

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, A LOS 10 DÍAS DE ALMACENAMIENTO, DE SISTEMAS MODELO DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT ADICIONADAS CON EXTRACTO DE CEREZA (*Prunusavium*L.)

YENI ISAZA MAYA¹, DIEGO RESTREPO MOLINA², JAIRO LÓPEZ VARGAS³, OSCAR OCHOA GONZÁLEZ⁴, JESÚS GIL GONZÁLEZ²

^{1,2} Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín, Colombia. ylisazam@unal.edu.co

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bogotá, Colombia

⁴ Centro de Investigación y Desarrollo Cárnico. Industria de Alimentos Zenú S.A.S. Medellín, Colombia

Recibido: octubre 2010

Recibido en forma final revisado: abril 2012

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante a los 10 días de fabricación (día promedio de distribución y posible consumo) de sistemas modelo de salchichas Tipo Frankfurt, adicionadas con extracto de cereza, se evaluó el contenido de fenoles y antocianinas totales, el poder reductor y la capacidad captadora de radicales, por medio de los métodos de Folin-Ciocalteu, pH diferencial, FRAP, ABTS y DPPH, respectivamente. Se emplearon tres dosis de extracto de cereza (0,3; 0,4 y 0,5 %) y un testigo de igual formulación y proceso, pero sin inclusión del extracto y con presencia de ascorbato de sodio (0,05 %). Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) en el contenido de antocianinas totales para ninguno de los niveles de extracto en las salchichas; mientras que los fenoles totales, el poder reductor y la actividad captadora de radicales fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) en las salchichas que contenían extracto de cereza (para los tres niveles), respecto a las salchichas testigo. Sobre la base de lo anterior, el extracto de cereza puede ser utilizado en salchichas tipo Frankfurt para proveerlas de compuestos con capacidad antioxidante frente a especies radicales.

Palabras clave: Radical libre, Fenoles, Antocianinas, Poder reductor, Antioxidante.

ANTIOXIDANT CAPACITY IN STORAGE FOR TEN DAYS IN SAUSAGE FRANKFURT TYPE AS MODEL SYSTEM ADDED WITH CHERRY EXTRACT (*Prunusavium* L.)

ABSTRACT

It was evaluated phenols and anthocyanins total content, reducer power and radical captation capacity, through FolinCiocalteu, differential pH, FRAP, ABTS and DPPH methods, respectively, with the aim to determine antioxidative capacity to 10 days of elaboration (mean of days between distribution period and consume) in a model system of frankfurter sausages, added with cherry extract at three levels (0,2; 0,4 and 0,5%) and a treatment with similar formulation and process, without cherry extract added but with sodium ascorbate (0,05%). Results showed no significative difference ($p > 0,05$) in total anthocyanins content in anyone sausage added with cherry extract; nevertheless total phenols, reducer power and radical captation activity were significantly higher ($p < 0,05$) in the sausages with cherry extract added at three levels, than sodium ascorbate sausage. As a result, the cherry extract can be applied in frankfurter sausages to provide compounds with antioxidative capacity in front of radical species.

Keywords: Free radical, Phenols, Anthocyanins, Reducing power, Antioxidant.

INTRODUCCIÓN

La carne y los derivados cárnicos hacen una importante contribución a la dieta global; las salchichas tipo Frankfurt sobresalen por su alto nivel de aceptación en amplios sectores de la población (Ayo et al. 2007). Con miras a incrementar el tiempo de vida útil de estos productos, es necesario el uso de antioxidantes durante su elaboración, para inhibir o minimizar el deterioro ocasionado por la oxidación lipídica, debido a que éstas presentan alto contenido de grasa en su composición. Actualmente, la tendencia de los consumidores por adquirir productos naturales ha conducido a realizar investigaciones para obtener compuestos de origen natural que puedan ser adicionados a los derivados cárnicos como alternativa para reemplazar los compuestos sintéticos, de tal manera que se inhiban los problemas de oxidación en el producto elaborado (Wong et al. 2006; McCarthy et al. 2001; Jiménez & Carballo, 2001). Extractos de fuentes naturales tales como frutas, hierbas y especias, han sido usados por su potencial efecto antioxidante, debido a su composición rica en compuestos químicos tales como ácidos fenólicos, tocoferoles, antocianinas, flavonoides, vitaminas C y E, entre otros, que además de inhibir la oxidación lipídica de los productos a los que son aplicados, pueden tener efectos positivos sobre la salud (Proestos et al. 2005; Hussain et al. 2008; Miliuskas et al. 2007; Han & Rhee, 2005; Palomino, 2006). La cereza es considerada como una de las mayores fuentes de compuestos fenólicos, los cuales son los responsables de su color, sabor y presumiblemente también de sus propiedades antioxidantes (Gao & Mazza, 1995; Gonçalves et al. 2004). Estos antioxidantes fenólicos han sido reportados por tener varios efectos positivos en la salud humana tales como efectos antiinflamatorios y anticancerígenos (García et al. 1999; Kroon & Williamson, 1999; Mamani et al. 2006) y son importantes en la nutrición humana (Usenik et al. 2008).

