
- κ -carragenina (κ -Cg) (Comercial del Caribe)

Obtención de la materia Prima. Se utilizó el lomo de cerdo fresco (*Longissimus dorsi*), nunca congelado, brindado por la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano. La trehalosa se obtuvo de la casa productora y distribuidora Hayasibara Internacional de Japón, la κ -carragenina se obtuvo de la casa distribuidora Comercial del Caribe.

Obtención de la formulación. La formulación del lomo de cerdo curado utilizada en este estudio fue proporcionada por la Planta de Industrias Cárnicas de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. La cual fue adaptada para generar la formulación final y a su vez se modificó para remplazar las distintas concentraciones de trehalosa y κ -carragenina de manera que cumplan con las cantidades permitidas por la FDA para un alimento. Los materiales utilizados para la formulación se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. . Formulación del lomo de cerdo curado para cada tratamiento.

Ingredientes (%)	TRT (Trehalosa0/κ-Cg0)	TRT (Trehalosa0/κ-Cg1.5)	TRT (Trehalosa2/κ-Cg0)	TRT (Trehalosa1/κ-Cg0.75)
Lomo de cerdo	85.76	84.84	84.41	84.63
Agua	10.29	10.18	10.13	10.16
Sal	0.86	0.85	0.84	0.85
Azúcar	0.26	0.25	0.25	0.25
Sal de Cura	0.21	0.21	0.21	0.21
Eritorbato	0.04	0.04	0.04	0.04
Lactato de sodio	2.14	2.12	2.11	2.12
Fosfato de sodio	0.43	0.00	0.00	0.00
Trehalosa	0.00	0.00	2.00	1.00
κ-carragenina	0.00	1.50	0.00	0.75

Material

- Mezcla total de la formulación
- Jeringas para inyectar

Equipo

- Moldes redondos de acero inoxidable
- Marmita KOCH
- Termómetro
- Utensilios de cocina

Preparación de la salmuera. Para la preparación de la salmuera, se mezcló las proporciones según la formulación de los ingredientes no cárnicos listados anteriormente en una bolsa plástica distinta para cada tratamiento. De esta manera, a la hora que la κ -carragenina se puso en contacto con el agua, no se formó grumos ya que se encontró como una partícula suspendida, la cual no se hinchó ni desarrolló viscosidad en frío, para el caso de trehalosa no hubo ningún problema debido a que fue altamente soluble. Luego se agregó un 6% del agua total requerida en la formulación. El agua se adicionó lentamente y mantuvo una condición de agitación vigorosa en el líquido. Por último se homogenizó la salmuera eliminando cualquier partículas sólida.

Inyección de los lomos de cerdo. Para la inyección de la salmuera se escogieron dos lomos de cerdo, los cuales se dividieron en dos para el uso de los cuatro tratamientos, posteriormente se inyectaron cada pieza de lomo de cerdo con las cuatro diferentes mezclas de los tratamientos, luego se dejó reposar cada pieza de lomo de cerdo por separado en un cuarto frío durante 24 horas a una temperatura de 7 °C, se procedió a introducir cada lomo de cerdo curado en bolsas plásticas, posteriormente se colocó en los moldes de acero inoxidable y se selló. Luego se cocieron los diferentes lomos de cerdos

curados en una marmita (KOCH) a 80°C por aproximadamente 3 horas hasta llegar a una temperatura interna de 72°C. Finalmente se sumergió el lomo de cerdo curado en agua fría por aproximadamente 25 minutos, se dejó en el cuarto de refrigeración hasta el día siguiente, por último se procedió a rebanar el producto en rodajas uniformes, se pesó las porciones por tratamiento y se empacó el producto en bolsas al vacío con la fecha de elaboración para su control.

Empaque y almacenamiento. Cada tratamiento fue rebanado y dividido en 20 paquetes de 190 – 210 gramos empacados al vacío en bolsas de polipropileno de 5 capas (LDPE/EVOH/NYLON/EVOH/LDPE), posteriormente se almacenaron durante 28 días a una temperatura de $3 \pm 1^\circ\text{C}$.

