

Recibido: 22.06.2023 • Aceptado: 17.10.2024

Palabras clave: AGEs, alimentos, diabetes tipo 2, técnicas de cocina.

# Los AGEs en la vida diaria

GICELA DE JESÚS GALVÁN ALMAZÁN

*gicela.galvan@uaslp.mx*

FACULTAD DE MEDICINA, CIACYT-UASLP

MARIELA VEGA CARDENAS

*mariela.vega@uaslp.mx*

CIACYT-UASLP

CELIA ARADILLAS GARCÍA

*celia.uaslp@gmail.mx*

FACULTAD DE MEDICINA, CIACYT-UASLP

Los Productos de la Glicación Avanzada (AGEs, por sus siglas en inglés), son compuestos producidos en una reacción química entre un azúcar y una proteína, entre un azúcar y un lípido, o entre un azúcar y un ácido nucleico. Los AGEs dentro de la célula pueden alterar su funcionamiento, modificando proteínas que dan lugar a compuestos tóxicos, los cuales producen inflamación y enfermedad. Estos pueden ser ingeridos por medio de una dieta de alimentos naturales y alimentos sometidos a procedimientos culinarios, como freír, asar u hornear a altas temperaturas; asimismo, pueden formarse dentro del organismo.

### ¿Qué son los AGEs?

Los AGEs son un grupo diverso de moléculas. Existen de manera natural en los alimentos, llamados exógenos; también se forman en nuestro organismo, como en la diabetes tipo 2 y dislipidemias, llamados AGEs endógenos, los cuales se han identificado más de 20 de estos compuestos en sangre humana y alimentos. Su presencia en los alimentos de la dieta aumenta enormemente cuando cocinamos con fuentes de calor extremas, como sucede cuando freímos o asamos vegetales y carnes, o cuando doramos semillas para darles mejor sabor. Entre los alimentos con mayor contenido de AGEs se encuentra el café, el chocolate, la carne asada, las papas fritas, etcétera.

Los AGEs se obtienen a través de la reacción entre los azúcares provenientes de las frutas, verduras y cereales, con grasas y aceites de origen animal (manteca, mantequilla, etc.) o grasas de origen vegetal (nueces almendras, coco aguacate oliva, cártamo etc.) Fueron descubiertas en 1916 cuando Lous-Camille Maillard, químico francés, demostró que el cambio de coloración de los alimentos, obtenido por fritura, asado, tostado, el sabor

enriquecido y el aroma complejo que adquieren los alimentos en cuestión; esto debido a una degradación química mediada por calor extremo. A este fenómeno se le nombró reacción de Maillard.

Como se ha mencionado anteriormente, la reacción se favorece por la temperatura alta, así como el pH alcalino (pH 10), junto con la presencia de elementos metálicos,

como cobre (Cu) y hierro (Fe), que se encuentran en los utensilios de cocina. Maillard observó también que esta reacción aumenta cuando los alimentos están secos y disminuye en un medio acuoso. Cuando la reacción de Maillard no se frena, los alimentos se queman y los sabores y olores ya no son agradables, lo que a su vez provoca que las sustancias producidas también tienen efectos adversos en la salud.



Figura 1.  
Carne asada con exceso de AGEs.

### ¿Cómo afectan?

Recientemente, se ha observado que factores como fumar tabaco, altos niveles de azúcares refinados en la dieta, dietas hipercalóricas y ciertos procesos culinarios favorecen la acumulación de AGEs. El estilo de vida actual incluye el consumo de dietas ricas en bebidas azucaradas y alimentos altamente procesados, que contienen grandes cantidades de endulzantes, como el azúcar de caña o jarabe de maíz de alta fructuosa. Esto, aunado al auge de la comida rápida y el servicio a domicilio, se asocia a la crisis de salud relacionada por la obesidad y síndrome metabólico. Aunque sus mecanismos de acción

no se han dilucidado completamente, estos parecen estar relacionados con la inflamación, contribuyendo al desarrollo de enfermedades como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, esteatosis hepática no alcohólica, cáncer, Alzheimer, entre otras (Twarda-Clapa, A. *et al.*, 2022). De acuerdo con Li (2019), también se han encontrado niveles altos de AGEs en mujeres con diagnóstico de diabetes gestacional.

### ¿Cuál es su acción en el organismo?

Los AGEs tienen efectos negativos en las células y tejidos. Se ha encontrado evidencia de que afectan el sistema de

codificación a nivel molecular para el funcionamiento celular. Por lo que, al unirse a sus receptores celulares, alteran la estructura y funcionamiento de las proteínas. Por ejemplo, en el metabolismo de la insulina, específicamente en el desarrollo de la diabetes tipo 2, los AGEs producen sustancias inflamatorias y proinflamatorias e, entre ellas las llamadas citoquinas, que participan en los procesos inflamatorios, asociados a las condiciones de salud mencionadas. En población geriátrica con diagnóstico de diabetes tipo 2, se han observado niveles elevados de AGEs a comparación con los de grupos saludables (Takeuchi, M., *et al.*, 2022).

