

# Nutrigenómica y nutrigenética: el camino hacia la nutrición personalizada

## Nutrigenomics and nutrigenetics: the path to personalized nutrition

Noel Taboada Lugo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1254-8087>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Centro Provincial de Genética Médica de Villa Clara, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [noeltl@infomed.sld.cu](mailto:noeltl@infomed.sld.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** la aplicación de las técnicas de la Biología Molecular y el éxito del Proyecto Genoma Humano han abierto una nueva era tanto en Medicina como en Nutrición. El progreso de la Nutrigenómica y la Nutrigenética estará ligado a la utilización de dietas personalizadas para retrasar el inicio de la enfermedad y optimizar el mantenimiento de la salud humana.

**Objetivos:** abordar el desarrollo de las Ciencias Ómicas y exponer las diferencias entre los conceptos de Nutrigenómica y Nutrigenética y su relación con la concepción de una nutrición personalizada.

**Método:** se realizó una revisión bibliográfica de textos recopilados en las bases de datos Medline, Lilacs, y Cochrane.

**Desarrollo:** las Ciencias Nutricionales han puesto de manifiesto la relación que existe entre alimentación-nutrición y salud. Cuando se revisa la literatura científica que recoge las interacciones entre genes y nutrientes y entre la dieta, sus componentes y el genoma llama la atención que los términos que aparecen en muchas publicaciones y sus definiciones llevan a veces a cierto tipo de confusión.

**Conclusiones:** después de revisar los conocimientos actuales de la Genómica nutricional se aprecia que se dan los primeros pasos en este nuevo, excitante y prometedor campo de la nutrición personalizada. En cualquier caso, y no a muy largo plazo, la integración de la Genómica en las Ciencias de la nutrición permitirá incrementar la efectividad de las intervenciones nutricionales, tanto a nivel clínico como poblacional.

**Palabras clave:** nutrigenómica; nutrigenética; nutrición personalizada

### ABSTRACT

**Introduction:** The application of molecular biology techniques and the success of the Human Genome Project have opened a new era in both medicine and nutrition. Progress in nutrigenomics and nutrigenetics will be linked to the use of personalized diets to delay the onset of disease and optimize the maintenance of human health.

**Objectives:** To address the development of the Omic Sciences and explain the differences between the concepts of nutrigenomics and nutrigenetics and their relationship to the concept of personalized nutrition.

**Method:** A bibliographic review of texts compiled in the Medline, Lilacs, and Cochrane databases was conducted.

**Development:** Nutritional sciences have highlighted the relationship between diet, nutrition, and health. When reviewing the scientific literature that covers the interactions between genes and nutrients and

between diet, its components, and the genome, it is striking that the terms that appear in many publications and their definitions sometimes lead to a certain degree of confusion.

**Conclusions:** After reviewing current knowledge of nutritional genomics, we see that the first steps have been taken in this new, exciting, and promising field of personalized nutrition. In any case, and not in the near future, the integration of genomics into nutritional sciences will increase the effectiveness of nutritional interventions, both at the clinical and population levels.

**Key words:** nutrigenomics; nutrigenetics; personalized nutrition

Recibido: 03/10/2024

Aprobado: 06/03/2025

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de las técnicas de la Biología Molecular y el éxito del Proyecto Genoma Humano han abierto una nueva era tanto en Medicina como en Nutrición.

Un gran número de genes del genoma humano codifican las proteínas que median y controlan (o ambos) los procesos nutricionales. Aunque parte de la información sobre los genes, su localización cromosómica, su estructura y su función ha sido recopilada, se está lejos de comprender la forma orquestada en que tiene lugar el metabolismo.<sup>(1)</sup>

Se acepta que los nutrientes (tanto los macronutrientes como los micronutrientes) alteran los procesos moleculares tales como la estructura del ADN (ácido desoxirribonucleico), la expresión genética y el metabolismo, y cada uno a su vez puede alterar el inicio de la enfermedad, su desarrollo o su progresión.<sup>(2)</sup>

