



Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 5, Número 2, Diciembre 2011

Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne

Derechos Reservados[©] MMXI

ISSN: 2007-0373

<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>



Efecto de la utilización de bagazo de naranja como extensor funcional sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de jamón cocido

Effect of use of citrus bagasse as functional product-extender on physicochemical and textural properties of cooked ham

José Antonio Aguilar-Rico¹, Leopoldo González-Cruz¹, José Mayolo Juárez-Goiz¹, Zaira B. Guadarrama-Álvarez², María E. Ramírez-Ortiz², Aurea Bernardino-Nicanor¹✉

¹ *Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Av. Tecnológico y A. García Cubas S/N. A.P.57, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato.*

² *Universidad Autónoma de México-FES-Cuautitlán, Departamento de Ingeniería y Tecnología. Av. 1° de Mayo s/n, Col. Sta. María Las Torres, C.P. 05476. Cuautitlán Izcalli. México.* ✉ *Autor para correspondencia. e-mail aureabernardino@yahoo.com.*

Resumen

Se evaluó el efecto de la sustitución de la carragenina, fécula de papa y proteína de soya, por bagazo de naranja sobre las características físico-químicas de jamón cocido, para lo cual se utilizó un diseño factorial 33, teniendo como niveles de sustitución de cada componente 0, 50 y 100%, los resultados indicaron que la sustitución de fécula de papa por bagazo de naranja, permite obtener menores pérdidas con respecto a la muestra estándar por efecto del tratamiento térmico, sin embargo al sustituir la carragenina o proteína de soya, las pérdidas se incrementan. Por otra parte, aun cuando los rendimientos se incrementan con la sustitución de fécula de papa por bagazo de naranja, el producto muestra deficientes características texturales en comparación con la muestra estándar. Aparentemente, la sustitución con bagazo de naranja, no altera la estabilidad de la matriz formada en el jamón, por lo que no hubo diferencia significativa en la humedad exprimible. Los parámetros en los que se observó mayor influencia de la sustitución con bagazo fueron pH y color, esto se debe a los compuestos que contiene el fruto (ácido cítrico y carotenoides). El bagazo de naranja tiene un alto potencial para ser utilizado en la industria cárnica.

Palabras clave: bagazo de naranja, extensor, textura, jamón cocido.

ABSTRACT

The substitution effect of carrageenan, soy protein and potato starch by orange bagasse on physico-chemical characteristics of cooked ham was evaluated. A 33 factorial design was used, with substitution levels of 0, 50 and 100%. The results indicate that the substitution of potato starch for orange bagasse results in increase in the ham yield, but to replace the carrageenan and/or soy protein by orange bagasse, cause decrease in yield below that non-substituted ham. Moreover, if even yields increase with substitution of potato starch by orange bagasse, however, the textural characteristics of the product obtained showed deficiency in comparison with thenon-substituted ham. Apparently orange bagasse substitution does not alter the matrix stability formation in ham, so there was no significant difference in expressible moisture. Substitution of carrageenan, soy protein and potato starch by orange bagasse in ham has highest influence on pH and color parameters, this due probably to compounds presents in the fruit (citric acid and carotenoids). Orange bagasse has high potential as a novel source of dietary fiber in food industry.

Keywords: orange bagasse, extensor, texture, cocked ham.

INTRODUCCIÓN

La carne puede ser considerada como un sistema formado por diferentes constituyentes químicos, donde cada uno afecta su calidad física ya sea de manera independiente o bien de manera sinérgica con los otros constituyentes, de ésta manera, se puede asumir que existe una relación entre sus compuestos químicos (agua, proteínas, grasa, sal, vitaminas y compuestos minerales) y los atributos físicos que provee a los productos cárnicos (dureza, gomosidad, masticabilidad, adhesividad, color., etc.) (Cheng y Sun, 2005), de los cuales, el jamón cocido actualmente ha tomado mayor importancia, ya que es un producto que se puede considerar como un sistema multifase, higroscópico y poroso capilar, con estructuras vacías definidas que modulan el transporte de masa durante el tratamiento térmico (Cheng y Sun, 2006), por ésta razón su calidad se ve influida por diferentes factores, tales como la tecnología empleada en su elaboración, tipo de corte de carne, composición y calidad de la salmuera inyectada, velocidad de masajeo y el tiempo y temperatura de cocción (Delahunty y col., 1997), dichos factores determinan las propiedades físicas que caracterizan un jamón cocido de alta calidad, principalmente la cohesión, firmeza y jugosidad