Análisis de Color. La prueba del análisis de color se realizó con el Colorflex HunterLab® a todos los tratamientos, durante los días 0 y 28. Se encendió el aparato media hora antes de iniciar las mediciones luego se calibró el equipo con los discos de acuerdo a las indicaciones del software. Se realizaron tres mediciones de color a cada muestra y se registraron los valores de L a b de cada medición.

Análisis de Textura Brookfield CT3. El procedimiento de textura se llevo a cabo utilizando el acople de guillotina TA7. Se midió la fuerza mecánica de corte en Joules y se analizó en Newtons. La prueba se realizó cortando trozos de jamón 50 mm de ancho, 70 mm de largo y 2 mm de grosor.

Materiales

- Medio de cultivo no selectivo
- Agua peptonada
- Muestra de jamón

Equipo

- Bolsas Stomacher estériles
- Stomached (Seward Stomacher 400; Seward Medical, London, U.K.)
- Incubadora Thermolyne Type 42000
- Esterilizador
- Bisturí
- Platos petri
- Tubos de ensayo
- Utensilios de cocina

Análisis Microbiológico Aerobios mesófilos. Se utilizó el método estándar para el conteo de microorganismos aerobios mesófilos descrito por Maturin y Peeler (1998) contenido en el Bacteriological Analytical Method (BAM), compendio oficial de métodos

microbiológicos del “Food and Drug Administration” (FDA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América.

Esta prueba se realizó a todos los tratamientos a los días uno y 28, preparando agua peptonada con 0.1% de peptona diluida, luego se preparó el medio de cultivo no selectivo (PCA), posteriormente se esterilizaron todos los utensilios, el área de trabajo se esterilizó utilizando alcohol al 70% y un papel toalla. Se tomaron 25 gramos de cada muestra colocándolas en las bolsas Stomacher estériles, luego se agregaron 90 mL de agua peptonada a cada bolsa, se homogenizó la muestra por 2 minutos.

Se realizaron siembras de dos diluciones, 10^{-1} y 10^{-2} , utilizando la técnica de vertido o “Pour Plate” en Plate Count Agar (PCA), para luego incubar cada plato petri a 35 °C por 48 horas.

Materiales

- Tratamientos de lomo de cerdo curado
- Agua
- Galletas de soda
- Platos y vasos desechables
- Utensilios de cocina
- Hoja de evaluación

Análisis Sensorial de Aceptación. Las sesiones se desarrollaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial ubicado en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PIA) de El Zamorano.

Esta prueba se realizó a los 4 tratamientos a los días uno y 28, utilizando un panel integrado por estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Los panelistas evaluaron las muestras mediante un análisis de aceptación para características de color, olor, jugosidad, textura, sabor y aceptación general.

La escala utilizada para el análisis fue una escala hedónica de nueve puntos, siendo uno “me disgusta extremadamente” y nueve “me gusta extremadamente”.

Diseño experimental. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Se utilizaron medidas repetidas en el tiempo, evaluando a los días uno y 28. Los tratamientos fueron control, 2% de trehalosa, 1.5% κ -carragenina y la mezcla de trehalosa 1% y κ -carragenina 2% esto en base al bloque cárnico.

Análisis estadístico. Los resultados de los análisis físicos y sensoriales fueron procesados usando el software estadístico “Statistical Analysis System” (SAS®) v.9.1. Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias Tukey con una probabilidad $P \leq 0.05$. Se usó Lambda de Wilks para determinar la significancia a través del tiempo y la posible interacción entre los tratamientos y el tiempo. Se realizó un análisis de residuales para determinar la normalidad de los datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colorimetría valor L de color externo. No existen diferencias estadísticas del valor L entre los tratamientos debido a la aplicación de trehalosa y κ -carragenina ($P>0.05$) y de igual manera entre repeticiones y a través el tiempo, es decir que a medida que pasó el tiempo el lomo de cerdo curado no varió su valor de L significativamente.

La variable L es considerada como el parámetro que gobierna la calidad de los productos cárnicos y es un buen predictor de la intensidad visual del color rosado característico. (García *et al.* 2003).