El nivel de adición de estos extractos en los alimentos está relacionado con su capacidad o actividad antioxidante, la cual ha sido generalmente reconocida como una herramienta para evaluar el potencial antioxidante de un compuesto puro o de un extracto en los alimentos (Aruoma, 1996). La actividad antioxidante de un alimento puede ser un índice útil para predecir la estabilidad oxidativa (Del Carlo et al. 2004; Ninfali et al. 2002), pero también puede ser considerada como un índice de potenciales beneficios para la salud (Serafini & Del Rio, 2004). Como la capacidad antioxidante total de una muestra está determinada por interacciones sinérgicas entre diferentes compuestos, así como por el modo de acción concreto de cada uno de ellos, es necesario combinar más de un método

para evaluar de manera correcta el potencial antioxidante de una muestra. En este sentido, durante los últimos años se han desarrollado métodos basados en distintos modelos, tales como: cuantificación de productos generados durante la peroxidación lipídica (TBARS, oxidación de LDL), la reducción de metales (FRAP), la capacidad de captación de radicales peróxido (ORAC, TRAP), hidroxilo (ensayo de la deoxirribosa), y los generados a partir de ciertas moléculas orgánicas (ABTS, DPPH), entre otros (Frankel & Meyer, 2000; Sánchez, 2002; Aruoma, 2003). Aunque varios métodos han sido usados para medir la actividad antioxidante de extractos en productos cárnicos, sólo se ha investigado su acción sobre la inhibición de la oxidación lipídica (McCarthy et al. 2001; Britt et al. 1998; Coronado et al. 2002; Ahn et al. 2002; Nissen et al. 2004; Sebranek et al. 2005; Bozkurt, 2006; Descalzo & Sancho, 2008; Nuñez et al. 2008; Nieto et al. 2009), y un método directo para medir la capacidad antioxidante de derivados cárnicos no ha sido aplicado (Sacchetti et al. 2008 (a)). El objetivo principal de esta investigación fue determinar la capacidad antioxidante de sistemas modelo de salchichas Tipo Frankfurt adicionadas con extracto de cereza, empacadas al vacío y almacenadas por 10 días a 4 ± 1 °C, empleando los métodos de Folin-Ciocalteu, pH diferencial, FRAP, ABTS y DPPH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

La carne de res mecánicamente deshuesada (16 % de grasa), la grasa dorsal de cerdo y la pasta de pollo fueron adquiridas de TECNIAGRO (Medellín, Colombia), y mantenidas en congelación (-18 °C) hasta su posterior uso. El extracto de cereza en polvo (VEG STABLETM CHERRY 515) altamente soluble en agua, compuesto de jugo evaporado de cereza (*Prunus avium* L) y caña (*Saccharum officinarum*), y sílica (E551), fue comprado a la empresa TECNAS S.A. (Medellín, Colombia), distribuidor de NATUREX (New Jersey, Estados Unidos).

Preparación de las salchichas

Las salchichas fueron elaboradas bajo condiciones de manufactura típicas en una planta piloto. Se utilizaron tres dosis de extracto de cereza (0,3; 0,4 y 0,5%) aplicadas a una formulación estándar de salchicha tipo Frankfurt seleccionada, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1325 (ICONTEC, 2008); además, se elaboró un producto testigo de igual formulación y proceso, exento del extracto y formulado con ascorbato de sodio (0,05%).

La carne, la grasa y la pasta de pollo congeladas, fueron troceadas y pasadas, por separado, a través de un molino con discos de tamaño de orificio de 8 mm (Marca Mainca PT 98); seguidamente, se realizó el mezclado y homogeneizado de la carne y la pasta de pollo en un cutter (Marca Ramon AS 40 –20 L), y el resto de los ingredientes fueron adicionados lentamente, hasta obtener una pasta fina, sin sobrepasar los 11 °C en el centro de la misma; el extracto de cereza (para cada formulación) y el color fueron disueltos previamente en el agua a una temperatura de aproximadamente 0°C. Posteriormente, se embutió la pasta en funda artificial de celulosa de diámetro 23 mm y se elaboraron porciones de salchichas de 40 g aproximadamente en una embudidora marca Vemag Robby. El tratamiento térmico del producto se realizó en un ahumadero estático de un carro marca Talsa hasta alcanzar una temperatura interna en las piezas de 72 °C (tiempo aproximado, 8 minutos); luego, las salchichas fueron enfriadas con agua corriente durante 15-20 minutos, colgadas y llevadas a un cuarto frío hasta alcanzar una temperatura interna de 2 ± 2 °C. La elaboración de los lotes de salchichas se realizó por triplicado y de forma independiente.