(Kartsaras y Budras, 1993). Actualmente la elaboración de productos cárnicos funcionales se ha logrado con la adición principalmente de fibra de cítricos (Fernández- López y col., 2007, Fernández-López y col., 2008; Viuda-Martos y col., 2010a, Viuda-Martos y col., 2010b, Viuda-Martos y col., 2011, Huang, S.C., Tsai, Y.F., Chen, C.M. 2011), la cual además de proveer numerosos beneficios a la salud, también juega un papel importante en diferentes funciones dentro de los productos cárnicos, como mejoramiento de textura, incremento de volumen en productos elaborados con sustitutos de sacarosa, humectante en productos elaborados con sustitutos de grasa, colorante, antioxidante (Fernández-López y col., 2007) y durante la formación de geles interactúa con las grasas facilitando la formación de la estructura. Debido a que la fibra de cítricos puede ser imperceptible en los productos alimenticios, actualmente se está convirtiendo en uno de los ingredientes más apreciados en el mercado, por ésta razón el objetivo de éste trabajo fue determinar la influencia de la sustitución de carragenina, fécula de papa y proteína de soya por bagazo de naranja sobre el rendimiento, humedad exprimible y las propiedades de color, textura y corte de un jamón cocido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del bagazo

Se usaron naranjas dulces (*Citrus sinensis*) provenientes del Ixthuatlán, municipio de Veracruz, México. Se removió la epidermis de la naranja y se extrajo el jugo de manera manual. El bagazo fue secado a 60°C por 8 h en un secador de charolas. El bagazo seco se molió con un molino manual (Del rey, México) y se tamizó con la malla No. 40 (425µm).

Elaboración de jamón

El jamón fue elaborado de acuerdo a una fórmula tradicional: 61.10% carne magra, cortada en cubos de 2 cm de lado, la cual fue incorporada a la salmuera elaborada con 2.16% sales de curación, 0.33% azúcar, 0.10% glutamato monosódico, 0.10% eritorbato de sodio, 0.10% benzoato de sodio y sorbato de potasio, 0.82% carragenina (CAR), 1.96% proteína de soya (SOY), 0.98% fécula de papa (FEC), disueltos en 32.38% de agua. La mezcla se dejó reposar durante 12 horas y se masajeó durante 10 min en intervalos de 2 horas por 12 horas, se embutió en bolsas de PVC y se sometió a tratamiento térmico en agua a 90°C, hasta alcanzar una temperatura interna

de 70°C, se enfrió hasta 4°C y se cortó en rodajas de 1 cm de espesor, se empacó al vacío para su posterior análisis.

Los componentes que se consideraron para sustituir por bagazo de naranja fueron: carragenina, proteína de soya y fécula de papa, para determinar el efecto de dicha sustitución se realizó un diseño factorial 3³, teniendo como niveles de sustitución de cada componente 0, 50 y 100% (Tabla 1).

Determinación de pH

El pH de las muestras se determinó utilizando 5g de muestra con 50mL de agua desionizada, se agitó durante 2 min, el pH de la suspensión resultante se midió con un potenciómetro digital CONDUCTRONIC (Conductronic S.A. Puebla, México, Serie 8653). (Viuda-Martos, y col., 2011).

Rendimiento y Humedad exprimible

El rendimiento se calculó utilizando la relación entre el peso del producto después de la cocción y el peso del producto antes de la cocción X 100.

La humedad exprimible se realizó considerando el método indicado por Hernández García y Güemes Vera (2010) con algunas modificaciones, en tubos de centrífuga de 20 mL, se colocaron 2 g de jamón sobre una capa de algodón cubierta con un disco de papel filtra Whatman No. 2, se centrifugó a 6000 rpm durante 30 min, la muestra fue extraída y pesada nuevamente, el porcentaje de humedad exprimible se reportó como la relación entre el peso final e inicial del jamón X 100.

Análisis de color

Se utilizó el espacio de color CIE Lab, determinando las coordenadas: luminosidad (L), tono rojo (+ a*) y tono amarillo (+ b*). Las determinaciones de color fueron realizadas utilizando un espectrofotómetro Minolta CR-400 (Minolta Camera Co., Osaka Japón). Las mediciones fueron realizadas por triplicado empleando como estándar la muestra de jamón elaborada sin bagazo.

Análisis de Perfil de textura (TPA)

El TPA se realizó con un texturómetro TA-500 (Lloyd Instruments, Hampshire, UK), equipado con una celda de carga de 1 kg. El jamón se cortó en rodajas de 5 cm de diámetro por 1 cm de espesor, se comprimió 20% de su altura original, con una celda de acrílico de $\frac{1}{4}$ de pulgada a una velocidad constante de 1.00 mm s⁻¹. De las curvas fuerza-deformación se calcularon

como características mecánicas primarias: dureza, cohesividad, adhesividad y elasticidad, y como características mecánicas secundarias la masticabilidad y gomosidad.

