

# INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

## La nutrigenómica: el estudio de la interacción entre los alimentos y el ADN

Jorge Alejandro Alegría Torres\*

### Palabras clave:

Compuesto bioactivo, expresión genética, nutrigenómica, nutrigenética.

### El genoma humano

Toda la información genética que hemos heredado de nuestros padres está contenida en el ADN dentro del núcleo de cada célula, organizándose en unidades de información llamadas genes. En el año 2003, se dio a conocer la secuencia completa del ADN de la especie humana gracias a un consorcio de investigadores llamado Proyecto Genoma Humano (HGP, por sus siglas en inglés). El genoma es entonces el total de genes de un individuo y se estima que la especie humana posee alrededor de 25 000 genes. A pesar de ello, no todos los genes se expresan. Para poder albergar tanta información en nuestras células microscópicas, es necesario que el ADN esté superenrollado con la intervención de proteínas accesorias llamadas histonas. Por lo tanto, la activación de un gen está en función de muchos factores, entre ellos el grado de enrollamiento en que se encuentre la región del ADN

en donde esté contenido un gen en particular así como la accesibilidad de la maquinaria responsable de copiar la información de ese gen en forma de ARN, proceso conocido como transcripción, para posteriormente traducirse hasta una proteína (figura 1).

### Los alimentos y la expresión genética

La regulación de la expresión de los genes ha sido motivo de muchos años de investigación por los estudiosos del ADN y cada vez se conocen más a detalle los mecanismos por los cuales un gen se expresa. Hoy en día es bien sabido que los estilos de vida y la alimentación juegan un papel muy importante en esta regulación. Los alimentos no solamente son la fuente de energía para todas las actividades que realizamos sino que algunos de ellos poseen compuestos bioactivos, llamados así por la capacidad que tienen para cambiar la estructura del ADN y con ello favorecer o impedir

\* Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Farmacia, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato.  
Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto., México, C.P. 36050. Teléfono: 473 7329996, extensión: 8130. Correo electrónico: ja.alegriatorres@ugto.mx

la expresión genética. Las modificaciones que sufre el genoma por los compuestos bioactivos son de tipo químicas y pueden ser revertidas y heredadas a las generaciones subsecuentes, esto es conocido como Epigenética. La principal modificación química del ADN es la metilación, mientras que las histonas pueden sufrir metilación, acetilación, fosforilación, ubiquitinación y sumolización. Todas estas modificaciones cambian la organización espacial del genoma, regulando la expresión de los genes. Al estudio del impacto de los nutrientes sobre los genes y su expresión se le conoce como Nutrigenómica. Dentro de la investigación nutrigenómica también se estudian las variaciones genéticas individuales que nos hacen responder de forma diferente a los alimentos, concepto conocido como Nutrigenética. Por ejemplo, si el objetivo de un estudio es evaluar los perfiles de expresión genética de un grupo de mujeres embarazadas suplementadas con ácido fólico comparadas con otro grupo no suplementado, decimos que es un abordaje de nutrigenómica. Si por otro lado el interés es conocer las variaciones genéticas de una persona que dan una respuesta de intolerancia a la piña, hablamos de nutrigenética (figura 2).

En el campo de la Nutrigenómica, cada vez se conocen más alimentos con compues-

tos bioactivos que pueden regular la expresión de los genes, entre los procesos más estudiados está la acetilación de las histonas. En la tabla 1 se presentan algunos ejemplos de este efecto.

### El futuro de la Nutrigenómica

Gracias al conocimiento de los efectos de los compuestos bioactivos de los alimentos sobre la expresión genética es posible sugerir planes de alimentación específicos para el manejo y tratamiento de muchas enfermedades humanas. El diseño de dietas individualizadas basado en el genoma permitirá prevenir y controlar enfermedades, sobre todo aquellas clasificadas como enfermedades crónicas no transmisibles, donde están incluidas las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. En el caso de los trastornos relacionados con el corazón y los vasos sanguíneos (cardiopatías y arteriopatías), el riesgo de padecerlas se incrementa por los niveles elevados de lípidos en la sangre lo cual puede deberse a defectos en los genes de las enzimas y receptores involucrados en el mantenimiento del equilibrio de los lípidos en circulación. Por otra parte, los defectos en genes reguladores del balance entre la proliferación y muerte celular, puede desencadenar cáncer. Precisamente entre los

<sup>1</sup> El Cd (cadmio) se encuentra ampliamente distribuido en la cuenca con rangos por encima de los catalogados a nivel internacional como normales (en suelos normales se encuentra entre 0.06 y 1.1 mg. kg-1). Y en León, el arsénico, el cromo —con ‘área crítica’ situada entre la ciudad y el poblado El Toro—, el mercurio y el níquel tienen significado en los suelos y sedimentos de esta área. (Hernández-Silva 2005, 45).