Empaque y almacenamiento

Las salchichas obtenidas se empacaron al vacío (en porciones de 6 unidades) en películas de alta barrera (Película superior Cryovac 1.5 Mills, Película inferior Cryovac 3.5 Mills) en una empacadora marca Tiromat Compact 320. Las salchichas fueron almacenadas en refrigeración (4 ± 1 °C) durante 10 días hasta el momento de su análisis.

Preparación del extracto acuoso de salchicha

En todos los análisis realizados se empleó la fracción hidrofílica de las salchichas, las cuales fueron extraídas en agua destilada como se reporta para matrices vegetales (Sacchetti et al. 2008 (a); Wang et al. 1996) y los extractos fueron evaluados por su actividad captadora de radicales. Se utilizó agua en lugar de una solución buffer fosfato, evitando el efecto de estos sobre las proteínas (Gopalakrishnan et al. 1999). Para la extracción se tomó como base el método propuesto por Liu et al. (2009), con algunas modificaciones; se preparó una pasta fina de las salchichas con la ayuda de un procesador de alimentos (marca Kitchen Aid), posteriormente se pesaron 7 g de la pasta formada, se adicionó agua tipo III (10 mL), y se agitó en una plancha (IKA® C – MAG HS4) durante 20 min a temperatura ambiente y en ausencia de luz; luego, la mezcla fue filtrada al vacío (papel filtro cualitativo Advantec N° 2), y el filtrado aforado a 25 ml con agua tipo III. El

extracto acuoso se conservó a temperatura ambiente y en la oscuridad hasta su análisis.

Cuantificación de fenoles totales

La concentración de fenoles totales se midió utilizando el método colorimétrico Folin-Ciocalteu descrito por Rojas et al. (2008), con algunas modificaciones; se preparó una curva de calibración con ácido gálico a concentraciones de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 mg/L (concentración final). A 200 µL del extracto acuoso de salchicha se adicionó agua (300 µL) y carbonato de sodio al 20 %; después de 5 min en reposo, se adicionó una solución del reactivo de Folin-Ciocalteu al 50 %; la mezcla se agitó y transcurridas 2 horas, a temperatura ambiente y en oscuridad, se midió la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro (Thermo Scientific evolution 60). Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico/100 g salchicha.

Determinación del contenido de antocianinas totales

El contenido de antocianinas totales se determinó mediante el método de pH diferencial descrito por Giusti & Wrolstad, (2001). Se utilizaron dos sistemas tampón: ácido clorhídrico/cloruro de potasio de pH 1,0 (0,025 M) y ácido acético/acetato sódico de pH 4,5 (0,4 M). Luego de determinar la dilución apropiada al extracto acuoso (absorbancia entre 0,100 - 1,200 a 510 nm), se añadió la correspondiente disolución tampón y se midió la absorbancia con un espectrofotómetro frente a un blanco a 510 y 700 nm. La absorbancia se determinó como lo indica la fórmula 1:

$$A = (A_{\text{max. vis}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\text{max. vis}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5} \quad (1)$$

La concentración de antocianinas monoméricas (mg/L) se calculó sobre la base del volumen de extracto y peso de muestra, y se expresó como cianidina 3-glucósido (Kuskoski et al. 2005), fórmula 2:

$$\text{Antocianinas monoméricas} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \times PM \times FD \times 1000}{\epsilon \times l} \quad (2)$$

Donde: A = Absorbancia, PM = peso molecular de la cianidina 3 – glucósido (449.2 g/mol), FD = Factor de dilución, ϵ = absortividad molar de la cianidina 3 – glucósido (26900 l/mol cm).

La concentración de antocianinas totales de las muestras fue expresada en mg de cianidina 3-glucósido/100g de salchicha.

Capacidad antioxidante

Como la capacidad antioxidante total de una muestra está determinada por interacciones sinérgicas entre diferentes compuestos, así como por el modo de acción concreto de cada uno de ellos, es necesario combinar más de un método para evaluar de manera correcta el potencial antioxidante de una muestra. En este estudio se evaluó la capacidad antioxidante por tres métodos que son ABTS, DPPH y FRAP, que se describen a continuación.