Por otra parte, la fuerza máxima de corte se determinó usando una navaja Warner-Bratzler, adaptada al texturómetro.

Análisis estadístico

Se utilizaron métodos convencionales para calcular las medias y las desviaciones estándar. Para determinar si existía diferencia significativa ($P < 0.05$) entre cada uno de los tratamientos se realizó una prueba de contraste (prueba de Tukey) entre las medias, utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS Institute Inc. Cary, NC.) versión 8.0. Todas las pruebas se realizaron por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento, Humedad exprimible y pH.

El 54 % de las muestras de jamón en las cuales se sustituyó la fécula de papa, carragenina o proteína de soya por bagazo de naranja, presentó un incremento significativo en el rendimiento (Tabla 1), éste resultado indica que la fécula de papa puede ser sustituida por bagazo de naranja, sin alterar las propiedades de retención de agua durante el tratamiento térmico del jamón, debido a que ésta propiedad es similar para ambos compuestos. Sin embargo, la función de gelificación y absorción que proporcionan tanto la carragenina como la proteína de soya durante el tratamiento térmico, no es posible sustituirla con el bagazo de naranja, por ésta razón el rendimiento en las muestras cuya sustitución fue completa (muestras 11 y 20) disminuyó, lo cual podría atribuirse a que la acción sinérgica de ambos componentes forman una matriz compacta con la temperatura que secuestra rápidamente una mayor concentración de agua, incrementando el rendimiento, efecto no logrado con la adición del bagazo de naranja, ya que se ha reportado que está constituido principalmente por fibra dietética (41.5%), la cual no contribuye en la formación del gel (Romero-López y col., 2011).

Los resultados obtenidos de humedad exprimible (Tabla 1) se encuentran en el intervalo de 26.85 a 36.5%, valores similares a los reportados en productos cárnicos adicionados con fibra de cáscara de naranja (31.34%) (Hernández y Güemes, 2010). Los resultados mostraron que la sustitución total o parcial de carragenina, proteína de soya o fécula de papa por bagazo

de naranja, no tuvo influencia significativa sobre la humedad exprimible de los jamones, lo que puede ser atribuido a la capacidad de absorción de agua (4.3 g/g muestra) que tiene el bagazo de naranja (Romero-López y col., 2011), que es ligeramente menor a la capacidad reportada para la fécula de papa (5.83 g/g muestra) (Alvis y col., 2008).

Tabla 1. Humedad exprimible, pH y rendimiento de jamón con diferentes niveles de sustitución de fécula de papa, proteína de soya y carragenina por bagazo de naranja.