<sup>2</sup> La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) del agua del río Turbio (principal cauce del municipio de León) es evaluada como altamente contaminada, ya que sus niveles superan los 120 mg/L. Asimismo, debido a que la demanda de Química de Oxígeno (DQO) del agua se encuentra en un rango mayor de 20 mg/l y menos o igual a 200 mg/L, es considerada como contaminada. Por último, los sólidos suspendido totales en el agua se encuentran entre buena y aceptable calidad dado que los niveles se presentan en un rango mayor de 25 mg/L y menor o igual a 120 mg/L. Por lo tanto, dados los resultados de la evaluación, el agua superficial para el municipio de León es considerada como contaminada. (Municipio de León, 2013, p. 166)

<sup>3</sup> Según información proporcionada por la Cámara de la Industria Curtidora (CICUR, 2013), se calcula que cerca del 92% de la industria curtidora en el municipio de León realizan actividades mínimas o nulas de tratamiento de sus efluentes y el resto de las tareas para sanearlos las canalizan hacia plantas de tratamiento municipales de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL).

alimentos considerados anticancerígenos se encuentran las verduras crucíferas que incluyen la col rizada, el repollo y el brócoli. Estos alimentos deben sus propiedades a la capacidad de sus compuestos bioactivos para reducir la proliferación de células cancerosas a través de la regulación de los procesos de acetilación-desacetilación de las histonas y de la metilación del ADN. Por lo tanto, la Nutrigenómica es sin lugar a dudas un área de estudio con enorme potencial para el desarrollo de nuevas investigaciones sobre las propiedades terapéuticas de los alimentos.

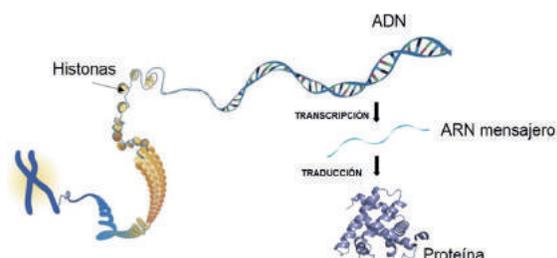


Figura 1. El superenrollamiento del ADN y la expresión genética. Fuente: <http://biomedicalcomputationreview.org/content/function-dna-form>

## REFERENCIAS

Alegría-Torres, J. A., Baccarelli, A., & Bollati, V. (2011). Epigenetics and lifestyle. *Epigenomics*, 3, 267–277.

Vahid, F., Zand, H., Nosrat-Mirshekarlou, E., Najafi, R., & Hekmatdoost, A. (2015). The role dietary of bioactive compounds on the regulation of histone acetylases and deacetylases: a review. *Gene.*, 562, 8-15.

Sales, N. M., Pelegrini, P. B., & Goersch, M. C. (2014). Nutrigenomics: definitions and advances of this new science. *J Nutr Metab.*, 202759.

Royston, K. J., & Tollefsbol, T. O. (2015). The Epigenetic Impact of Cruciferous Vegetables on Cancer Prevention. *Curr Pharmacol Rep.*, 1, 46-51.

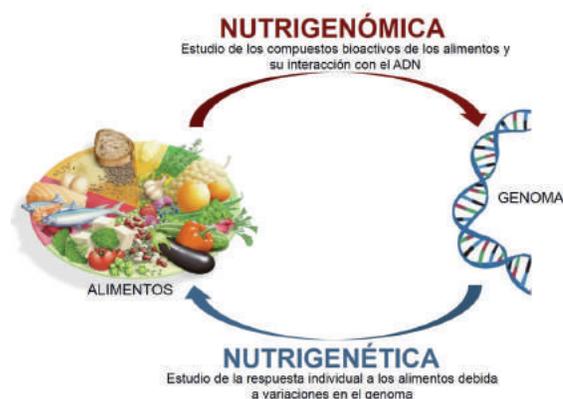


Figura 2. Estudio de la interacción ADN-nutrientes. Fuente: <https://canceractitudesganadoras.wordpress.com/category/alimentos-anti-cancer>

Tabla 1. Compuestos bioactivos reguladores de la acetilación de las histonas.

| Compuesto bioactivo               | Fuente alimentaria                               |
|-----------------------------------|--|
| Sulforafano                       | Crucíferas: brócoli, repollo y col rizada        |
| Curcumina                         | Cúrcuma  |
| Epigallocatequina-3-galato (EGCG) | Té verde   |
| Butirato                          | Queso y mantequilla                              |
| Resveratrol                       | Arándanos, moras, pasas, cacahuates y vino tinto |
| Genisteina                        | Frijol de soya y productos de la soya            |
| Fenil isotiocianato               | Crucíferas                                       |
| Disulfuro de dialilo              | Ajo  |
| Quercetina                        | Trigo sarraceno o alforfón                       |
| Elagitaninos                      | Granadas, frambuesas y nueces                    |