



VII encuentro  
Participación de la  
Mujer  
en la Ciencia



## INHIBICION DE LA REACCION DE MAILLARD EN PRESENCIA DE UN EXTRACTO ACUOSO DE LA FLOR DE *Yucca filifera* CON ACTIVIDAD ANTIRRADICAL

M. T. Sumaya-Martínez, B. Negrete-Parra<sup>b</sup>, S. Cruz-Jaime<sup>b</sup>, N. Cruz-Cansino<sup>b</sup>, M. Arroyo-Ramírez<sup>b</sup>, E. Alanis-García<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Edificio de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México, [teresumaya@hotmail.com](mailto:teresumaya@hotmail.com)

<sup>b</sup> Grupo de investigación de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos, Área Académica de Nutrición, Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, [ernesto\\_alaniscarcia@hotmail.com](mailto:ernesto_alaniscarcia@hotmail.com)

### RESUMEN

El empleo de altas temperaturas durante la cocción de los alimentos se ha asociado a la formación de diversos productos de la Reacción de Maillard (RM) con efectos tóxicos (tales como las aminas heterocíclicas y la acrilamida) o indeseables (sabores y olores desagradables). Muchos de estos compuestos pueden tener una incidencia en la prevalencia del cáncer, complicaciones en la diabetes y otras enfermedades crónicas degenerativas. Hasta el momento en México no existe una legislación en los alimentos procesados que regule el contenido de los compuestos tóxicos producto de la RM. Nuestro equipo de trabajo estudia el efecto de extractos vegetales con actividad antioxidante sobre la inhibición de la formación de los productos de la RM. En este estudio se evaluó el efecto de la actividad antirradical de un extracto acuoso de la flor de *Yucca filifera* (un alimento no convencional en el Estado de Hidalgo) sobre la reducción de la formación de compuestos fluorescentes de la etapa intermedia de la RM en un sistema complejo de glicación entre una peptona de gelatina y ribosa a 92°C durante 3 hrs. Se obtuvo más del 50% de reducción en la formación de compuestos fluorescentes y dicha reducción es función de la concentración del extracto y de su actividad antirradical.

### 1. INTRODUCCIÓN

La reacción de Maillard (RM) se considera una reacción de pardeamiento no enzimática, la cual se lleva a cabo en 3 etapas. Inicia con la reacción de los grupos amino, particularmente los grupos amino de proteínas, péptidos o aminoácidos libres (especialmente residuos amino de la cadena lateral de lisina, arginina e histidina) y con los grupos carbonilo de los azúcares reductores (cetosas o aldosas). En la etapa intermedia de la reacción, se forman compuestos no coloridos que absorben la luz UV, así como compuestos fluorescentes. En la etapa avanzada, se forman compuestos volátiles (aldehídos) y polímeros pardos de alto peso molecular (>1200 Daltons) denominados melanoidinas. En la reacción de Maillard pueden influir diferentes factores, entre los que destacan: el pH, la temperatura, la actividad acuosa, el tipo de aminoácido y azúcar reductor que intervienen, la presencia de iones metálicos como el hierro y el cobre. Por lo que la variación de cualquiera de estos parámetros puede alterar y cambiar la velocidad, la ruta y los productos finales de la reacción (1, 2, 3).

Debido a su complejidad una gran parte de los artículos científicos publicados sobre la RM reportan resultados del análisis realizado en sistemas modelo, donde se hace reaccionar un aminoácido con un azúcar reductor y se controlan las condiciones del medio de reacción. En cambio, en sistemas alimentarios las variables de reacción aumentan y tanto su estudio como la determinación de los productos de la RM adquieren mayor dificultad.

Durante la cocción de alimentos la RM genera compuestos que les confieren características sensoriales deseables para la aceptación por parte del consumidor. Sin embargo, el empleo de altas temperaturas el freído, el rostizado, el asado y el horneado se ha asociado a la formación



VII encuentro  
Participación de la  
Mujer  
en la Ciencia



de diversos Productos de la Reacción de Maillard (PRM) de naturaleza tóxica. Por ejemplo, las aminas heterocíclicas producidas durante el freído o rostizado de carne ó pescado por la reacción entre aminoácidos, azúcares y creatinina, las cuales han mostrado un efecto cancerígeno en estomago y colon (4). La acrilamida es un compuesto neurotóxico que se forma durante la cocción de alimentos ricos en almidones y en el aminoácido asparagina, tales como las papas, cereales y algunos granos (5). Además, algunos PRM's han sido implicados en numerosos estudios científicos en la patogénesis y complicaciones de la diabetes, arteriosclerosis, hipertensión arterial, retinopatía, nefropatía, etc. (6).