Capacidad antioxidante por ABTS

Se realizó según la metodología desarrollada por Re et al. (1999), y descrita por Kuskoski et al. (2005), con ligeras modificaciones, donde el radical ABTS•+ se obtuvo tras la reacción de ABTS con persulfato potásico en buffer fosfato pH 7, incubados a temperatura ambiente (± 25 °C) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS•+ se diluyó con buffer fosfato pH 7 hasta obtener un valor de absorbancia aproximado de 0,70 ($\pm 0,1$) a 732 nm (longitud de onda de máxima absorción). El extracto acuoso se diluyó con agua tipo III hasta que se produjo un porcentaje de inhibición entre el 20 y 80 % del radical, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir una cantidad de la muestra. A la dilución del radical ABTS•+ se le determinó la absorbancia a 732 nm a 25°C, se añadió la muestra (previamente diluida) y se midió de nuevo la absorbancia a 732 nm transcurridos 7 minutos. El antioxidante sintético de referencia, Trolox, se ensayó a concentraciones de 0, 3, 6, 9, 12, 15 y 18 μM (concentración final) en metanol, en las mismas condiciones para construir la curva de calibración. Los resultados se expresaron en TEAC o μmoles de Trolox/g de salchicha (actividad antioxidante equivalente a Trolox).

Capacidad antioxidante por DPPH

Esta determinación se realizó siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams et al. (1995) con algunas modificaciones descritas por Kim et al. (2002), donde la medida de la absorbancia del radical DPPH• disuelto en metanol al 80%, se realiza a una longitud de onda de 517 nm. Se añadió la muestra, la mezcla se homogenizó cuidadosamente y se mantuvo en la oscuridad durante 30 minutos. Las medidas de absorbancia a 517 nm se realizaron antes de añadir la muestra (A0) y pasados los 30 minutos (Af). El antioxidante sintético de referencia Trolox, en concentraciones entre 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1 mM en disolución de metanol al 80%, se ensayó en las mismas condiciones para la construcción de la curva patrón, expresándose los resultados en TEAC.

Capacidad antioxidante por FRAP

La capacidad antioxidante del extracto acuoso de salchicha se determinó por su habilidad para reducir el hierro férrico a ferroso en una solución de 2,4,6 – tripiridil-2-triazina (TPTZ) preparado en acetato de sodio a pH 3,6. La reducción del hierro en la solución TPTZ-cloruro férrico (reactivo de FRAP) resultó en la formación de un producto azul (complejo tripiridil-triazina ferroso), la absorbancia de éste fue leída a 593 nm 4 min después de la adición de 50 μL de solución acuosa de extracto. La curva estándar del antioxidante se desarrolló usando sulfato ferroso de amonio. Los resultados se expresaron como μmol de Fe^{2+} equivalentes por gramo de salchicha (Shivashankara et al. 2002).

Análisis estadístico

Se aplicó análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) a los datos experimentales para determinar efectos significativos ($p < 0,05$) de los niveles del factor (niveles de adición del extracto de cereza). Se determinaron diferencias significativas entre los niveles del factor, por contrastes (Test de Tukey) entre medias. Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS versión 5.1, para realizar los análisis estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de Fenoles y Antocianinas totales

El contenido promedio de fenoles y antocianinas totales en las salchichas tipo Frankfurt con inclusión de extracto de cereza luego de 10 días de almacenamiento (día promedio de distribución y posible consumo, según la dirección de Investigación de Mercados - Industria de Alimentos Zenú S.A.S), se presenta en la Tabla 1. La concentración de fenoles totales en las salchichas tipo Frankfurt presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las salchichas que contenían extracto de cereza (0,3; 0,4 y 0,5%) y el testigo; mientras que en el contenido de Antocianinas totales no hubo diferencias significativas entre ninguna de las salchichas evaluadas, probablemente debido a su bajo nivel en el extracto de cereza y a su vez en la composición total del producto.

Tabla 1. Contenido de antocianinas y fenoles totales en salchichas tipo Frankfurt con adición de extracto de cereza a los 10 días de elaboración

	Fenoles (mg ac. Gálico/100 g de salchicha)	Antocianinas (mg de cianidina-3- glucosido/100 g de salchicha)
Testigo	24,767a ± 2,853	0,511a ± 0,009
0,3%	42,667b ± 2,079	0,456a ± 0,050
0,4%	42,233b ± 5,096	0,406a ± 0,125
0,5%	50,167b ± 8,129	0,356a ± 0,205

a,b Valores en la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Los valores son expresados como Media ± DS (n= 3).