Muestra	% de sustitución por bagazo de naranja			Humedad Exprimible (%)	pH	Rendimiento
	FEC	SOY	CAR			
1	0	0	0	29.70±1.95 ^{b,c,d,e}	6.48±0.00 ^a	98.6±0.00 ^o
2	100	100	100	31.93±2.56 ^{a,b,c,d,e}	6.12±0.03 ^g	96.7±0.00 ^x
3	100	100	50	26.85±2.71 ^e	5.69±0.01 ^o	100.8±0.00 ^a
4	100	100	0	27.38±1.08 ^{d,e}	6.06±0.00 ^{h,i}	99.8±0.00 ^c
5	100	50	100	27.91±0.24 ^{c,d,e}	5.96±0.02 ^{k,l}	99.4±0.00 ^e
6	100	50	50	30.47±2.18 ^{b,c,d,e}	5.28±0.03 ^p	100.6±0.00 ^b
7	100	50	0	29.30±1.53 ^{b,c,d,e}	5.79±0.01 ⁿ	99.2±0.00 ^g
8	100	0	100	32.37±0.31 ^{a,b,c,d,e}	6.17±0.00 ^{e,f}	97.9±0.00 ^r
9	100	0	50	32.36±2.05 ^{a,b,c,d,e}	5.89±0.01 ^m	97.8±0.00 ^t
10	100	0	0	31.69±2.04 ^{a,b,c,d,e}	6.16±0.00 ^{e,f}	98.7±0.00 ⁿ
11	50	100	100	36.58±3.49 ^a	5.94±0.01 ^l	93.5±0.00 ^y
12	50	100	50	34.62±1.41 ^{a,b}	5.96±0.00 ^{k,l}	99.1±0.00 ^j
13	50	100	0	32.99±1.38 ^{a,b,c,d}	6.00±0.02 ^{j,k}	98.6±0.00 ^p
14	50	50	100	32.68±0.53 ^{a,b,c,d}	6.09±0.00 ^{g,h}	99.2±0.00 ^h
15	50	50	50	30.44±0.78 ^{b,c,d,e}	6.14±0.01 ^{e,f,g}	99.0±0.00 ^l
16	50	50	0	32.24±0.52 ^{a,b,c,d,e}	5.96±0.00 ^{k,l}	98.4±0.00 ^q
17	50	0	100	33.47±0.53 ^{a,b,c}	6.00±0.00 ^{j,k}	99.1±0.00 ^k
18	50	0	50	33.05±1.56 ^{a,b,c,d}	6.06±0.01 ^{h,i}	97.5±0.00 ^u
19	50	0	0	33.14±1.87 ^{a,b,c,d}	6.32±0.00 ^c	98.8±0.00 ^m
20	0	100	100	31.96±2.64 ^{a,b,c,d,e}	6.04±0.01 ^{i,j}	89.8±0.00 ^a
21	0	100	50	33.37±0.77 ^{a,b,c}	6.13±0.01 ^{f,g}	90.5±0.00 ^z
22	0	100	0	30.56±2.13 ^{b,c,d,e}	6.18±0.02 ^e	97.8±0.00 ^s
23	0	50	100	31.92±1.75 ^{a,b,c,d,e}	6.25±0.01 ^d	99.3±0.00 ^f
24	0	50	50	30.73±1.47 ^{b,c,d,e}	6.24±0.00 ^d	99.1±0.00 ⁱ
25	0	50	0	30.41±2.81 ^{b,c,d,e}	6.34±0.00 ^c	99.4±0.00 ^d
26	0	0	100	30.88±1.21 ^{a,b,c,d,e}	6.39±0.00 ^b	96.7±0.00 ^w
27	0	0	50	30.79±2.16 ^{a,b,c,d,e}	6.41±0.00 ^b	96.8±0.00 ^v

Letras diferentes en la misma columna indica que existe diferencia significativa (P<0.05)

Por otra parte, aún cuando la capacidad de absorción de agua del bagazo de naranja es menor al de la carragenina (20 g/g muestra), aparentemente la fibra presente en el bagazo de naranja tiene la capacidad de interactuar con las estructuras fibrilares de la carne, formando una red homogénea que embebe altas concentraciones de agua, razón por la que el bagazo de naranja, es un eficiente sustituto de la carragenina en jamón cocido.

En adición, el bagazo de naranja puede realizar la función que desempeñan las proteínas de soya en un jamón comercial, brindando en algunas muestras mejores características de textura, con retenciones de humedad similares a la obtenida en la muestra de referencia (0% de sustitución).

La adición de bagazo de naranja originó que el pH de las muestras presentara diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a la muestra estándar, lo que puede ser atribuido a la presencia de ácidos orgánicos en el bagazo de naranja, principalmente ácido cítrico (Torrado y col., 2011), que le confiere un pH bajo a la harina (4.20). La incorporación de subproductos de naranja, en términos generales provoca la disminución del pH, lo cual se ha observado en productos tales como salchichas (Fernández-López y col., 2007, Viuda-Martos y col., 2010a) o mortadela (Viuda-Martos y col., 2011) resultados que concuerdan con los obtenidos en las muestras de jamón.

Análisis de perfil de textura

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis de perfil de textura de los jamones adicionados con bagazo de naranja, en el cual se puede observar que la adición de fibra de bagazo de naranja influye de forma significativa sobre las características de textura de los jamones. Siendo los jamones en los cuales el almidón fue sustituido completamente los que presentaron características texturales deficientes.

La dureza, el factor significativo de las preferencias de aceptación de productos cárnicos por parte del consumidor (Chambers y Bowers, 1993), fue influido por la sustitución del almidón por bagazo de naranja, ya que una sustitución al 100 %, provocó que los jamones perdieran dureza, lo cual puede atribuirse a que el bagazo de naranja tiene baja concentración de almidón total (7.1 %, en base seca), lo que no permite alcanzar la concentración mínima necesaria de almidón para formar un gel compacto, sin embargo, presenta un buen balance en el aporte de fibra dietética soluble e insoluble (Romero-López y col., 2011), lo que le confiere una propiedad con altas perspectivas de utilización en otros productos cárnicos.