La reducción de la formación de PRM's puede seguir tres mecanismos hasta ahora reportados: por atrapamiento de grupos carbonilo, por atrapamiento de radicales libres y por la quelación de metales (7,8). Por lo cual, un compuesto con actividad quelante y secuestradora de radicales libres podría ser un inhibidor de la formación de PRM's.

Se ha reportado el efecto inhibitorio de extractos antioxidantes de plantas y flavonoides sobre la formación de los productos de la glicación a 37°C en sistemas modelo utilizando albúmina sérica bovina-fructuosa y hemoglobina-gluco lactona, respectivamente (9,10). También, se ha mostrado el efecto inhibitorio de la epicatequina (un flavonoide de origen vegetal) en la formación de algunos PRM's volátiles en un modelo glicina-glucosa (11). Además, estudios demostraron que en un sistema modelo de creatinina-glicina-glucosa el aceite de oliva (el cual contiene compuestos fenólicos con actividad antioxidante), inhibió la formación de aminas heterocíclicas cancerígenas a una temperatura de 180°C durante 30 minutos (12).

En este estudio se evaluó el efecto de la actividad antirradical de un extracto acuoso de la flor de *Yucca filifera* (un alimento no convencional en el Estado de Hidalgo) sobre la reducción de la formación de compuestos fluorescentes de la etapa intermedia de la RM en un sistema de peptona de gelatina y ribosa a 92°C durante 3 hrs.

## 2. METODOLOGIA

La preparación del extracto acuoso de la flor de *Yucca filifera* (EAY) se llevo a cabo de la siguiente manera: se pesó 1.1 g de *Yucca filifera* liofilizada en tubos de poliestireno de 14 mL y se le agregó 11 mL de solución amortiguadora de fosfatos 0.1 M pH 7.4; se pusieron a baño María durante 15 min y después se centrifugaron a 10000 rpm durante 20 min; por último, se filtró el sobrenadante del extracto utilizando filtros de fluoruro de polivinilideno con un poro de 0.45 micras.

Al EAY obtenido se le determinó la concentración de compuestos fenólicos totales (CFT) (13), A partir de esto se realizo un análisis del efecto de diferentes concentraciones de CFT: 50, 250, 500, 750 y 1000 expresadas en mg equivalentes de ácido gálico por litro (mg EAG/L) sobre la actividad antirradical determinada por el método del 1,1-difenil-2-picrilhidracil (DPPH●) expresada en  $\mu\text{mol}$  equivalentes Trolox por litro ( $\mu\text{mol}$  ET/L) (14) y sobre la reducción de la formación de compuestos fluorescentes (medidos a una longitud de onda de excitación 360 nm y de emisión a 420 nm (15) durante la RM del sistema peptona de gelatina y ribosa (SPR), mezclados a una concentración de 2 g de cada uno por 100 mL de EAY y calentado a una temperatura de 92°C durante 60 min.

Posteriormente se comparo la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del sistema SPR bajo las mismas condiciones pero calentado durante 180 min, en presencia o en ausencia del EAY a una concentración de 250 mg EAG/L.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se presenta el efecto de la concentración de CFT expresados en mg EAG/L, sobre la actividad antirradical del EAY (■) y sobre la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del SPR en presencia del EAY(●), se observa que a una mayor concentración en CFT se presenta una mayor actividad antirradical y una menor formación de compuestos fluorescentes durante la RM. Entre ambas funciones existe una correlación de Pearson igual a -0.89 ( $p < 0.05$ ). Por lo cual se puede proponer que el mecanismo de inhibición de la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del sistema SPR en presencia del EAY es por el atrapamiento de radicales libres. Cabe mencionar que también se determino la actividad quelante del EAY en función de su concentración de CFT (no se muestran los datos), sin



VII encuentro  
Participación de la  
Mujer  
en la Ciencia



embargo, no se encontró una correlación significativa de la actividad quelante del EAY con la reducción de compuestos fluorescentes durante la RM del SPR en presencia del EAY.