En las salchichas tipo Frankfurt el contenido de fenoles totales se encontró entre 24 y 50 mg de ácido gálico/100 g de salchicha, el contenido de fenoles en el testigo es debido a la contribución ofrecida por el humo líquido de la formulación de las mismas (Bortolomeazzi et al. 2007); consecuentemente, la adición del extracto de cereza al 0.3 %, en la formulación, incrementó en un 72 % el contenido de fenoles en el producto; sin embargo, no se presentaron diferencias significativas al incrementar la concentración del extracto hasta 0.5 % en la formulación. Las salchichas tipo Frankfurt presentaron contenidos de fenoles totales ligeramente menores a los encontrados en hamburguesas elaboradas con carne de cabra y con adición de extractos de corteza de mandarina Kinnow, corteza de granada y polvo de semillas de granada, las cuales presentaron concentraciones de fenoles totales entre 55 y 120 mg de ácido gálico/100 g de hamburguesa (Devatkal et al. 2010). En frutas como el maracuyá y la piña, el contenido de fenoles totales, expresado como mg de ácido gálico/100 g de fruta fresca, es menor al encontrado en todas las salchichas evaluadas. En contraste, para frutas como la guayaba, mora, uva y fresa, cuyo contenido de fenoles varía entre 83 y 132 mg de ácido gálico/100 g de fruta fresca, el contenido de fenoles en las salchichas representa entre el 37 y el 70% de estos valores (Kuskoski et al. 2005).

Para algunas frutas ricas en cianidina-3-glucosido como la mora, la uva y la fresa, el contenido de antocianinas totales varía entre 23,7 a 41,8 mg de cianidina 3 – glucósido/100 g de peso fresco, dependiendo del cultivar de evaluado (Kuskoski et al. 2005); mientras que en las salchichas tipo Frankfurt, para todas los niveles de adición del extracto, oscilan entre 0,4 y 0,5 mg decianidina 3 – glucósido /100 g de salchicha, lo cual corresponde a 1,5 – 2,0 % del aporte que ofrecen dichas frutas.

Capacidad antioxidante

La Tabla 2 presenta los valores promedio de la capacidad antioxidante de los extractos acuosos obtenidos de las salchichas tipo Frankfurt evaluados frente a los radicales ABTS y DPPH, y el hierro (FRAP). En todos los casos, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las salchichas adicionadas con extracto de cereza (0,3; 0,4 y 0,5%), y el producto testigo; además, en la capacidad antioxidante frente al radical DPPH, se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las salchichas que contenían 0,4 y 0,5% de extracto de cereza en su formulación.

Tabla 2. Capacidad antioxidante de salchichas tipo Frankfurt con adición de extracto de cereza a los 10 días de elaboración

	ABTS TEAC	DPPH TEAC	FRAP Ion ferroso
Testigo	1,012a ± 0,206	0,095a ± 0,011	2,423a ± 0,051
0,3%	2,143b ± 0,778	1,007bc ± 0,083	5,497b ± 1,555
0,4%	2,440b ± 0,103	0,886b ± 0,076	6,127b ± 0,323
0,5%	2,917b ± 0,103	1,117c ± 0,062	7,492b ± 0,485

a,b,c Valores en la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Los valores son expresados como Media ± DS (n= 3).

La capacidad antioxidante medida por el radical ABTS oscila entre 1,0 y 2,9 μM equivalentes de Trolox/g de salchicha, donde la presencia de esta capacidad en el testigo es debida principalmente a la acción del ascorbato de sodio como antioxidante. En estudios realizados en carne de cerdo empleando ABTS como modelo para medir la capacidad antioxidante (Sacchetti et al. 2008 (b)), se encontraron valores aproximados de 2,4 TEAC/g de carne, lo cual es atribuido a la presencia de antioxidantes endógenos de la carne como péptidos (por ejemplo, la carnosina), ácido úrico, poliaminas, ascorbato y enzimas, así como en las salchichas testigo; estos valores son ligeramente inferiores a los encontrados en las salchichas con adición de extracto de cereza, ya que en estas salchichas pueden estar actuando además de antioxidantes endógenos, los compuestos fenólicos aportados por el extracto, por el humo adicionado en la elaboración y antioxidantes exógenos como nitrito (Intarapichet & Maikhunthod, 2005; Maikhunthod & Intarapichet, 2005; Wu et al. 2005).