Las variaciones genéticas individuales pueden alterar el modo en que los nutrientes son asimilados, metabolizados, almacenados o excretados por parte del organismo. Las mismas herramientas y los mismos métodos utilizados en farmagenómica (análisis de polimorfismos, perfiles de expresión genética, proteómica, metabolómica, y bioinformática) son utilizados para examinar las respuestas individuales a la alimentación.<sup>(3)</sup>

El progreso de la Nutrigenómica y Nutrigenética estará ligado a la utilización de dietas personalizadas para retrasar el inicio de la enfermedad y optimizar el mantenimiento de la salud humana.<sup>(1,4)</sup>

Los objetivos de la presente revisión son abordar el desarrollo de las Ciencias Ómicas, exponer las diferencias entre los conceptos de Nutrigenómica y Nutrigenética y su relación con la concepción de una nutrición personalizada.

La utilidad de la revisión radica en ofrecer a los profesionales de la salud un acercamiento a la nutrición personalizada, la que cobra cada día mayor relevancia porque, a diferencia de las dietas genéricas que pueden llevar a resultados temporales, tiende a ser más eficaz y a ofrecer resultados sostenibles a largo plazo. Al basarse en un genoma único y a un estilo de vida, los cambios que se realicen serán más fáciles de mantener y los resultados más duraderos.

## MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos indexados en las bases de datos Medline/PubMed, Bireme (Scielo, Lilacs) y Cochrane. Se estructuró la fórmula de búsqueda en dependencia de la sintaxis de cada base de datos. Se emplearon como filtros el idioma (español e inglés) y el año de publicación (de 2019 a 2023). Para la búsqueda de la información se empleó una fórmula avanzada con el empleo de los términos: "Nutrigenómica", "Nutrigenética", "Nutrición personalizada". Los términos se relacionaron con el empleo de operadores booleanos como AND.

## DESARROLLO

A partir de la secuenciación completa del genoma humano se han desarrollado nuevas áreas de investigación de los sistemas biológicos, las que han sido agrupadas en las denominadas Ciencias Ómicas, entre las que se encuentran la Genómica, la Proteómica, la Transcriptómica y la Metabolómica.<sup>(5)</sup> En los últimos años ha cobrado un enorme protagonismo la denominada Epigenómica o Epigenética, términos propuestos por Waddington para referirse a los cambios reversibles en el ADN que determinan la expresión o no de los genes en dependencia de factores ambientales y, particularmente, nutricionales. La Genómica estudia a los genomas de los individuos, lo que incluye la secuenciación y el análisis del ADN, para identificar nuevos genes y variaciones dentro de ellos (polimorfismos) y su comparación con secuencias genómicas de otras poblaciones.

La Proteómica estudia y compara, cuali y cuantitativamente, el perfil de proteínas (proteoma) presentes en un conjunto de células o tejidos en la presencia o ausencia de una enfermedad. No solo se limita a analizar el resultado de la expresión génica, sino que también estudia las modificaciones postraduccionales que pueden sufrir las proteínas, así como la interacción entre ellas.

La Transcriptómica estudia y compara los ARN (ácido ribonucleico) y micro-ARN presentes en una célula e identifica los genes que se están expresando en un momento dado y el rol modulador que cumple el micro ARN.

La Metabolómica identifica y cuantifica todos los metabolitos presentes en una célula o tejido u organismo en un momento determinado.

Como se puede apreciar, las ómicas son importantes como disciplinas en si mismas porque ayudan a entender la homeostasis del ser humano en presencia o ausencia de enfermedad y han revolucionado la Nutrición. Han aparecido múltiples áreas de investigación y aplicación entre las que se destacan la Nutrigenómica y la Nutrigenética.<sup>(7,8,9,10)</sup>

Cuando se revisa la literatura científica que recoge las interacciones entre genes y nutrientes y entre la dieta, sus componentes y el genoma lo primero que llama la atención es la terminología utilizada. Los términos que aparecen en muchas publicaciones y sus definiciones llevan a veces a cierto tipo de confusión.