Tabla 2: Análisis de Perfil de Textura de jamón con diferentes niveles de sustitución de fécula de papa, proteína de soya y carragenina por bagazo de naranja

Muestra	Dureza (kgf)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Adhesividad (kgf.mm)	Masticabilidad (kgf.mm)	Rebanabilidad
1	0.27±0.01 ^{abcd}	1.04±0.02 ^{cdefg}	2.06±0.00 ^{ab}	0.0003±0.00 ^{efgh}	0.07±0.00 ^{abcde}	0.64±0.04 ^{bcdef}
2	0.22±0.01 ^{cdefg}	1.07±0.00 ^{abcdef}	2.05±0.00 ^{ab}	0.0004±0.00 ^{defgh}	0.04±0.01 ^{hij}	0.38±0.04 ^{kl}
3	0.17±0.00 ^{fghi}	1.04±0.01 ^{cdef}	2.07±0.01 ^{ab}	0.0006±0.00 ^{cdefg}	0.04±0.00 ^{ghi}	0.44±0.01 ^{ijk}
4	0.17±0.02 ^{fghi}	1.10±0.01 ^{abcde}	2.09±0.02 ^a	0.0003±0.00 ^{efgh}	0.05±0.00 ^{efghi}	0.46±0.01 ^{hijk}
5	0.18±0.01 ^{fghi}	1.18±0.01 ^a	2.08±0.01 ^{ab}	0.0001±0.00 ^h	0.04±0.00 ^{fghi}	0.51±0.02 ^{fghijk}
6	0.13±0.02 ^{hi}	1.09±0.01 ^{abcde}	1.96±0.03 ^c	0.0005±0.00 ^{defgh}	0.04±0.00 ^{hij}	0.53±0.01 ^{fghi}
7	0.19±0.02 ^{efgh}	0.89±0.00 ⁱ	2.04±0.02 ^{ab}	0.0002±0.00 ^{fgh}	0.04±0.00 ^{ij}	0.71±0.06 ^{abcde}
8	0.22±0.01 ^{cdefg}	1.07±0.02 ^{abcdef}	2.06±0.01 ^{ab}	0.0015±0.00 ^a	0.08±0.00 ^{abc}	0.71±0.04 ^{abcd}
9	0.20±0.02 ^{defgh}	1.13±0.01 ^{abcde}	2.05±0.01 ^{ab}	0.0016±0.00 ^a	0.05±0.00 ^{cdefghi}	0.76±0.03 ^{ab}
10	0.30±0.00 ^a	1.06±0.01 ^{abcdef}	2.06±0.00 ^{ab}	0.0010±0.00 ^b	0.07±0.00 ^{abcd}	0.79±0.04 ^a
11	0.24±0.00 ^{abcdef}	0.91±0.00 ^{ghi}	2.08±0.01 ^{ab}	0.0004±0.00 ^{defgh}	0.05±0.00 ^{defghi}	0.54±0.03 ^{fghi}
12	0.24±0.02 ^{abcdef}	0.91±0.01 ^{hi}	2.05±0.01 ^{ab}	0.0007±0.00 ^{bcd}	0.05±0.01 ^{cdefghi}	0.64±0.08 ^{bcdef}
13	0.26±0.01 ^{abcde}	1.01±0.03 ^{efgh}	2.07±0.00 ^{ab}	0.0009±0.00 ^{bc}	0.06±0.00 ^{abcdefghi}	0.38±0.01 ^{kl}
14	0.22±0.03 ^{bcdefg}	1.10±0.05 ^{abcde}	2.03±0.01 ^b	0.0004±0.00 ^{defgh}	0.06±0.01 ^{abcdef}	0.52±0.04 ^{fghij}
15	0.17±0.04 ^{fghi}	1.05±0.00 ^{bcdef}	2.05±0.00 ^{ab}	0.0003±0.00 ^{efgh}	0.04±0.01 ^{fghi}	0.76±0.02 ^{ab}
16	0.23±0.01 ^{abcdef}	1.15±0.05 ^{abc}	2.04±0.03 ^{ab}	0.0006±0.00 ^{cdefg}	0.06±0.00 ^{abcdefgh}	0.49±0.05 ^{ghijk}
17	0.21±0.02 ^{cdefg}	1.17±0.06 ^{ab}	2.06±0.00 ^{ab}	0.0006±0.00 ^{bcdef}	0.06±0.00 ^{bcdefghi}	0.60±0.05 ^{defg}
18	0.22±0.02 ^{bcdefg}	0.96±0.05 ^{fghi}	2.06±0.01 ^{ab}	0.0004±0.00 ^{defgh}	0.07±0.01 ^{abcdef}	0.39±0.02 ^{ijk}
19	0.21±0.01 ^{defg}	1.06±0.02 ^{abcdef}	2.06±0.02 ^{ab}	0.0005±0.00 ^{defgh}	0.06±0.00 ^{bcdefghi}	0.44±0.01 ^{ijk}
20	0.15±0.03 ^{ghi}	1.01±0.00 ^{efgh}	2.07±0.01 ^{ab}	0.0006±0.00 ^{bcde}	0.04±0.00 ^{hij}	0.25±0.01 ^{lm}
21	0.11±0.00 ⁱ	0.72±0.03 ^j	1.94±0.03 ^c	0.0006±0.00 ^{cdefg}	0.02±0.00 ^j	0.25±0.01 ^m
22	0.23±0.01 ^{abcdef}	1.05±0.04 ^{bcdef}	2.03±0.00 ^b	0.0005±0.00 ^{defgh}	0.06±0.00 ^{bcdefghi}	0.74±0.02 ^{abc}
23	0.29±0.02 ^{ab}	0.95±0.09 ^{fghi}	2.03±0.02 ^b	0.0004±0.00 ^{defgh}	0.07±0.00 ^{abcdef}	0.61±0.01 ^{cdefg}
24	0.28±0.02 ^{abc}	1.02±0.06 ^{defgh}	2.07±0.00 ^{ab}	0.0005±0.00 ^{cdefgh}	0.07±0.00 ^{abcd}	0.68±0.11 ^{abcde}
25	0.30±0.05 ^a	1.03±0.02 ^{cdefg}	2.06±0.00 ^{ab}	0.0005±0.00 ^{cdefgh}	0.08±0.00 ^a	0.58±0.03 ^{efgh}
26	0.30±0.00 ^a	1.14±0.05 ^{abcd}	2.06±0.01 ^{ab}	0.0005±0.00 ^{defgh}	0.08±0.00 ^{ab}	0.68±0.02 ^{abcde}
27	0.21±0.01 ^{cdefg}	1.15±0.05 ^{abc}	2.09±0.00 ^a	0.0002±0.00 ^{gh}	0.06±0.00 ^{abcdefgh}	0.68±0.03 ^{abcde}