En este estudio (Cuadro 2), la variable L al día uno y 28 no fue significativamente influenciado o no tuvo un efecto por la aplicación de trehalosa y κ -carragenina o condiciones de anaquel ($P<0.05$), lo cual era de esperarse ya que ninguna tiene incidencia sobre el pigmento nitrosilhemocromo. La κ -carragenina forma una matriz estable que envuelve los lípidos con el agua, reduciendo así su exposición a la foto-oxidación, de esta forma aumenta la estabilidad en el color. Estos resultados concuerdan con Sabillón (2008), quien reportó que la variable L fue más estable con la adición de κ -carragenina a 1.5%.

Cuadro 2. Medias y desviación estándar (D.E.) para la variable L a los días uno y 28, No significativo ($P>0.05$) entre tratamientos y en el tiempo.

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	DE	Media	±	DE
Control	58.48	±	3.94	57.74	±	3.77
Trehalosa 0% / κ -Carragenina 1.5%	57.50	±	2.75	59.56	±	4.31
Trehalosa 2% / κ -Carragenina 0%	59.11	±	4.33	56.13	±	3.47
Trehalosa 1% / κ -Carragenina 0.75%	57.87	±	3.48	55.87	±	2.61
Coeficiente de Variación (%)	6.30			6.27		

Colorimetría valor a de color externo. No se presentaron diferencias significativas en el valor a entre los tratamientos para el día uno ($P>0.05$). Sí existen diferencias significativas del valor a entre los tratamientos debido a la aplicación de trehalosa y κ -carragenina al día 28 ($P<0.05$). Se determinó que existen diferencias del valor a al Transcurrir el tiempo ($P<0.05$), es decir que a medida que paso el tiempo el lomo de cerdo curado varió su valor de a significativamente.

El valor a (color rojo) creció ($P<0.05$) del día uno al 28 en el tratamiento trehalosa 2% / κ -Cg 0%, presentando valores de a altos, determinando así una coloración más rosada, podemos observar (Cuadro 3), que el control mantuvo niveles de la variable a altos o positivos desde el día uno al día 28, presentando un efecto positivo en el color del lomo de cerdo curado.

La variable a es uno de los parámetros más sensibles en cuanto a la medición de color, podemos observar que la aplicación de trehalosa a 2% incrementó la estabilidad en el color aumentando la variable a al día 28, reduciendo así los pro-oxidantes de muchos aditivos Castelli (2006). La κ -carragenina contribuyó a la formación de emulsiones agua-grasa- proteínas: aportando estabilidad a la oxidación.

Estos resultados concuerdan con López (2009), quien determinó que al adicionar trehalosa aumentó significativamente el valor a. La adición de κ -Cg brinda una excelente estabilidad a la oxidación y además al provenir de algas rojas, aportan una ligera coloración (Sabillón 2008).

Cuadro 3. Medías y desviación estándar (D.E.) para la variable a color rojo, a los días uno y 28.

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E.	Media	±	D.E.
Control	8.98	±	0.67 A (x)	9.78	±	1.98 A (x)
Trehalosa 0% / κ -Carragenina 1.5%	8.85	±	0.72 A (x)	7.68	±	0.80 B (y)
Trehalosa 2%/ κ -Carragenina 0%	8.45	±	0.75 A (y)	9.82	±	0.70 A (x)
Trehalosa 1%/ κ -Carragenina 0.75%	8.57	±	0.66 A (x)	8.65	±	0.80 A B (x)
Coeficiente de Variación (%)	8.08			13.36		

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

x-y: Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

Colorimetría valor b de color externo. No existen diferencias estadísticas del valor b entre los tratamientos debido a la aplicación de trehalosa y κ -carragenina al día uno ($P>0.05$). Si se presentó diferencias significativas entre los tratamientos para el día 28, se determinó que existió diferencias significativas a través del tiempo solo para el tratamiento con 1.5% κ -Carragenina ($P<0.05$), es decir que a medida que paso el tiempo el lomo de cerdo curado con tratamiento 1.5% κ -Carragenina vario su valor de b significativamente.