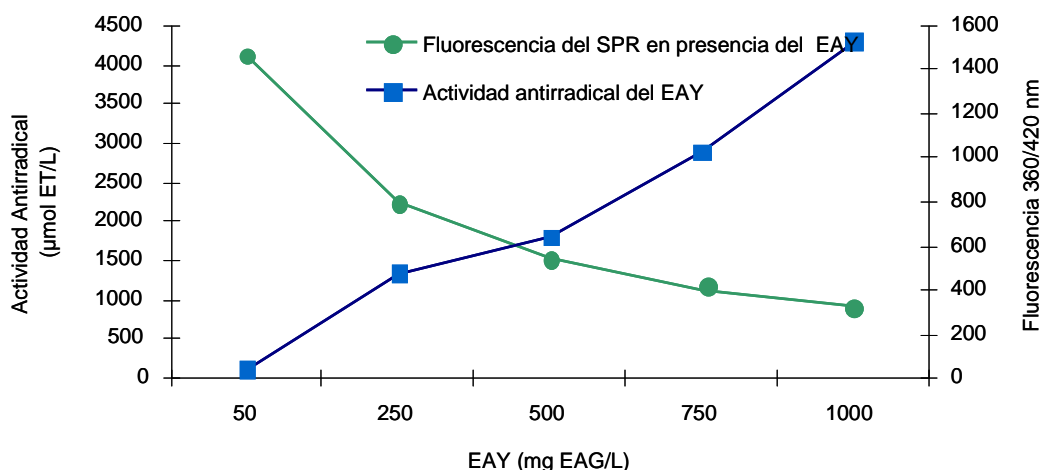


Figura 1. Efecto de la concentración de CFT del EAY sobre su actividad antirradical y la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del SPR en presencia del EAY.

La cinética de inhibición de la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del SPR en presencia y en ausencia del EAY durante 3 horas de calentamiento se muestra en la figura 2.

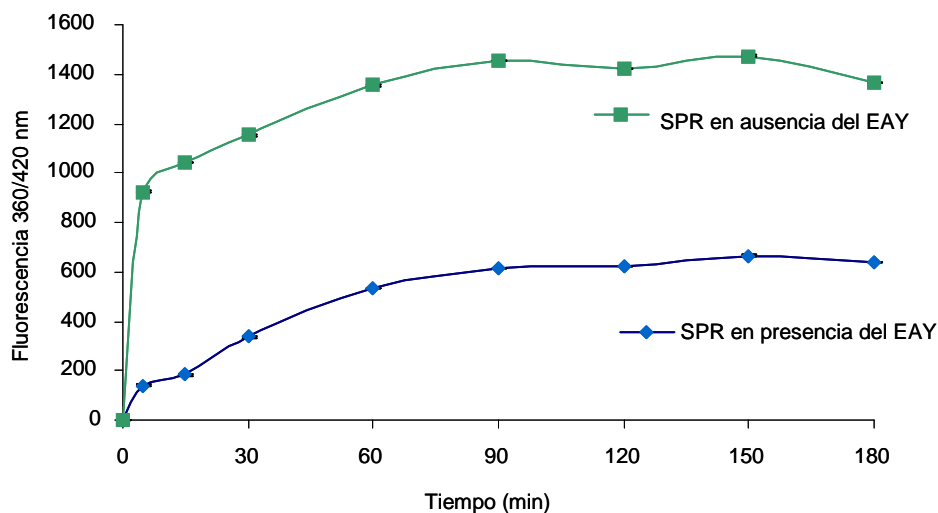


Figura 2. Cinética de inhibición de la formación de compuestos fluorescentes durante la glicación del SPR en presencia o ausencia del EAY.

Se observa que la formación de compuestos fluorescentes durante la RM del SPR en presencia del EAY (♦) es menor que durante la glicación SPR sin el extracto (■). La formación de compuestos fluorescentes se presenta durante los primeros 90 minutos de la cinética lo cual indica que la RM se encuentra en la etapa intermedia. En cambio, a partir del minuto 90 ya no



existe un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) en la formación de compuestos fluorescentes en ambas cinéticas, lo cual puede marcar el inicio de la etapa avanzada de la RM en este sistema. Un comportamiento similar ya se ha reportado durante la inhibición de la formación de compuestos fluorescentes durante la glicación de un sistema de peptona de gelatina-ribosa en presencia de un extracto acuoso de cilantro (*Coriandrum sativum*) a una temperatura de 92°C (16). En este mismo trabajo se encontró una correlación de Pearson de -0.95 ( $p < 0.05$ ) entre dicha inhibición y la actividad antirradical del extracto.