Letras diferentes en la misma columna indica que existe diferencia significativa (P<0.05)

Por lo mencionado en el párrafo anterior, la concentración de almidón adicionada puede sustituirse 50% sin alterar las propiedades de dureza del jamón, resultados similares fueron obtenidos en la rebanabilidad, lo cual podría estar relacionado con la capacidad de la fibra del bagazo de naranja, de absorber agua e interactuar con algunas proteínas de la carne, generando un sistema compacto por efecto del tratamiento térmico (Viuda-Martos y col., 2009). Lo cual se refleja de igual forma en las propiedades texturales de cohesividad, elasticidad y masticabilidad, las cuales son similares a la muestra control cuando no hay una sustitución completa del almidón.

Con base en los resultados obtenidos se puede indicar que, para que el bagazo de naranja pueda ser utilizado como un ingrediente en la elaboración de jamón cocido sin alterar las propiedades texturales, es necesario que exista al menos el 50% de proteína adicionada o carragenina además de almidón, lo que aparentemente genera una actividad sinérgica que favorece la obtención de un sistema compacto.

Propiedades de color de jamones

Las coordenadas de color de los jamones se muestran en la Tabla 3, las cuales se encuentran en un intervalo de 62.89 a 69.53 para L* (luminosidad), 4.64 a 9.13 para a* (tonalidad roja) y 6.47 a 11.48 para b* (tonalidad amarilla), se observa que las coordenadas rojo-verde (a) y luminosidad no son afectadas significativamente por el contenido de bagazo de naranja en los jamones.

Los resultados de luminosidad son similares a los reportados por Válková y col., (2007), sin embargo las coordenadas rojo-verde muestran valores inferiores, debido a la adición del bagazo de naranja, mientras que la coordenada amarillo-azul presentó un incremento en el jamón, resultados similares fueron obtenidos en mortadela adicionada con fibra de naranja (Viuda-Martos y col., 2010b), observándose una relación directa (70%) entre la concentración de bagazo de naranja y el incremento en la tonalidad amarilla del jamón, esto puede ser debido a la presencia de carotenoides en el bagazo, ya que se ha reportado que en la naranja están presentes luteína, zeaxantina y violaxantina (Meléndez-Martínez y col., 2010), los cuales le confieren al fruto, la tonalidad amarilla característica.