Amarillo b aumentó con la adición 1.5% κ -Carragenina ($P<0.05$) del día uno al 28 (Cuadro 5), siendo el control el que presentó la mayor decoloración, menos amarillento ósea más oscuro en valores de b. Se observó que el al adicionar κ -Cg a 1.5% causó un efecto significativo mostrando valores de b estable al igual que la combinación de trehalosa 1% / κ -Cg 0.75% durante los 28 días ($P>0.05$).

Estos resultados no concuerdan con López (2009), quien reportó que el valor b disminuyó con la adición de trehalosa al aumentar su concentración, concluyendo así con lo que presentó Sabillón (2008), al usar 1.5% κ -carragenina causa un efecto significativo estable sobre el valor b ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Medias y desviación estándar (D.E.) para la variable b color amarillo, a los días uno y 28.

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	$\pm$	DE	Media	$\pm$	DE
Control	7.81	$\pm$	0.37 A (x)	8.01	$\pm$	0.32 B (x)
Trehalosa 0% / κ -Carragenina 1.5%	8.13	$\pm$	0.52 A (y)	8.73	$\pm$	0.57 A (x)
(Trehalosa 2% / κ -Cg 0%)	8.15	$\pm$	0.52 A (x)	8.10	$\pm$	0.62 B (x)
(Trehalosa 1% / κ -Cg 0.75%)	8.28	$\pm$	0.33 A (x)	8.44	$\pm$	0.34 A B (x)
Coeficiente de Variación (%)	5.49			5.82		

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y: Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Rendimiento. No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ninguno de los tratamientos. Los resultados tienen soporte según lo establecido por Medina y Garrote (2001), el rendimiento está dado por condiciones como la temperatura de cocción, tiempo de masajeo y la relación existente de agua y carne, las cuales tienen gran influencia en la solubilidad y extracción de las proteínas.

Cuadro 5. Medias y desviación estándar (D.E.) del rendimiento en lomo de cerdo curado al día 28 No significativo ($P > 0.05$).

Tratamiento	Día 28		
	Media	$\pm$	D.E.
Control	81.00	$\pm$	2.34
Trehalosa 0% / κ -Carragenina 1.5%	80.90	$\pm$	0.36
Trehalosa 2% / κ -Carragenina 0%	80.67	$\pm$	2.14
Trehalosa 1% / κ -Carragenina 0.75%	80.57	$\pm$	2.1
Coeficiente de Variación (%)	2.54		

Fuerza de corte. No se presentaron diferencias estadísticas en la fuerza de corte entre los tratamientos para el día uno ($P > 0.05$). Se determinó que existen diferencias estadísticas ($P < 0.05$) de la fuerza de corte al transcurrir el tiempo para casi todos los tratamientos a excepción del control que no presentó diferencias en cuanto a la fuerza de corte durante los 28 días ($P < 0.05$).

El tratamiento con mezclas 1% trehalosa y 0.75% κ -Carragenina fue el único que presentó menor fuerza de corte al día 28. La fuerza de corte que presentaron los lomos de cerdo curado fue aumentando con el tiempo para los tratamientos que tenían 1.5% de κ -Carragenina y 2% trehalosa, siendo el tratamiento con 2% trehalosa el que mantuvo por mayor tiempo su fuerza de corte, esto se debe a que la trehalosa posee la propiedad física de vitrificación; es fenómeno en el cual una sustancia líquida no se cristaliza, pero se solidifica en un estado amorfo. Los tratamientos como el control, κ -Carragenina 1.5% y trehalosa a 2% no tuvieron diferencia significativa entre ellos al día 28 (Cuadro 6).

Estos resultados concuerdan con López (2009), quien reportó que al adicionar trehalosa aumenta significativamente la fuerza de corte o consistencia, así mismo con (Totosaus 2007), quien reportó que la adición de κ -Carragenina a 0.75% demostró un efecto positivo sobre la fuerza de corte y cohesividad comparado con el fosfato en jamón cocido.

Según Crowe *et al.* (1984), la trehalosa tiene la capacidad de interactuar mucho mejor si la matriz es grasa y de esta manera encajar entre los grupos polares de las cabezas de los fosfolípidos con los que interactúa mediante sus hidroxilos; esta es la posible razón por la cual el lomo de cerdo curado presenta un efecto menos significativo usando trehalosa en comparación con la κ -carragenina sobre la fuerza de corte.