La Ciencia de la Nutrición, o mejor, las Ciencias Nutricionales, desde su aparición como disciplina científica en el Siglo XVIII con la revolución química, e incluso si se remonta al conocimiento clásico, y hasta la actualidad, ha puesto de manifiesto la relación que existe entre alimentación-nutrición y salud.<sup>(11)</sup>

La frase hipocrática “La salud en sentido positivo requiere el conocimiento de la constitución primaria del individuo y el poder de los diferentes alimentos, tanto naturales como los que resultan de la habilidad humana” recoge, de manera clara, los conceptos actuales de genoma y de nutrición y se refiere tanto a los alimentos naturales como a los que sufren un tratamiento tecnológico.

Por tanto, la relación entre genes y nutrición y su conexión con el estado de salud positiva como concepto de salud integral (física, mental y social), no es nueva, aunque la información del proyecto genoma humano y el desarrollo de las Ciencias Ómicas han revolucionado en los últimos años la investigación en nutrición.<sup>(12)</sup>

En este contexto de revolución genómica ha nacido la Genómica nutricional, una nueva aproximación a la investigación en epidemiología nutricional y nutrición clínica.

Dentro de la Genómica nutricional existen áreas diferenciadas que se caracterizan por el uso de diferentes herramientas, por las disciplinas implicadas y por los objetivos que persiguen. Las dos actualmente más desarrolladas son la Nutrigenómica y la Nutrigenética, incluida en esta última la Epigenómica o Epigenética nutricional.<sup>(6,12,13)</sup>

La Nutrigenómica se ocupa de los efectos de los nutrientes sobre la transcripción del ADN, de la traducción del mRNA hasta las proteínas, de su procesamiento postraduccionales y de la estabilidad de las proteínas codificadas y de la síntesis de los diferentes metabolitos dentro de las vías y de las rutas metabólicas celulares.<sup>(7,9,14)</sup>

Los nutrientes pueden ser considerados como firmas dietéticas que afectan el metabolismo y la homeostasis celular durante las fases más tempranas de las enfermedades relacionadas con la dieta y determinan en qué medida las características genéticas del individuo contribuyen al inicio, a la incidencia y a la progresión y a la gravedad (o a ambas) de las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta.

Existen dos aproximaciones en la investigación en Nutrigenómica: las basadas y generadas (o ambas) a partir de hipótesis y las que se fundamentan en la Biología de sistemas (genómica funcional).

Esta revista está bajo una licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional — CC BY-NC 4.0

En la primera se pretende, utilizando las herramientas genómicas actuales, incluida la bio-computación (Transcriptómica, Proteómica y Metabolómica), identificar genes, proteínas y metabolitos que se ven afectados por los componentes de la dieta (nutrientes y compuestos bioactivos), conocer cuáles son los mecanismos implicados en esta interacción y, en consecuencia, conocer las vías de regulación a través de las que la dieta induce cambios homeostáticos.

En la segunda se buscan biomarcadores tempranos (genes, proteínas, metabolitos) que se asocian a la actuación de determinados componentes de la dieta, o a la dieta de forma global, que den una señal de alarma acerca de cambios en la homeostasis con implicaciones para la salud.<sup>(15,16)</sup>

Existen numerosos ejemplos que ilustran esta interacción entre los componentes alimentarios y el genoma. Así diferentes oligoelementos como el selenio, un elemento traza que se ha relacionado con la expresión de diferentes genes o grupos de genes en células cancerosas de próstata. En concreto, se afectan grupos de genes incluidos en distintas funciones y componentes celulares como síntesis proteica, adhesión e invasión celular, apoptosis, angiogénesis, citoesqueleto, factores de crecimiento y vías de señalización celular.<sup>(17)</sup>

A diferencia de la Nutrigenómica, la Nutrigenética centra su atención en los efectos que las variantes de secuencias tienen sobre el binomio dieta-enfermedad o los requerimientos nutricionales y las ingestas recomendadas en individuos y poblaciones.<sup>(4,6,7,9,10)</sup>

Para alcanzar sus objetivos, su metodología debe incluir la identificación y la caracterización de las variantes de secuencias que se asocian o que son las responsables de una respuesta diferenciada a determinados nutrientes.