Comparando los valores de TEAC/g de las salchichas tipo Frankfurt con adición de extracto, medidas por el método ABTS, con la capacidad antioxidante para frutas y vegetales reportada por Pellegrini et al. (2003), se puede observar que las salchichas exhiben mayores valores de TEAC/g que la manzana, la pera, el melocotón, el banano y el melón entre

otros, y valores muy similares a los de cereza, uva blanca, kiwi y la mayoría de los vegetales. Además presenta entre el 15% y el 50% del valor TEAC de las frutas con mayor capacidad antioxidante como algunas bayas, que van desde valores de 7,43 a 20,24 TEAC/g de fruta fresca, siendo consistente con valores reportados por Kuskoski et al. (2005).

La capacidad captadora del radical DPPH de las salchichas tipo Frankfurt, con extracto de cereza, varía entre 0,88 y 1,11 TEAC/g de salchicha; mientras que para el testigo fue de 0,095 TEAC/g de salchicha. En un estudio de la capacidad antioxidante de diversas frutas, se encontraron valores de TEAC/g de fruta fresca de 0,5; 0,9; 4,3; 5,9; 7,0; 9,2; 12,9 para piña, maracuyá, mora, guayaba, uva, fresa y mango, respectivamente (Kuskoski et al. 2005); encontrándose que la capacidad antioxidante frente al radical DPPH de las salchichas con adición de extracto, es muy similar al de la piña y al del maracuyá, correspondiendo a porcentajes entre 10 y 27 % del resto de las frutas comparadas.

La capacidad antioxidante de las salchichas tipo Frankfurt expresada por la metodología del radical DPPH, fue mucho menor a los valores obtenidos para el radical ABTS. Esto puede ser debido a que la fracción evaluada en las salchichas es un extracto acuoso, que presenta una mejor solubilidad en los medios acuosos donde se realiza el ensayo con el radical ABTS (Gaviria et al. 2009).

Para el análisis del poder reductor, realizado por el método de FRAP para las salchichas que contenían el extracto de cereza en todos los niveles de adición, los valores oscilaron entre 5,5 y 7,5 μmol ion ferroso/g de salchicha y entre 2,3 y 2,5 para el Testigo. Por su parte, Halvorsen et al. (2001), encontraron capacidades de 3,1; 6,7; 2,9 y 11,4 μmol de Fe^{2+} /g de fruta fresca para tomate, cebolla, manzana y naranja, respectivamente; presentando las salchichas adicionadas con extracto de cereza, capacidades antioxidantes muy similares a las del tomate, manzana y cebolla, y equivalentes al 48 y 65% de la capacidad antioxidante de la naranja; sin embargo, en algunas bayas, han sido reportados valores entre 24,2 y 91,7 μmol de Fe^{2+} /g de fruta fresca (Hukkanenet al. 2006), de acuerdo con ello, las salchichas presentan un valor entre el 8% y el 30% de la capacidad antioxidante de estas frutas.

CONCLUSIONES

La incorporación de un extracto de cerezas en la formulación de emulsiones tipo salchicha incrementó la capacidad antioxidante (ABTS, DPPH, FRAP y fenoles totales) del producto final en comparación con el testigo

(donde se empleo ascorbato de sodio como antioxidante). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles del extracto adicionado; de esta manera, las salchichas tipo Frankfurt formuladas con un 0.3 % de extracto de cereza representan un aporte de antioxidantes similar al reportado en la literatura para algunas frutas de consumo en fresco ofreciendo así potenciales beneficios para la salud.

El contenido de antocianinas totales expresado como cianidina-3-glucosido, no mostró diferencia entre el testigo y los niveles de adición del extracto, y representa entre el 1,5 y el 2,0 % del contenido de este compuesto en ciertas bayas.

REFERENCIAS

- AHN, J., GRÜN, I., FERNANDO, N. (2002). Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *J Food Sci.* 67; p. 1364–1369.
- ARUOMA, O. (1996). Assessment of potential prooxidant and antioxidant actions. *J Am Oil Chem Soc.* 73; p. 1617–1625.
- ARUOMA, O. (2003). Methodological considerations for characterizing potential antioxidant activity in foods and biological system. *Mutat Res.* 523–524; p. 9–20.
- AYO, J., CARBALLO, J., SERRANO, J., OLMEDILLA, B., RUIZ, C., JIMÉNEZ, F. (2007). Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *Meat Sci.* 77; p. 173–181.
- BORTOLOMEAZZI, R., SEBASTIANUTTO, N., TONIOLO, R., POZZARIELLO, A. (2007). Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. *Food Chem.* 100; p. 1481–1489.
- BOZKURT, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and Thymbra spicata oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Sci.* 73; p. 442–450.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M., BERSSET, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant. *LWT - Food Sci Technol.* 28; p. 25-30.
- BRITT, C., GOMAA, E., GRAY, J., BOOREN, A. (1998). Influence of Cherry Tissue on Lipid Oxidation and Heterocyclic Aromatic Amine Formation in Ground Beef Patties. *J*