Cuadro 6. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis físico de laboratorio de Fuerza de corte en Brookfield CT3 en Newton

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E.	Media	±	D.E.
Control	38.36	±	8.36 A(x)	43.08	±	8.05 A(x)
Trehalosa 0%/ κ -Carragenina1.5%	36.43	±	7.75 A(y)	43.99	±	5.97 A(x)
Trehalosa 2%/ κ -Carragenina 0%	36.59	±	4.65 A(y)	44.02	±	8.63 A(x)
Trehalosa 1%/ κ -Carragenina0.75%	36.39	±	7.58 A(x)	29.64	±	4.86 B(y)
Coefficiente de Variación (%)	19.56			17.54		

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y: Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Análisis microbiológico. Como se puede observar en el (Cuadro 7) la trehalosa y κ -carragenina no tuvieron ningún efecto sobre el conteo de aerobios mesófilos en el lomo de cerdo curado, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los tratamientos no cambiaron a través del tiempo ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Medias y desviaciones estándar (D.E.) de Resultados de aerobios mesófilos (Log10 UFC/g) a los días uno y 28. No significativo ($P>0.05$) entre tratamientos y en el tiempo.

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E. (N.S.)	Media	±	D.E. (N.S.)
Control	2.74	±	0.14	3.58	±	0.32
Trehalosa 0% /κ-Carragenina 1.5%	2.80	±	0.05	3.61	±	0.36
Trehalosa 2% /κ-Carragenina 0%	2.80	±	0.10	3.55	±	0.20
Trehalosa 1%/κ-Carragenina 0.75%	2.76	±	0.1	3.44	±	0.36
Coeficiente de Variación (%)	4.11			9.56		

Análisis sensorial de color. Para el atributo color los panelistas no aceptaron de la misma forma la percepción de cada uno de los lomos evaluados ($P<0.05$). Esto puede deberse a que el color fue el primer parámetro evaluado por los panelistas el cual generó una influencia en el panelista sobre las otras variables a evaluar y por ende en la aceptación final del producto. Los panelistas aceptaron de la misma forma para el atributo color al día uno y 28 los tratamientos de lomo de cerdo curado evaluados. ($P>0.05$).

En la escala de aceptación usada los resultados oscilan entre “me gusta poco” y “me gusta moderadamente” (Cuadro 7). Los tratamiento más aceptados fueron el control y trehalosa a 2%, al día uno y 28. La trehalosa se usa porque al ser un azúcar no reductor no da lugar a la reacción de Maillard y no modificará el color de los productos (Andrade y Pinto 2010).

Cuadro 8. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Color" del lomo de cerdo curado.*

Tratamiento	Día 1				Día 28			
	Media	±	D.E.	‡	Media	±	D.E.	
Control	6.7	±	1.49	A (x)	6.47	±	1.72	A (x)
Trehalosa 0% /κ-Carragenina 1.5%	6.24	±	1.55	A B (x)	5.9	±	1.55	B (x)
Trehalosa 2% /κ-Carragenina 0%	6.65	±	1.45	A (x)	6.49	±	1.64	B (x)
Trehalosa 1%/κ-Carragenina 0.75%	6.02	±	1.55	B (x)	6.07	±	1.87	B (x)
Coeficiente de Variación (%)	23.55				27.23			

*: Basada en una escala de 1- me disgusta extremadamente a 9 – me gusta extremadamente (color).

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

‡: Medias en la misma línea con la misma letra son estadísticamente iguales ($P>0.05$).

Análisis sensorial de olor. Los panelistas aceptaron de forma diferente para el atributo olor los tratamientos control y la mezcla de trehalosa a 1% y κ-Carragenina a 0.75% para

el día uno ($P < 0.05$). Aceptando así de la misma forma el atributo olor presente en los tratamientos control, κ -Carragenina a 1.5% y trehalosa a 2% ($P > 0.05$).

Los panelistas aceptaron de la misma manera cada uno de los tratamientos presentados en el día uno y 28 ($P > 0.05$).