Estas variaciones genéticas a identificar se nombran con el término polimorfismos, que incluye los polimorfismos de un solo nucleótido (single-nucleotide polymorphisms, SNP), las diferencias en el número de copias, las inserciones/delecciones, las duplicaciones y los reordenamientos o reorganizaciones, sin dudas los más frecuentes, porque aparecen cada 1 000 pares de bases, son los SNP.<sup>(3,18)</sup>

Estas diferencias pueden determinar la susceptibilidad de un individuo a padecer una enfermedad relacionada con la dieta o con alguno o algunos de sus componentes, así como influir en la respuesta del individuo a las modificaciones dietéticas y en el establecimiento de los niveles óptimos de los distintos componentes de la dieta (requerimientos nutricionales).

Existe cierto paralelismo entre la Nutrigenética y la Farmacogenética, aunque en el campo de la nutrición es más complicado obtener conclusiones porque existen diferencias importantes entre fármacos y componentes alimentarios en cuanto a su pureza química, al número de objetivos biológicos y sus especificidades y en la duración de la exposición durante toda la vida.<sup>(19)</sup>

En resumen, la Nutrigenética puede llegar a recomendaciones individuales riesgo-beneficio de determinadas dietas o de determinados componentes de ellas. A partir de este concepto se ha desarrollado el término de nutrición personalizada o individualizada.

En los últimos años el concepto de nutrición personalizada ha ganado relevancia en el campo de la salud. La evidencia científica indica que tanto los macros como los micronutrientes son capaces de influir sobre diferentes procesos metabólicos, celulares y moleculares, incluidas la estructura del ADN y la expresión génica, lo que pueden contribuir, directa o indirectamente, al desarrollo o la prevención de numerosas enfermedades asociadas a la nutrición.<sup>(4,6,7,8,9)</sup>

En el futuro la nutrición personalizada será una de las bases de la prevención y el tratamiento de las enfermedades. Hasta ahora se ha hecho mucho énfasis en los polimorfismos que incrementan el riesgo a sufrir alguna enfermedad metabólica o nutricional; sin embargo, la Nutriepigenética podría ayudar a explicar los mecanismos no dependientes de la secuencia genética por los que los nutrientes y otros factores ambientales contribuyen a modular la expresión génica y el desarrollo de enfermedad.<sup>(20)</sup>

Los principales mecanismos epigenéticos son las modificaciones covalentes de las histonas, la metilación del ADN y los ARN no codificantes (como los miRNA). Estos cambios epigenéticos inducidos por factores ambientales parecen ser especialmente importantes en el período perinatal, aunque también se dan en la edad adulta. También pueden ser heredados.

Entre los factores nutricionales que han sido vinculados a modificaciones epigenéticas están los grupos donantes de metilo, la ingesta excesiva o deficiente de proteínas y calorías, algunos ácidos grasos, minerales y vitaminas, así como compuestos de origen vegetal, como polifenoles, isotiocianatos, isoflavonas y catequinas.

Una de las características más interesantes de las marcas epigenéticas es que podrían ser parcialmente reversibles. Por ello, uno de los principales objetivos en este campo es el desarrollo de fármacos o la implementación de tratamientos dietéticos (por ejemplo, la dieta epigenética) que podrían retrasar o incluso revertir estos cambios epigenéticos y, por lo tanto, evitar el desarrollo de enfermedad.<sup>(21)</sup>

La dieta epigenética introduce compuestos bioactivos tales como el sulforafano, la curcumina, el galato de epigallocatequina y el resveratrol, pero también el ácido fólico, la vitamina B12, la colina, el cinc, el selenio y diversos polifenoles que se cree participan en la extensión de la esperanza de vida y ralentizan la progresión de las enfermedades relacionadas con la edad como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer o la obesidad.