Tabla 3. Coordenadas de color obtenidas de muestras de jamón con diferentes niveles de sustitución de fécula de papa, proteína de soya y carragenina por bagazo de naranja.

Muestra	L*	a*	b*
1	66.20±0 ^{b,c,d,e,f}	6.08±0 ^{e,f,g,h,i,j}	7.16±0 ^{j,k}
2	65.53±0.60 ^{b,c,d,e,f,g}	7.38±0.21 ^{b,c,d,e}	11.48±0.53 ^a
3	65.55±0.70 ^{b,c,d,e,f,g}	7.01±0.70 ^{b,c,d,e,f,g}	10.94±0.41 ^{a,b,c}
4	62.89±0.62 ^g	7.26±0.49 ^{b,c,d,e,f}	10.99±1.17 ^{a,b}
5	65.11±0.48 ^{c,d,e,f,g}	7.74±0.28 ^{b,c}	10.28±0.29 ^{a,b,c,d,e}
6	64.90±0.52 ^{d,e,f,g}	7.89±0.67 ^{a,b,c}	9.90±0.42 ^{b,c,d,e,f,g}
7	65.29±0.88 ^{c,d,e,f,g}	6.76±0.32 ^{c,d,e,f,g,h}	9.40±0.22 ^{d,e,f,g,h}
8	65.56±1.54 ^{b,c,d,e,f,g}	7.05±0.68 ^{b,c,d,e,f,g}	10.21±0.76 ^{a,b,c,d,e}
9	66.66±0.86 ^{b,c,d,e}	6.77±0.11 ^{c,d,e,f,g,h}	9.49±0.27 ^{c,d,e,f,g,h}
10	68.23±0.36 ^{a,b}	6.78±0.09 ^{c,d,e,f,g,h}	9.16±0.43 ^{e,f,g,h,i}
11	64.45±1.16 ^{e,f,g}	5.81±0.63 ^{g,h,i,j,k}	10.75±0.83 ^{a,b,c,d}
12	66.66±0.62 ^{b,c,d,e}	5.79±0.37 ^{g,h,i,j,k}	9.32±0.35 ^{d,e,f,g,h}
13	67.30±0.89 ^{a,b,c,d,e}	4.67±0.13 ^k	9.48±0.37 ^{c,d,e,f,g,h}
14	69.53±0.72 ^a	4.64±0.17 ^k	10.06±0.23 ^{a,b,c,d,e,f}
15	67.85±2.17 ^{a,b,c}	5.59±0.28 ^{h,i,j,k}	9.69±0.32 ^{b,c,d,e,f,g,h}
16	64.66±0.65 ^{d,e,f,g}	8.02±0.62 ^{a,b,c}	10.07±0.13 ^{a,b,c,d,e,f}
17	63.79±0.29 ^{f,g}	9.13±0.08 ^a	9.19±0.44 ^{e,f,g,h}
18	65.18±0.85 ^{c,d,e,f,g}	8.25±0.36 ^{a,b}	9.36±0.45 ^{d,e,f,g,h}
19	67.48±0.61 ^{a,b,c,d}	4.91±0.48 ^{j,k}	8.66±0.34 ^{f,g,h,i}
20	65.46±0.30 ^{b,c,d,e,f,g}	5.28±0.24 ^{i,j,k}	10.61±0.09 ^{a,b,c,d,e}
21	64.55±0.67 ^{e,f,g}	6.28±0.54 ^{d,e,f,g,h,i}	10.31±0.36 ^{a,b,c,d,e}
22	66.34±0.43 ^{b,c,d,e,f}	7.67±0.79 ^{b,c}	8.58±0.59 ^{g,h,i,j}
23	64.99±1.30 ^{c,d,e,f,g}	6.92±0.46 ^{b,c,d,e,f,g,h}	8.68±0.57 ^{f,g,h,i}
24	65.73±1.04 ^{b,c,d,e,f,g}	5.93±0.33 ^{f,g,h,i,j,k}	8.35±0.30 ^{h,i,j}
25	66.08±0.28 ^{b,c,d,e,f}	7.32±0.21 ^{b,c,d,e}	7.69±0.16 ^{i,j,k}
26	64.93±0.50 ^{d,e,f,g}	7.46±0.16 ^{b,c,d}	7.13±0.38 ^{j,k}
27	65.46±1.65 ^{b,c,d,e,f,g}	7.16±0.09 ^{b,c,d,e,f}	6.47±0.23 ^k

Letras diferentes en la misma columna indica que existe diferencia significativa (P<0.05)

CONCLUSIONES

Se puede sustituir la totalidad de fécula de papa por bagazo de naranja, sin alterar las características fisicoquímicas del jamón. Sin embargo la carragenina y/o proteína de soya no pueden ser sustituidas al 100% por bagazo de naranja debido a que los productos obtenidos con éste nivel de sustitución presentan bajo rendimiento y falta de cohesividad.