En la escala de aceptación usada los resultados oscilan entre “me gusta poco” y “me gusta moderadamente” (Cuadro 7). Los tratamientos más aceptado por los panelistas fueron control y trehalosa a 2% al día uno y 28.

Esto nos da un valor positivo debido a que al remplazar fosfato de sodio por trehalosa los panelistas determinan una aceptación igual para ambos (Portmann y Birch 2005).

Cuadro 9. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Olor" del lomo de cerdo curado.*

Tratamiento	Día 1				Día 28			
	Media	±	D.E.	‡	Media	±	D.E.	
Control	6.44	±	1.24	A (x)	6.57	±	1.47	A (x)
Trehalosa 0% / κ -Carragenina 1.5%	6.46	±	1.41	A B (x)	6.05	±	1.33	A B (x)
Trehalosa 2% / κ -Carragenina 0%	6.68	±	1.27	B (x)	6.57	±	1.63	B (x)
Trehalosa 1%/ κ -Carragenina 0.75%	6.29	±	1.34	A B (x)	6.18	±	1.56	A B (x)
Coeficiente de Variación (%)	23.9				23.62			

*: Basada en una escala de 1- me disgusta extremadamente a 9 – me gusta extremadamente (color).

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

‡: Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Análisis sensorial de jugosidad. Para el atributo jugosidad los panelistas no aceptaron de la misma manera los tratamientos control, trehalosa a 2% y la mezcla de trehalosa 1% y 0.75% de k-carragenina al día uno ($P < 0.05$).

Los panelistas aceptaron la jugosidad presente de la misma forma al transcurrir el tiempo de los tratamientos control y la mezcla de 1% trehalosa y 0.75% k-carragenina ($P > 0.05$).

Esto concuerda con DeFreitas y Sebranek (1997), quienes determinaron que el uso de carragenina no tenía ninguna diferencia comparado con fosfatos al transcurrir el tiempo para la aceptación de jugosidad en los panelistas.

La mezcla de la trehalosa y la k-carragenina hacen que la jugosidad sea estable durante 28 días en el lomo de cerdo curado.

Cuadro 10. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Olor" del lomo de cerdo curado.*

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E.	Media	±	D.E.
Control	6.63	±	1.38 A B (x)	6.09	±	1.56 A (y)
Trehalosa 0% /κ-Carragenina 1.5%	6.48	±	1.52 A (x)	5.69	±	1.48 A B (y)
Trehalosa 2% /κ-Carragenina 0%	5.94	±	1.51 A (x)	5.6	±	1.75 A (x)
Trehalosa 1% /κ-Carragenina 0.75%	5.86	±	1.54 B (x)	5.88	±	1.8 A B (x)
Coeficiente de Variación (%)	23.90			28.35		

*: Basada en una escala de 1- me disgusta extremadamente a 9 – me gusta extremadamente (color).

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

x-y: Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Análisis sensorial de textura. Los panelistas determinaron de manera distinta la aceptación de textura de los tratamientos control, k-carragenina a 1.5%, la trehalosa a 2% y la mezcla de 1% trehalosa y 0.75% k-carragenina al día uno (P<0.05), aceptando de la misma forma los tratamientos control y k-carragenina a 1.5% (P>0.05).

Los panelistas aceptaron de la misma manera el atributo textura en el día uno como para el día 28 en cada uno de los tratamientos (P>0.05). Los tratamientos más aceptados control y k-carragenina a 1.5% se encuentran dentro de los más aceptados por los panelistas a los días uno y 28, encontrándose entre “ me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” de calificación (Cuadro 11).

Esto concuerda con Totosa (2007), quien determinó que se puede remplazar el uso de fosfatos en un producto cárnico sin alterar su textura por carrageninas de esta forma podemos reducir el sodio.

