

Efecto de la incorporación de propóleo sobre el contenido fenólico en hamburguesas de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*)

M.A. Núñez Valle¹, M.G. González-Arredondo¹, M.G. Guerra-Cuevas¹, A. Cerón-García², F. Ávila-Ramos³

¹Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carr. Valle de Santiago-Huanímaro Km. 1.2 Valle de Santiago, Guanajuato. Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, ²Departamento de Alimentos y ³Departamento de Veterinaria y Zootecnia, ex Hda. El Copal, km 9 carr. Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México. albertovalle.pa@gmail.com

RESUMEN: La industria avícola enfrenta problemas derivados de la oxidación lipídica posmortem. Una forma de enfrentarlos es con el uso de antioxidantes como el BHT. Sin embargo, estudios recientes relacionan a los conservadores sintéticos con efectos tumorales. Por lo que se busca el uso de aditivos naturales como el propóleo. Este tiene efectos antioxidantes ya reconocidos derivados de los fenoles que posee. En este estudio se determinó el efecto de la incorporación de propóleo sobre el contenido fenólico en hamburguesas de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*) listas para su consumo y que fueron mantenidas en almacenamiento refrigerado durante doce días. La variable de respuesta evaluada fue el contenido fenólico, misma que fue analizada estadísticamente en un Modelo Lineal Generalizado con el procedimiento MIXED de SAS® con un arreglo Completamente al Azar. Las medias se compararon con la prueba Tukey a una $P \leq 0.05$. Los resultados demostraron que los fenoles se inactivan en un periodo de 3 días con cantidades iguales o menores a 50 mg de fenoles por kg de carne por lo que se recomienda el uso de cantidades mayores a 100 mg de fenoles por kg de carne. No hubo presencia de fenómenos de prooxidación en el producto analizado.

Palabras clave: Oxidación lipídica, antioxidantes, fenoles.

ABSTRACT: The poultry industry faces problems derived from postmortem lipid oxidation. One way to deal with the use of antioxidants such as BHT. However, studies related to synthetic preservatives with tumor effects. Therefore, the use of natural additives such as propolis is sought. This has antioxidant and recognized effects derived from the phenols it has. In this study, the effect of the incorporation of the propolis on the phenolic content in the ready to eat burgers of chicken meat (*Gallus gallus domesticus*) under refrigeration storage by twelve days. The response variable that was used was the phenolic content, and then this was analyzed by a Generalized Linear Model with the SAS® MIXED procedure with a Completely Randomized arrangement. The means are compared with the Tukey test at a $P \leq 0.05$. The results showed that the phenols are inactivated in a period of 3 days with 50 mg of phenols per-kg of meat, so the use of amounts greater than 100 mg of phenols per kg of meat is recommended. There were no prooxidation phenomena into analyzed product.

Key words: Lipid oxidation, antioxidant, phenols.

Área: Cárnicos

INTRODUCCIÓN

La carne de pollo es un alimento ampliamente consumido. Su crianza y consumo se remota hasta hace 3 mil años en América (El universal, 2007). En el 2017 se produjeron 3.5 millones de toneladas de carne de pollo, siendo el cárnico de mayor producción en México cuyo consumo fue en 2018 de 28.42 kg per capita. Cabe destacar que Guanajuato se encuentra entre las principales entidades con mayor producción de carne de pollo (UNA, 2019). Este alimento se puede preparar de muchas formas ya que su uso en la gastronomía tanto nacional como internacional es ilimitada, ya que es de fácil digestión y bien tolerado por personas con problemas digestivos. La carne de pollo es principalmente agua (cerca del 70% en peso). Es una carne magra que contiene 19 % de proteína y 9.7 % de lípidos totales. Esta se obtiene de la especie *Gallus domesticus* de especímenes sacrificados entre 5 a 16 semanas de vida (Martínez, 2017). Estas características lo hacen un producto fácilmente industrializable. Una de las principales problemáticas que enfrenta la industria avícola es el deterioro de la carne producido por

reacciones postmortem (oxidación lipídica). Para inhibir la oxidación se utilizan aditivos como la vitamina E u otros antioxidantes de origen sintético.

Sin embargo, se ha encontrado que el uso de algunos de estos antioxidantes sintéticos está relacionado con efectos tumorales, por lo que una forma de sustituir estos aditivos es con la aplicación de compuestos fenólicos (antioxidantes de origen natural). Estos se encuentran de manera natural en el propóleo. El propóleo es elaborado por las abejas a partir de resinas, polen y secreciones, es usado para proteger los panales y tiene propiedades antibactericidas (Farré, 2004; Bankova, 2002). Pueden remover a los radicales libres, proteger a los lípidos y la vitamina C de ser destruidos en el proceso oxidativo. Investigaciones mencionan que la concentración de fenoles en el propóleo lo hacen un excelente antioxidante (Vongsak, 2015).