- Agric Food Chem. 46; p. 4891-4897.
- CORONADO, S., TROUT, G., DUNSHEA, F., SHAH, N. (2002). Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. *Meat Sci.* 62; p. 217–224.
- DEL CARLO, M., SACCHETTI, G., DI MATTIA, C., COMPAGNONE, D., MASTROCOLA, D., LIBERATORE, L., CICHELLI, A. (2004). Contribution of the phenolic fraction to the antioxidant activity and oxidative stability of olive oil. *J Agric Food Chem.* 52; p. 4072–4079.
- DESCALZO, A. & SANCHO, A. (2008). A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Sci.* 79; p. 423–436.
- DEVATKAL, S., NARSAIAH, K., BORAH, A. (2010). Antioxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Sci.* 85; p. 155–159.
- FRANKEL, E. & MEYER, A. (2000). The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J Sci Food Agric.* 80; p. 1925-1941.
- GAO, L. & MAZZA, G. (1995). Characterization, quantification, and distribution of anthocyanins and colorless phenolic in sweet cherries. *J Agric Food Chem.* 43; p. 343-346.
- GARCIA, R., GONZÁLEZ, C., AGUDO, A., RIBOLI, E. (1999). Intake of specific carotenoids and flavonoids and the risk of gastric cancer in Spain. *Cancer Cause Control.* 10; p. 71–75.
- GAVIRIA C., OCHOA C., SÁNCHEZ N., MEDINA C., LOBO M., GALEANO P., MOSQUERA A., TAMAYO A., LOPERA, Y., ROJANO, B. (2009). Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* 8; p. 519 – 528.
- GIUSTI, M. & WROLSTAD, R. (2001). Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-Visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry.* New York: John Wiley & Sons. p. 2 – 8.
- GONÇALVES, B., LANDBO, A., KNUDSEN, D., SILVA, A., MOUTINHO, J., ROSA, E., MEYER, A. (2004). Effect of Ripeness and Postharvest Storage on the Phenolic Profiles of Cherries (*Prunus avium* L.). *J Agric Food Chem.* 52; p. 523-530.
- GOPALAKRISHNAN, J., DECKER, E., MEANS, W. (1999). Antioxidant activity of mechanically separated pork extracts. *Meat Sci.* 52; p. 101–110.
- HALVORSEN, B., HOLTE, K., MYHRSTAD, M., BARIKMO, I., HVATTUM, E., REMBERG, S., WOLD, A., HAFNER, K., BAUGERØD, H., ANDERSEN, L., MOSKAUG, J., JACOBS, D., BLOMHOFF, R. (2001). A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr.* 132; p. 461-471.
- HAN, J. & RHEE, K. (2005). Antioxidant properties of selected Oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. *Meat Sci.* 70; p. 25–33.
- HUKKANEN, A., PÖLÖNEN, S., KÄRELÄMPI, S., KOKKO, H. (2006). Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Sweet Rowanberries, *J Agric Food Chem.* 54; p. 112-119.
- HUSSAIN, A., ANWAR, F., HUSSAIN, S., PRZYBYLSKI, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chem.* 108; p. 986-995.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC 1325. (2008). Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. Bogotá: ICONTEC, quinta actualización.
- INTARAPICHET, K. & MAIKHUNTHOD, B. (2005). Genotype and gender differences in carnosine extracts and antioxidant activities of chicken breast and thigh meats. *Meat Sci.* 71; p. 634–642.
- JIMENEZ, F. & CARBALLO, J. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Sci.* 59; p. 5–13.
- KIM, D., LEE, K., LEE, H., YONG, C. (2002). Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *J Agric Food Chem.* 50; p. 3713-3717.