Cuadro 11. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Textura" del lomo de cerdo curado.*

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E.	Media	±	D.E.
Control	6.83	±	1.41 A(x)	6.45	±	1.35 A (x)
Trehalosa 0% /κ-Carragenina 1.5%	6.55	±	1.37 AB(x)	6.19	±	1.39 AB(x)
Trehalosa 2% /κ-Carragenina 0%	6.27	±	1.43 B (x)	5.84	±	1.73 B (x)
Trehalosa 1% /κ-Carragenina 0.75%	6.33	±	1.36 B (x)	6.49	±	1.47 A (x)
Coeficiente de Variación (%)	21.40			23.80		

*: Basada en una escala de 1- me disgusta extremadamente a 9 – me gusta extremadamente

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

‡: Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).

Aceptación general. Los panelistas presentaron distinta aceptación general de los tratamientos control, k-carragenina a 1.5%, la trehalosa a 2% y la mezcla de 1% trehalosa

y 0.75% k-carragenina al día uno ($P < 0.05$). Aceptando de la misma forma los tratamientos control y k-carragenina a 1.5% ($P > 0.05$).

Los panelistas aceptaron de la misma manera la aceptación general en el día uno como para el día 28 en cada uno de los tratamientos ($P > 0.05$). En el Cuadro 12 podemos observar que los tratamientos control y la mezcla de 1% trehalosa y 0.75% k-carragenina fueron los más aceptados por los panelistas para el atributo aceptación general en el día 28, estos tratamientos disminuyen de la calificación “me gusta mucho” al día uno a “me gusta moderadamente” al día 28 respectivamente.

Cuadro 12. Medias y desviación estándar (D.E.) para Análisis sensorial de aceptación para el atributo "Aceptación general" del lomo de cerdo curado.*

Tratamiento	Día 1			Día 28		
	Media	±	D.E.	Media	±	D.E.
Control	6.83	±	1.41 A (x)	6.45	±	1.35 A (y)
Trehalosa 0% /κ-Carragenina 1.5%	6.55	±	1.37 AB(x)	6.19	±	1.39 AB(y)
Trehalosa 2% /κ-Carragenina 0%	6.27	±	1.43 B (x)	5.84	±	1.73 B (x)
Trehalosa 1% /κ-Carragenina 0.75%	6.33	±	1.36 B (x)	6.49	±	1.47 A (x)
Coeficiente de Variación (%)	21.40			23.80		

*: Basada en una escala de 1- me disgusta extremadamente a 9 – me gusta extremadamente (color).

A-B: Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y: Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- La adición de trehalosa a 2% presentó efecto positivo en el color del producto manteniendo la claridad, aumentando la tonalidad de color rojizo y la tonalidad de amarillo en un lomo de cerdo curado a través de 28 días.
- La fuerza de corte aumentó a través del tiempo. La adición de trehalosa a 1% y k-carragenina a 0.75% presentó la menor fuerza de corte al día 28.
- La trehalosa y k-carragenina no tuvieron ningún efecto sobre el conteo de aeróbios mesófilos la día uno y 28.
- Los panelistas presentaron mayor aceptación al lomo de cerdo curado con 0% de trehalosa y 0% de k-carragenina y 1% trehalosa y 0.75% k-carragenina oscilando entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.
- La trehalosa y k-carragenina no tuvieron ningún efecto sobre el rendimiento en cocción del lomo de cerdo curado al día 28.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio del efecto que tiene utilizar trehalosa y k-carragenina en lomos de cerdo ahumados.
- Realizar estudios con otro tipo de extensores cárnicos en productos como chuletas de cerdo y filetes de cerdo para aumentar la jugosidad de estos productos.
- Mas estudios se deben dirigir a 2% trehalosa para aumento de jugosidad y textura.

6. LITERATURA CITADA

Adrade, E. y Pinto, P. 2010. Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado el 27 ago. 2012.

Castelli, M. 2006. Carrageninas. Su aplicación en productos cárnicos .Investigación y Desarrollo - División Alimentos. La Industria Cárnica Latinoamericana No 142.

Crowe, J; Crowe; Chapman, D. 1984. Preservation of membranes in anhydrobiotic organisms. The role of trehalose. Science 223: p. 209 – 217.

DeFreitas, Z. y Sebranek D. 1997. Carrageenans effects on salt-soluble protein in model systems, Journal of Food Science, Vol. 62, No. 1, p.544-547.