Entre los compuestos presentes en los alimentos que han sido vinculados a la aparición de modificaciones epigenéticas están los grupos dadores de metilo (ácido fólico, metionina, colina, betaína y vitamina B12), la ingesta excesiva o deficiente de calorías y proteínas, las dietas ricas en grasa, los ácidos grasos de cadena corta (butirato, acetato y propionato), algunos minerales y vitaminas antioxidantes (vitaminas A, E y C) y diversos compuestos de origen vegetal como distintos polifenoles, catequinas, isoflavonas o isotiocianatos.<sup>(22)</sup>

Hasta ahora, la mayor parte de los estudios se han centrado en los grupos donantes de metilos, en particular en los compuestos que intervienen en el ciclo de la metionina: metionina, folato, colina, biotina y vitaminas B2, B6 y B12. Estos nutrientes o compuestos son básicos para regular los niveles de metilación del ADN y de las histonas y es la S-adenosín-metionina (SAM) la molécula encargada de ceder un grupo metilo a estas macromoléculas.<sup>(21,22,23)</sup>

El gen de la metilen tetrahidrofolato reductasa (MTHFR), enzima que tiene un papel clave en el metabolismo del ácido fólico, presenta varios polimorfismos (SNP) que han sido extensamente estudiados en relación con distintos tipos de enfermedades comunes del adulto como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

Esta enzima interviene en el metabolismo monocarbonado y, de manera indirecta, en las reacciones de metilación. Entre los más estudiados y que están relacionados con distintos defectos congénitos folato-sensibles y con enfermedades comunes del adulto está el C677T, en el que hay un cambio de citosina por timina, lo que determina otro cambio en la enzima de un aminoácido por otro (alanina por valina/A222V).

Este cambio induce la síntesis de una enzima más termolábil y con una actividad específica reducida (50%). Se puede presentar en forma homocigótica (TT) o heterocigótica (CT). Estos cambios tienen implicaciones en la susceptibilidad de los individuos portadores a padecer cierto tipo de enfermedades crónicas en función de los niveles de ingesta de diferentes nutrientes (folatos, vitamina B12 y vitamina B6). Así, el genotipo TT presenta hiperhomocisteinemia y tiene mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares siempre que tenga ingestas bajas de folatos, esta característica no se presenta si la ingesta de esta vitamina es adecuada.<sup>(24)</sup>

El genotipo T se relaciona, en individuos con ingestas adecuadas o altas de folatos, vitamina B12 y vitamina B6, con un menor riesgo de padecer adenomas de colon y carcinoma de colon-recto. Concretamente, el genotipo TT puede tener hasta un 30% menos riesgo de padecer estas dos enfermedades.

Parece que esto puede relacionarse con la menor incorporación errónea de ADN de uracilo y más de timina, evitando las roturas del ADN que aumentan el riesgo de aparición de neoplasias. Sin embargo, es necesaria la ingesta adecuada de estas tres vitaminas del grupo B con una dieta rica en metilo porque la baja ingesta de estas vitaminas, junto con la ingesta de alcohol, aumenta el riesgo de cáncer de colon-recto en los portadores de este polimorfismo.<sup>(25)</sup>

En la actualidad están en investigación activa diversos aspectos relacionados con la influencia de estos polimorfismos, o variantes genéticas, en la susceptibilidad individual a padecer otras muchas enfermedades. La complejidad de las interacciones entre los genes y la dieta hace que aún se esté lejos de conocer y comprender el verdadero papel de las variantes genéticas y su modulación por los componentes de la dieta.