Un ejemplo de la posible aplicación de estos resultados en la industria alimentaria es la adición de flavonoides como la epicatequina y la epigalocatequina a la leche sometida a procesos térmicos de alta temperatura para disminuir la formación de PRM's fluorescentes y pardos, los cuales pueden reducir la calidad de la leche (17).

#### 4. CONCLUSION

La presencia de un extracto acuoso de la flor de *Yucca filifera* a una concentración de 250 mg EAG/L redujo en un 53% la formación de compuestos fluorescentes durante la RM después de 3 hrs de calentamiento a 92°C de un sistema peptona de gelatina con ribosa. Dicha reducción es función de la concentración del extracto y de su actividad antirradical.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. M. Friedman, "Food browning and its prevention: An overview", J. Agri. Food Chem. Vol. 44, 3, 1996, pp. 631-653.
2. J. Ames, "Control of the Maillard reaction in food systems", Trend in Food Sci. & Tech. 1, 1990, pp. 150-154.
3. C. Davies y T. Labuza, "The Maillard reaction: application to confectionery products", Confect. Scienc. 1997, pp. 35-66.
4. K. Skog, M. Johansson y M. Jagerstad, "Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake", Food Chem. Toxicol. 36, 1998, pp. 879-896.
5. M. Friedman, "Chemistry, Biochemistry and Safety of Acrylamide. A Review", J Agric. Food Chem. Vol. 51. 16, 2003, pp. 4504-4526
6. H. Vlassara y M. Palace, "Diabetes ad advanced glycation endproducts", J. Intern. Med. 251, 2002, pp. 87-101
7. C. He, J. Sabol, T. Mitsuhashi y H. Vlassara, "Dietary glycotoxins. Inhibition of reactive products by aminoguanidine facilities renal clearance and reduce tissue sequestration", 48, 1999, pp. 1308-1315.
8. D. Price, P. Rhatt, S. Thorpe y J. Baynes. "Chelating activity of advanced glycation end-product inhibitors". The J. of Biol. Chem. 52, 2001, pp. 48967-48972.
9. H. Kim y K. Kim, "Protein glycation inhibitory and antioxidative activities of some plant extracts in vitro" J. Agric. Food Chem. 5, 2003, pp. 1586-1591.
10. C. H. Wu y G.C. Yen, "Inhibitory effect of naturally occurring flavonoids on the formation of advanced glycation end products" J. Agric. Food Chem. Vol 53, 8, 2005, pp. 3167-3173
11. V. Totlani y D. Peterson, "Reactivity of epicatechin in aqueous and glucosa Maillard reaction models: quenching of C2, C3 and C4 sugar fragments", J. Agr. Food Chem, 2005
12. S. Monti, A. Ritieni, R. Sacchi, K. Skog, E. Borgen y V. Fogliano, "Characterization of phenolic compounds in virgin olive oil and their effect on the formation of carcinogenic/mutagenic heterocyclic amines in a model system". J. Agric. Food Chem. Vol. 49, 8, 2001, pp. 3969-3975.
13. S. George, P. Brat, P. Adler, y M. Amiot, "Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products" J. Agric. Food Chem. Vol 53, 5, 2005, pp. 1370-1373.
14. F. J. Morales y S. Jiménez-Pérez, "Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence", J. Agric. Food Chem. 72, 2001, pp. 119-125.



VII encuentro  
Participación de la  
Mujer  
en la  
Ciencia



15. M. T. Sumaya-Martinez, y L. Del Valle-Enciso “Mentha spicata Tea as inhibitor of noenzymatic protein glycation in vitro”. *Annals of Nutrition and Metabolism*. Volume 51, 2007, pp. 155-155
16. A. D. Jarillo, “Estudio de la actividad antioxidante de un extracto acuoso de Cilantro (*Coriandrum sativum*) sobre la inhibición de la formación de compuestos fluorescentes durante la glicación de proteínas, en función del pH” En: Tesis para obtener el título de Licenciado en Nutrición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 2008, pp:55-60.
17. G. Schamberger y T. Labuza, “Effect of green tea flavonoids on Maillard browning in UHT milk”, *LWT - Food Science and Technology*, Vol 40, 8, 2007, pp. 1410-1417