Foegeding, E. y Ramsey S. 1986. Effect of gums on low-fat meat batter. Journal of Food Science Vol. 51, No. 46, p. 33-36.

Ganesan, K; Zoerb, H; Mullally, G; Weigle, D. y Adams, T. 2007. Ingredient systems comprising trehalose, food products containing trehalose, and methods of making same. Patent No. US, 2007-670920, 20071220-20071247.

García E,M; Ansorena D; Gimeno O; Astiasaran I. 2003. Compararison of modified atmoshere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry cured ham: Effects on colours, texture and microbiological quality. Meat Science ; Vol. 1, No. 67, p.57-63.

García Iván. , 2000. Métodos para incrementar la capacidad de retención de agua de la carne en la elaboración de productos. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.

Gómez, J. 2007. The marketing of pork meat, Journal of Food Science Vol. 2, p. 14-20

Huff, L; E; Baas, T; Malek, M; Dekkers, J; Prusa, K. y Rothschild, M. 2002. Correlations among selected pork quality traits. J. Anim. Sci. Vol. 1, No. 80, p. 617-627.

Hsu, Y. y Chung, Y. 2001. Effects of j-carrageenan, salt, phosphates and fat on qualities of low fat emulsified meatballs. Journal of Food Engineering, 47(2), 115-121.

López, L. 2009. Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre propiedades sensoriales y físicas de un chorizo ahumado. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado el 5 sep. 2012

Maturin, L. y Peeler, J. 1998. Bacteriological Analytical Method: generalguidelines/procedures (en línea). Consultado el 4 sep. de 2012. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>.

Medina, J. R. y Garrote, R. L. 2001. Determinantes condiciones de lavado durante la preparación de surimi de surubí (*Pseudoplatystome coruscans*) usando como metodología respuesta de superficie. *Journal of Food Science*, Vol. 70, No. 4, p. C298-C306.

Portmann, M.O. y Birch, G.G. 1995. Sweet taste and solution properties of α , α - trehalosa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 69, p.275-281.

Sabillón, L. 2008. Efecto de la κ -carragenina y lactato de sodio sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un jamón picado de cerdo en anaquel iluminado y sin iluminar. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado el 5 sep. 2012

Totosaus, A. 2007. Productos cárnicos bajos en grasa y sodio. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Estado de Hidalgo. *NACAMEH*, Vol. 1, No. 1, p. 53-66.

7. ANEXOS

Anexo 1. Probabilidades de las interacciones entre las variables físicos y el corte, extensores y tiempo.

	Fuerza	L	a	b
Corte	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Trehalosa	0.5812	0.6888	0.2615	0.1309
Carragenina	0.5492	0.5422	0.9132	0.1812
Tiempo	0.5576	0.6682	0.0904	0.3623
Trehalosa*Carragenina	0.8963	0.8082	0.8466	0.4821
Trehalosa*Tiempo	0.2673	0.3576	0.3901	0.4270
Carragenina*Tiempo	0.2559	0.2514	0.0039	0.2028
Trehalosa*Carragenina*Tiempo	0.0012	0.4665	0.9744	0.6683

¥Pr<|t|= Valores menores de 0.05 indican que si hubo interacción del factor (es) con la variable.

Anexo 2. Probabilidades de las interacciones entre las variables olor, color, jugosidad, textura y aceptación general.

	Olor	Color	Jugosidad	Textura	Aceptación
Corte	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Trehalosa	0.5685	0.8791	0.0116	0.0162	0.1624
Carragenina	0.9777	0.0845	0.7776	0.3496	0.3117
Tiempo	0.6957	0.3523	0.0573	0.1136	0.0229
Trehalosa*Carragenina	0.1010	0.0577	0.1135	0.4700	0.7587
Trehalosa*Tiempo	0.5274	0.8354	0.6968	0.8168	0.3632
Carragenina*Tiempo	0.1144	0.7033	0.2724	0.8168	0.9670
Trehalosa*Carragenina*Tiempo	0.6158	0.3475	0.0338	0.0232	0.3520

¥Pr<|t|= Valores menores de 0.05 indican que si hubo interacción del factor (es) con la variable.