La adición de bagazo de naranja no influye sobre la humedad exprimible de los jamones elaborados, sin embargo por la presencia de ácidos existe una disminución en el pH.

La sustitución al 100% del almidón por bagazo de naranja disminuyó la dureza de los jamones, sin embargo cuando se sustituyó al 50 % no se alteran la propiedades de textura.

El color de los jamones adicionados con bagazo de naranja se alteró por los pigmentos presentes en la harina de bagazo. La capacidad de absorción de agua exhibida por el bagazo de naranja le proporciona las propiedades funcionales adecuadas para generar jamones con buenas características texturales, humedad exprimible, pH y rendimiento, siempre y cuando se utilice en adición a un agente gelificante.

REFERENCIAS

- ALVIS A., A.C. VÉLEZ, S.H. VILLADA, M. RADA-MENDOZA (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información Técnica* 19(1): 19-28.
- CHAMBERS E. N., J.R. BOWERS (1993). Consumer perception of sensory quality in muscle foods. *Food Technology* 47(11): 116-120.
- CHENG Q., D. SUN (2005). Application of PLSR in correlating physical and chemical properties of pork ham with different cooling methods. *Meat Science* 70(4): 691-698.
- CHEN Q., D.W. SUN (2006). Feasibility assessment of vacuum cooling of cooked pork ham with water compared to that without water and with air blast cooling. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 938-945.
- DELAHUNTY C. M., A. MCCORD, E.E. O'NEILL, P.A. MORRISSEY (1997). Sensory characterisation of cooked hams by untrained consumers

- using free-choice profiling. *Food Quality and Preference* 8(5-6): 381-388.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., M. VIUDA-MARTOS, E. SENDRA, E. SAYAS-BARBERÁ, C. NAVARRO, J.A. PÉREZ-ALVAREZ (2007). Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages. *European Food Research and Technology* 226(1-2): 1-6.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., E. SENDRA, E. SAYAS-BARBERÁ, C. NAVARRO, J.A. PÉREZ-ALVAREZ (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science* 80: 410-417.
- HERNÁNDEZ GARCÍA S., N. GÜEMES VERA (2010). Efecto de la adición de harina de cascara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. *Nacameh* 4(1): 23-36.
- HUANG S.C., Y.F. TSAI, C.M. CHEN (2011). Effect of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 24(6): 875-880.
- KATSARAS K., K.D. BUDRAS (1993). The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. *LWT-Food Science and Technology* 26(3), 229-234.
- MELLENDEZ-MARTINEZ A., M.L. ESCUDERO-GILETE, I.M. VICARIO, F.J. HEREDIA (2010). Study of the influence of carotenoid structure and individual carotenoids in the qualitative and quantitative attributes of orange juice colour. *Food Research International* 43(5): 1289-1296.
- ROMERO-LOPEZ M.R., P. OSORIO-DIAZ, L.A. BELLO-PEREZ, J. TOVAR, A. BERNARDINO-NICANOR (2011). Fiber Concentrate from Orange (*Citrus sinensis* L.) Bagasse: Characterization and Application as Bakery Product Ingredient. *International Journal Molecular Science* 12(4): 2174-2186.
- TORRADO A.M., S. CORTÉS, J. M. SALGADO, B. MAX, N. RODRÍGUEZ, B.P. BIBBINS, A. CONVERTI, J.M. DOMÍNGUEZ (2011). Citric acid production from orange peel waste by solid state fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology* 42: 394-409.

- VÁLKOVÁ V., A. SALÁKOVÁ, H. BUCHTOVÁ, B. TREMLOVÁ (2007). Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science* 77: 608-615.
- VIUDA-MARTOS M., Y. RUIZ-NAVAJAS, J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2009). Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control* 21(4): 436-443.
- VIUDA-MARTOS M., Y. RUÍZ-NAVAJAS, J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2010a). Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control* 21: 436-433.
- VIUDA-MARTOS M., Y. RUÍZ-NAVAJAS, Y. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2010b). Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadela. *Meat Science* 85: 568-576.
- VIUDA-MARTOS M., Y. RUÍZ-NAVAJAS, J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2011). Effect of packaging conditions on shelf-life of mortadela made with citrus fibre washing water and thyme or rosemary essential oil. *Food and Nutrition Science* 2: 1-10.