La aplicación de fenoles en carne de pollo ha sido poco estudiada a pesar de las cualidades antioxidantes del propóleo. Su estudio y valoración implicaría una pauta para su uso en la industria cárnica. En el presente estudio se determinó el efecto de la incorporación de propóleo sobre el contenido fenólico en hamburguesas de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*) a diferentes concentraciones en hamburguesas de pollo sometidas a refrigeración para evaluar el contenido fenólico a lo largo de 12 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El propóleo usado fue colectado en Celaya de colmenas *Apis mellifera* por el método de raspado, el cual fue trasladado al Laboratorio de Compuestos bioactivos para la preparación de las muestras y su análisis de contenido fenólico.

Obtención de la carne y preparación de las muestras: Se empleó carne de gallina (*Gallus gallus domesticus*) procedente de la pierna y muslo. La carne, ya molida mecánicamente, se dividió en cinco partes e inmediatamente se le adicionó el agente antioxidante mezclado con aceite de soya (Nutrioli, México). Se evaluaron los siguientes niveles: un tratamiento control (T1), 50, 100 y 200 mg de fenoles/kg de carne (T2, T3 y T4, respectivamente), y un tratamiento testigo (T5; BHT al 0.02%). Posteriormente, se moldearon las hamburguesas de 150 g con 1 cm de grosor y 10 cm de diámetro. Se cocieron en una plancha a 350 °C (Oster® CKSTSK1712-013, México) durante 10 min hasta alcanzar la temperatura interna de 74 °C. Se enfriaron a 26°C y se dividieron en cinco partes. Se cubrieron con una película plástica permeable al oxígeno y se mantuvieron en refrigeración a 4 ± 2 °C durante 12 días. Se muestrearon en los tiempos 0, 3, 6, 9 y 12 días.

Determinación de contenido fenólico: se utilizó el método de Folin-Ciocalteu sugerido por (Singleton y Rossi, 1965) con algunas modificaciones. Se tomó una muestra de 5 g de carne y se macero con 15 mL de CH₃CH₂OH al 80%. La mezcla resultante fue centrifugada a 2060 x g por 10 min. Se tomaron 5 µL del sobrenadante y se adicionaron 1 mL de Na₂CO₃ al 1% (p/v) en agua, a esta mezcla se le adicionaron 250 µL de Folin-Ciocalteu en agua (Aldrich, MFCD00132625, Alemania 2M) para su agitación en el vortex. Se dejaron reposar durante 2 h en la oscuridad para medir su absorbancia a 765 nm utilizando un Espectrofotómetro para Microplacas Epoch (BioTek). La cantidad de fenoles se expresa como mg equivalentes de ácido cafeico (CEA) por kg de carne.

Análisis estadístico: La variable de respuesta evaluada fue el contenido fenólico en un Modelo Lineal Generalizado con el procedimiento MIXED de SAS® con un arreglo Completamente al Azar. Las medias se compararon con la prueba Tukey (P≤0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido fenólico es asociado con propiedades antioxidantes y comúnmente se cuantifica con el método de Folin-Ciocalteu basando en una reacción colorimétrica de oxido-reducción, donde se forma un complejo azul por la reacción de los compuestos fenólicos con el complejo de ácido fosfomolibdato/fosfotúngstico (Ainsworth y Gillespie, 2007).

Los resultados del contenido fenólico se muestran en la Tabla I. En el día uno el T4 presentó los valores de fenoles más altos (P≤0.05), mientras que el T3 y T5 mostraron valores similares pero menores al T4 (P≤0.05). En contraparte, el T1 y T2 resultaron ser los tratamientos con los niveles de

compuestos fenólicos con el registro más bajo ($P \leq 0.05$). El día tres el contenido de fenoles fue mayor en el T4 ($P \leq 0.05$), los otros tratamientos no presentaron diferencias significativas. El día seis el T5 presentó los niveles más altos ($P \leq 0.05$) seguido del T3 y T1 respectivamente, los menores valores los presentaron los T2 y T4, que fueron similares. El día nueve el T2 y T4 presentaron los valores más altos ($P \leq 0.05$), pero el T2 fue similar al T1. El T1 fue similar al T5 mientras que el T3 presentó los valores más bajos ($P \leq 0.05$). Finalmente, en el día 12 el T1, T4, T2 y T5 presentaron los valores más altos respectivamente ($P \leq 0.05$), el T3 presentó los valores más bajos ($P \leq 0.05$).