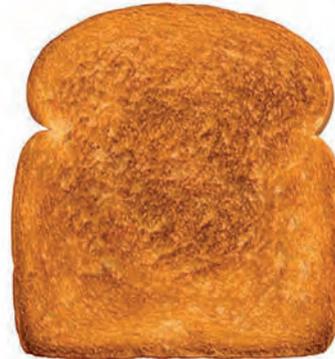


Figura 2.

Ejemplos de los procesos tostado, pardeado y caramelización; café tostado, pan tostado, y chocolate relleno de cajeta.

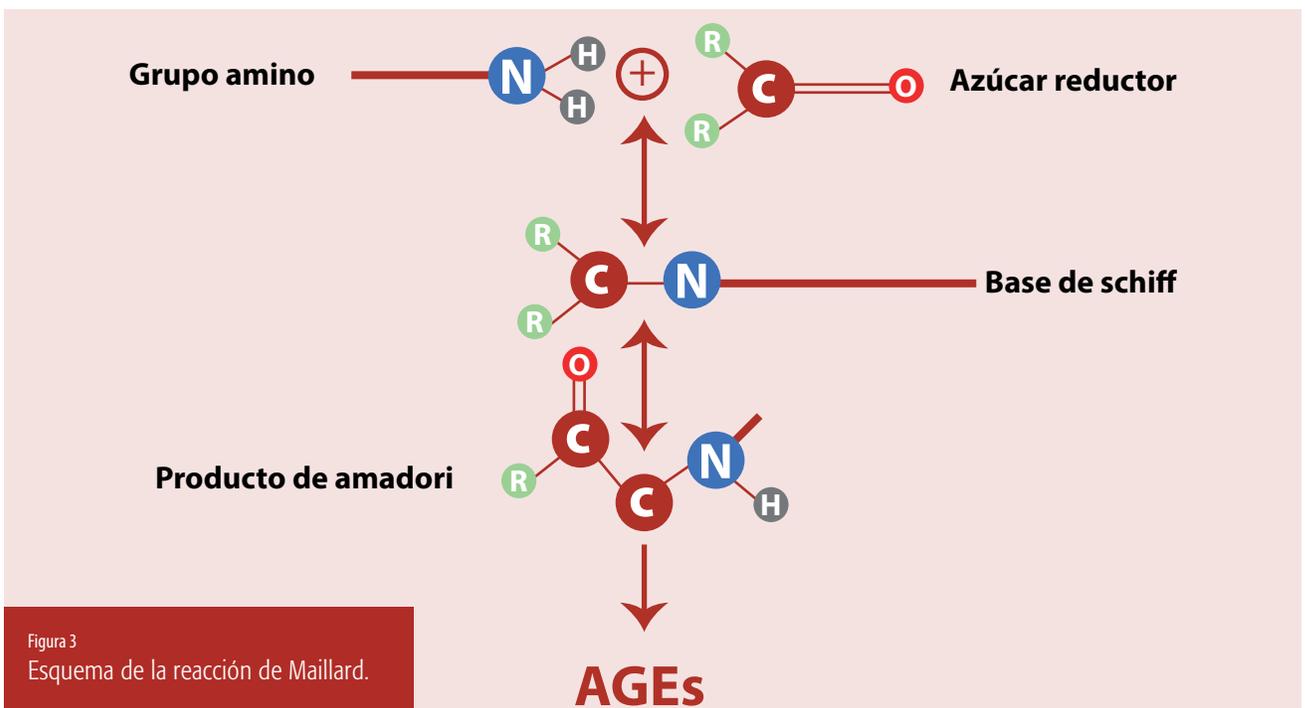


Figura 3  
Esquema de la reacción de Maillard.

Por otro lado, se ha observado que el exceso de AGEs en las condiciones de glucosa elevada y alteraciones en el perfil de lípidos en sangre, se encuentran relacionadas con la unión de la molécula del AGE con la célula, produciendo importantes alteraciones inflamatorias en el organismo. Estos puntos de unión se encuentran abundantemente en tejidos endoteliales como el pulmón, el corazón, entre otros.

Los niveles de AGEs en sangre y alimentos pueden determinarse en laboratorios, lo que permite contrastar resultados con la ingesta de la dieta, calculados por medio de recordatorios de alimentación y cuestionarios de frecuencia alimenticia específicos, validados para determinar el contenido de AGEs. Además, los AGEs también se han propuesto como marcadores biológicos de algunas condiciones, como la diabetes tipo 2, el riesgo de enfermedad cardiovascular, síndrome metabólico,



Figura 4  
Alimentos con exceso de AGEs.