- KROON, P. & WILLIAMSON, G. (1999). Hydroxycinnamates in plants and food: current and future perspective. *J Sci Food Agric.* 79;p. 355–361.
- KUSKOSKI, E., ASUERO, A., TRONCOSO, A., MANCINI, J., FETT, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *CiencTecnol Alimentos.* 25;p. 726-732.
- LIU, D., TSAU, R., LIN, Y., JAN, S., TAN, F. (2009). Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food Chem.* 117;p. 106–113.
- MAIKHUNTHOD, B. & INTARAPICHET, K. (2005). Heat and ultrafiltration extraction of broiler meat carnosine and its antioxidant activity. *Meat Sci.* 71;p. 364–374.
- MAMANI, M., KAUSS T., AL, A., RAMBERT, J., FAWAZ F., THIOLAT, D., MOYNET, D., CAVES, S., MALVY, D., MOSSALAYI, M. (2006). Therapeutic and preventive properties of quercetin in experimental arthritis correlate with decrease macrophage inflammatory mediators. *BiochemPharmacol.* 72;p. 1304–1310.
- MCCARTHY, T., KERRY, J., KERRY, J., LYNCH, P., BUCKLEY, D. (2001). Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Sci.* 57;p. 177–184.
- MILIAUSKAS, G., MULDER, E., LINSSEN, J., HOUBEN J., VAN BEEK, T., VENSKUTONIS, P. (2007). Evaluation of antioxidative properties of *Geranium macrorrhizum* and *Potentillafruticosa* extracts in Dutch style fermented sausages. *MeatSci.* 77;p. 703–708.
- NIETO, G., CASTILLO, M., XIONG, Y., ÁLVAREZ, D., PAYNE, F., GARRIDO, M. (2009). Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. *Meat Sci.* 83;p. 24-30.
- NINFALI, P., BACCHIOCCA, M., BIAGIOTTI, E., SERVILI, M., MONTEDORO, G. (2002). Validation of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) parameter as a new index of quality and stability of virgin olive oil. *J Am Oil Chem Soc.* 79;p. 977–982.
- NISSEN, L., BYRNE, D., BERTELSEN, G., SKIBSTED, L. (2004). The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Sci.* 68;p. 485–495.
- NUÑEZ, M., HAFLEY, B., BOLEMAN, R., MILLER, R., RHEE, K., KEETON, J. (2008). Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. *MeatSci.* 80;p. 997–1004.
- PALOMINO, M. (2006). Propiedades antioxidantes y prooxidantes de *Psidiumguajava* L. “Guayaba”. Tesis de Maestría. Universidad Nacional mayor de san Marcos. Lima, Perú. p. 1-13.
- PELLEGRINI, N., SERAFINI, M., COLOMBI, B., DEL RIO, D., SALVATORE, S., BIANCHI M., BRIGHENTI, F. (2003). Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. *J Nutr.* 133;p. 2812–2819.
- PROESTOS, C., CHORIANOPOULOS, N., NYCHAS, G., KOMAITIS, M. (2005). RP- HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *J Agric Food Chem.* 53;p. 1190-1195.
- RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, X., RICE, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical BioMed.* 26;p. 1231–1237.
- ROJAS, D., NARVÁEZ, E., RESTREPO, L. (2008). Evaluación del contenido de vitamina c, fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (*psidiumguajava* L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca. Memorias red-alfa lagrotech comunidad europea. Recuperado el 11 de Septiembre de 2009, de http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/dayana_rojas.pdf.
- SACCHETTI, G., COCCI, E., PINNAVAIA, G., MASTROCOLA, D., DALLA, M. (2008)(a). Influence of processing and storage on the antioxidant activity of Apple derivatives. *Int J Food Sci Tech.* 43;p. 797–804.
- SACCHETTI, G., MATTIA C., PITTIA P., MARTINO G. (2008) (b). Application of a radical scavenging activity test to measure the total antioxidant activity of poultry meat. *Meat Sci.* 80; p. 1081–1085.
- SÁNCHEZ, C. (2002). Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Sci Technol.* 8; p. 121-137.
- SEBRANEK, J., SEWALT, V., ROBBINS, K., HOUSER, T. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/

- BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Sci.* 69;p. 289–296.
- SERAFINI, M. & DEL RIO, D. (2004). Understanding the association between dietary antioxidants, redox status and disease: Is the Total Antioxidant Capacity the right tool?. *Redox Rep.* 9;p. 145–152.
- SHIVASHANKARA, K., ISOBE, S., AL-HAQ, M., TAKENAKA, M., SHIINA, T. (2002). Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment. *J Agric Food Chem.* 50;p. 893-898.
- USENIK, V., FABČIČ, J., ŠTAMPAR, F. (2008). Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* 107;p. 185–192.
- WANG, H., CAO, G., PRIOR, R. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem.* 44;p. 701–705.
- WONG, S., PENG, L., WILLIAM, J. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chem.* 99;p. 775–783.
- WU, H., SUN, B., CHANG, C., SHIAU, C. (2005). Low-molecular-weight peptides as related to antioxidant properties of chicken essence. *J FoodDrug Anal.* 13;p. 176–183.