La variación en los valores de contenido fenólico en las hamburguesas de pollo para los diferentes tratamientos evaluados en el día uno es adecuado, ya que el T4 tiene una mayor concentración de fenoles totales por kg de carne (FPK) lo que corresponde con sus valores altos de contenido fenólico mientras que el T1 que no contiene FPK presenta valores bajos. La similitud entre T3 y T5 indica una posible relación entre la concentración al 0.02% de BHT con una concentración de 100 FPK. Posiblemente, tengan un efecto antioxidante muy similar durante los primeros días ya que en diferentes investigaciones se ha observado correlación entre la cantidad de fenoles y la capacidad antioxidante (Lagouri *et al.*, 2013). Para el día tres los tratamientos varían entre 91.541 y 64.041 mg/kg y no presentan diferencias estadísticas, a excepción del T4 el cual presentó la mayor cantidad de compuestos fenólicos lo que concuerda con el análisis realizado al día uno de almacenamiento de la carne.

Tabla I. Contenido fenólico (mg/kg) en hamburguesas de carne de pollo.

Tratamiento	Días en refrigeración ($4 \pm 2^\circ\text{C}$)				
	Uno	Tres	Seis	Nueve	Doce
T1	73.1043 \pm 32.98 c	67.7912 \pm 19.71 b	52.3756 \pm 28.55 c	106.7493 \pm 14.59 bc	108.2081 \pm 32.95 a
T2	89.4581 \pm 24.54 c	64.0418 \pm 17.37 b	22.6856 \pm 24.47 d	133.9362 \pm 8.00 ab	98.7187 \pm 21.14 a
T3	133.3131 \pm 21.03 b	72.1675 \pm 21.03 b	113.6250 \pm 23.59 b	57.3750 \pm 20.61 d	72.8962 \pm 7.73 b
T4	190.0837 \pm 59.55 a	91.5412 \pm 24.69 a	31.5406 \pm 14.86 d	161.4387 \pm 31.25 a	108.1056 \pm 20.12 a
T5	130.3962 \pm 29.10 b	66.1256 \pm 29.10 b	141.2300 \pm 41.37 a	96.2287 \pm 21.30 c	98.3131 \pm 17.62 a

a-d Literales similares en la misma columna no tienen diferencia estadística ($P \leq 0.05$)

T1= Sin antioxidante. T2= 50 mg de fenoles por kg de carne. T3= 100 mg de fenoles por kg de carne. T4= 200 mg de fenoles por kg de carne. T5= 0.02 % de Butilhidroxitolueno.

La disminución en el contenido fenólico en los tratamientos de manera general puede ser resultado del tratamiento térmico aplicado antes de su almacenamiento e indicaría que aun en condiciones de refrigeración los compuestos fenólicos disminuyen debido a las reacciones bioquímicas oxidativas y a su sensibilidad térmica (Figura 1).

Un efecto parecido se observó en tostadas de maíz, en donde la exposición al horneado y al freído por

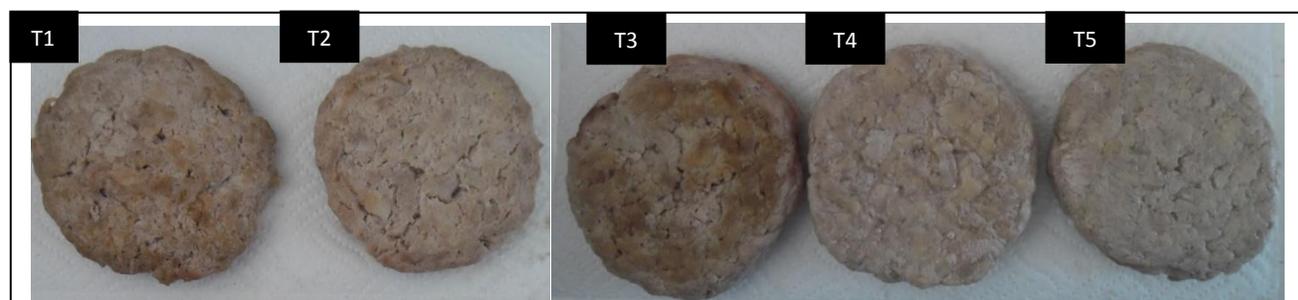


Figura 1. Se observan las hamburguesas de pollo cocidas con un tiempo de almacenamiento de 3 días, se pueden observar cambios de color; donde T1 y T3 presentan tonos cafeses (pardeamiento) y T2, T4 y T5 con tonalidades rosadas/blanquecinas y uniformes. Esto posiblemente debido a procesos oxidativos en el momento de la cocción.