Figura 5  
Pollo crudo, pollo cocido en agua (consomé o sopa), pollo frito; de menor a mayor presencia de AGEs

hiperglucemia, obesidad, sobrepeso, entre otras. En el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se encontró una asociación significativa entre la cantidad de AGEs ingeridos y el aumento de glucosa en sangre (Mendoza-Herrera, Kenny, 2018), así como la asociación entre los puntos de unión de AGEs y la obesidad en población pediátrica (Vega-Cárdenas, M, 2023).

### ¿Qué podemos hacer para disminuir su ingesta en la dieta?

Se recomienda preferir técnicas de cocina que utilicen bajas temperaturas y medios acuosos, como sopas, caldos, etcétera, ver figura 5 y figura 6.

También se debe reducir el consumo de alimentos fritos como la hamburguesa, papas fritas, carnes asadas a la parrilla.

A su vez, es recomendable aumentar el consumo de alimentos crudos y naturales, como verduras, frutas en general y frutos rojos, con propiedades antioxidantes.

Por ejemplo, una manzana contiene 13 AGEs, mientras que las papas fritas contienen 1,323 AGEs; un huevo en omelette sin grasa contiene 90 AGEs, mientras que un huevo frito contiene 2,749 AGEs. Ver tabla 1.

Alimento	AGEa kU/100g	Porción (gramos)	AGE kU/Porción
Almendras	5,473	30	1,642
Almendras rostizadas	6,650	30	1,995
Aguacate	1,577	30	473
Queso crema, Philadelphia original (Kraft)	8,720	30	2,616
Mantequilla	26,480	5	1,324
Cacahuates, mezcla (Kraft)	8,333	30	2,500
Cacahuates, rostizados con cascara	3,440	30	1,032
Filete asado 232 oC X 5 min.	11,270	90	10,143
Hamburguesa (McDonald's)	5,418	90	4,876
Pechuga de pollo frita X 20 min.	9,722	90	8,750
Pollo hervido en agua	1,210	90	1,089
Tocino frito sin aceite X 5 min.	91,577	13	11,905
Queso parmesano molido (Kraft)	16,900	15	2,535
Queso mozzarella, reducido en grasa	1,677	30	503
I huevo frito grande	2,749	45	1,237
I huevo en omelette con Pam	90	30	27
Manzana horneada	45	100	45
Manzana Macintosh	13	100	13
Plátano	9	100	9
Melón	20	100	20

Tabla 1



## GICELA DE JESÚS GALVÁN ALMAZÁN

Es Maestra en Consejería Familiar por el Instituto de Estudios Superiores para el Desarrollo Integral, y Químico Farmacobiólogo por la Facultad de Ciencias Químicas, UASLP. Se desempeña como Técnica Académica en el Laboratorio de Nutrición de CIASS-Facultad de Medicina-CIACYT-UASLP, colabora en varios proyectos, Distribución Geográfica de Riesgos Ambientales, determinantes sociales; su contribución a la carga global de la Leucemia Linfoblástica Aguda, y Determinación de los niveles de RAGE soluble y su asociación con los factores de riesgo cardio metabólico en población infantil.

### Conclusiones

Desde hace tiempo, los AGEs han despertado el interés de la comunidad científica, a pesar de lo complejo de su estudio, representando un reto a la innovación y creatividad. Entretanto, se sigue acumulando evidencia de su papel en el origen de enfermedades crónico-degenerativas. 



Figura 6  
Distintos grados de pan tostado, de menor a mayor presencia de AGEs.

### Referencias bibliográficas:

- Mendoza-Herrera, K., Aradillas-García, C., Mejía-Díaz, M. A., Alegría-Torres, J. A., Garay-Sevilla, M. E., & Luevano-Contreras, C. (2018). Association of Dietary Advanced Glycation End Products with Metabolic Syndrome in Young Mexican Adults. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 5(4), 128. <https://doi.org/10.3390/medicines5040128>
- Takeuchi, M.; Sakasai-Sakai, A.; Takata, T.; Takino, J.-i.; Koriyama, Y. Effects of Toxic AGEs (TAGE) on Human Health. *Cells* 2022, 11, 2178. <https://doi.org/10.3390/cells11142178>
- Twarda-Clapa, A.; Olczak, A.; Białkowska, A.M.; Koziolkiewicz, M. Advanced Glycation End-Products (AGEs): Formation, Chemistry, Classification, Receptors, and Diseases Related to AGEs. *Cells* 2022, 11, 1312. <https://doi.org/10.3390/cells11081312>
- Vega-Cárdenas, M., Vargas-Morales, J. M., Portales-Pérez, D. P., Gómez-Ojeda, A., Luevano-Contreras, C., & Aradillas-García, C. (2023). Receptor soluble para productos finales de glicación avanzada (sRAGE) en la obesidad infantil: asociación con la expresión génica de RAGE y marcadores cardiometabólicos. *Nutrición hospitalaria*, 40(5), 960–966. <https://doi.org/10.20960/nh.04666>



Figura 7  
Frutos rojos que contienen polifenoles antioxidantes.