10 min y 60 segundos respectivamente disminuyó la capacidad antioxidante de los compuestos bioactivos (Valdez-Solares, 2018) además de que por las altas temperaturas se produce la evaporación del agua intracelular, lo que facilita la oxidación de los fenoles (Xu y Chang, 2008; Arinola y Adesina, 2014; Murador *et al.*, 2016b). En el día 6 nuevamente hubo una disminución en los compuestos fenólicos. Sin embargo, en T3 y T5 hubo un aumento que se puede atribuir a una activación tardía de los compuestos fenólicos por parte del tratamiento térmico. Para el día nueve hubo una disminución en T3 y T5 mientras que T1, T2 y T4 aumentaron sus concentraciones; este fenómeno se observó en el muestreo del día 6, lo que indica una activación de fenoles entre el día tres y nueve. El T1 presenta la mayor cantidad de compuestos fenólicos activos mientras que T3 tiene los valores más bajos. El T1 y T2 no tienen diferencia estadística al igual que T1 con T5 esto muestra que para el día nueve los tratamientos disminuyen considerablemente sus compuestos fenólicos, perdiendo con ello su poder antioxidante. En el día doce los valores van desde 108.3131 hasta 72.8962 mg/kg y no presentan diferencias significativas, esto debido a que con el paso del tiempo los compuestos fenólicos han reaccionado, los valores de Contenido fenólico en hamburguesas de carne de pollo son iguales para todos los tratamientos.

Se observa una tendencia de mayor a menor concentración fenólica desde el día 1 hasta el día 12 en los tratamientos T3, T4 y T5, cabe señalar que no se presentaron fenómenos prooxidantes. El T4 durante los días uno, tres, nueve y doce tuvo un mayor contenido fenólico lo que se relaciona con su elevada concentración de FPK. Mientras que los T3 y T5 en los días uno y tres se comportaron de manera similar, indicando un posible efecto antioxidante semejante durante los primeros 5 días de almacenamiento. Sin embargo, es necesario un análisis más detallado del comportamiento oxidativo. T2 presentó valores similares a T1 para los días uno, tres, nueve y doce, indicando que posiblemente no hay efectos significativos con esa concentración de fenoles en carne, por lo que sugiere que se deben utilizar concentraciones arriba de T2. Además de que los fenoles se inactivan en el día 3 para el T2. Los fenoles de los T3, T4 y T5 se inactivan cerca del día 12.

CONCLUSIÓN

La cantidad de fenoles en cada uno de los tratamientos disminuyó conforme el paso del tiempo indicando una reacción de oxidación-reducción. Por lo que agregar 50 mg de fenoles por kg de carne no es suficiente para mantener los compuestos fenólicos activos por más de 3 días, esto se afirma observando el comportamiento con concentraciones de 200 mg de fenoles por kg de carne cuyo efecto no dura más de 12 días. En este sentido se recomienda hacer un nuevo estudio para determinar cómo se comporta la oxidación lipídica con concentraciones superiores a 100 mg de fenoles por kg de carne en un periodo de tiempo similar al de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Ainsworth, E.A. y Gillespie, K.M. (2007). *Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent*. Nature Protocols. 2: 875-877.
- Bankova V, P. M. (2002). *Chemical composition of European propolis: expected and unexpected results*. Zeitschrift für Naturforschung. 57: 530-533.
- El universal. (2007). *Investigan el origen del pollo en Latinoamérica*. abril 13, 2019, de El siglo de Torreón Sitio web: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/279232.investigan-el-origen-del-pollo-en-latinoamerica.html>
- Farré R, Frassetto I, Sánchez A. (2004). *El propolis y la salud*. Ars Pharmaceutica. 45:21-43.
- Lagouri V, Prasianaki D, Krystalli F. (2013). *Antioxidant Properties and Phenolic Composition of Greek Propolis Extracts*. International Journal of Food Properties 17:511-522.
- Martínez, J. (2017). *Pollo con piel*. Todo carne, Vol. (1): 13.
- Singleton V L, J J A Rossi (1965) *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*. American Journal of Enology and Viticulture. 16:144-158.
- UNA. (2019). *Situación de la avicultura mexicana*. abril 13, 2019, de Unión Nacional de Avicultores Sitio web: <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/15-panorama/3-avicultura>

- Valdez-Solares D., Ramírez-Rodríguez E. & Aguilera-Ortiz M (2018). *Determinación del efecto que tiene el proceso de elaboración de tostadas secas de maíz pigmentado (Zea mays L.) horneadas y freídas sobre capacidad antioxidante, fenoles totales, antocianinas y características físicas*. Memorias del 3 congreso internacional de alimentos funcionales y nutraceuticos. (pp 57-107) Sinaloa. Facultad De Ciencias Químicas Gómez Palacio. (Tesis)
- Vongsak B, K. S. (2015). *In vitro alpha glucosidase inhibition and free-radical scavenging activity of propolis from Thai stingless bees in mangosteen orchard*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 25:445–450.
- Xu, F., Zheng, Y., Yang, Z., Cao, S., Shao, X., Wang, H. 2014. *Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage*. Food Chemistry. 161: 162-167.