## CONCLUSIONES

Después de revisar los conocimientos actuales de la genómica nutricional se aprecia que se dan los primeros pasos en este nuevo, excitante y prometedor campo de la nutrición personalizada. En cualquier caso, y no a muy largo plazo, la integración de la genómica en las Ciencias de la nutrición permitirá incrementar la efectividad de las intervenciones nutricionales tanto a nivel clínico como poblacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martí A, Moreno-Aliaga J, Zulet MA, Martínez JA. Avances en nutrición molecular: nutrigenómica y/o nutrigenética. *Nutr Hosp* [Internet]. 2005 [citado 29/06/2024]; 20(3): [aprox. 3p.]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112005000400001](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112005000400001)
2. Sánchez ZE. Epigenética: conectando nutrición con programación fetal [Tesis]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2023 Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/61306/TFG-M-N3097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Castillo C. Interacciones entre los principales polimorfismos asociados con la obesidad y la dieta: una revisión sistemática [Tesis]. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata; 2024 Disponible en: [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/161942/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/161942/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
4. Marcum JA. Nutrigenetics/Nutrigenomics, personalized nutrition, and precision healthcare. *Curr Nutr Rep* [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 9:[aprox.3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32578026/>  
<https://doi.org/10.1007/s13668-020-00327-z>
5. Chaudhary S, Chaudhary P, Patel S. Genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics approaches. In: Naeem M, Aftab T, Khan MMA. *Fenugreek. Biology and applications* [Internet]. Singapore: Springer. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-1197-1>  
[https://doi.org/10.1007/978-981-16-1197-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-981-16-1197-1_16)
6. Meilliana A, Wijaya A. Nutrigenetics, nutrigenomics and precision nutrition. *Indones Biomed J* [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 12(3): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://inabj.org/index.php/ibj/article/view/1158>
7. Lagoumintzis G, Patrinos GP. Triangulating nutrigenomics, metabolomics and microbiomics toward personalized nutrition and healthy living. *Hum Genomics* [Internet]. 2023 [citado 29/06/2024]; 17(1): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38062537/>  
<https://doi.org/10.1186/s40246-023-00561-w>
8. Mehta NH, Huey SL, Kuriyan R, Peña-Rosas JP, Finkelstein JL, Kashyap S, et al. Potential mechanisms of precision nutrition-based interventions for managing obesity. *Adv Nutr* [Internet]. 2024 [citado 29/06/2024]; 15(3): [aprox. 2p.] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100186>
9. Dhanapal AT, Wuni R, Ventura EF, Chiet TK, Cheah ESG, Loganathan A, et al. Implementation of nutrigenetics and nutrigenomics research and training activities for developing precision nutrition strategies in Malaysia. *Nutrients* [Internet]. 2022 [citado 29/06/2024]; 14(23):[aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36501140/> <https://doi.org/10.3390/nu14235108>
10. Ferguson L, Barnett M. Nutrigenomics and nutrigenetics research in New Zealand, and its relevance and application to gastrointestinal health. *Nutrients* [Internet]. 2022 [citado 29/06/2024]; 14(9): [aprox. 2p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35565709/>  
<https://doi.org/10.3390/nu14091743>
11. Aldaya MM, Beriain MJ. Hacia una alimentación sana y sostenible. *Rev Esp Nutr Hum Diet* [Internet]. 2021 [citado 29/06/2024]; 25(Supl. 3): [aprox. 2p.]. Disponible en: <https://renhyd.org/renhyd/article/view/1595>
12. Mullins VA, Bresette W, Johnstone L, Hallmark B, Chilton FH. Genomics in personalized nutrition: can you "eat for your genes"? *Nutrients* [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 12(10): [aprox. 2p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33065985/> <https://doi.org/10.3390/nu12103118>
13. McGuire AL, Gabriel S, Tishkoff SA, Wonkam A, Chakravarti A, Furlong EEM, et al. The road ahead in genetics and genomics. *Nat Rev Genet* [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 21(10): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32839576/> <https://doi.org/10.1038/s41576-020-0272-6>
14. Habib N, Idrissi Azami A, Aberkani K, Motaib I, Bakkali F, Ghazal H. Nutrigenomics and transcriptomics for a personalized nutrition. In: Chatoui H, Merzouki M, Moummou H, Tilaoui M, Saadaoui

- N, Brhich A. Nutrition and Human Health [Internet]. Berlín: Springer International Publishing; 2022. Disponible en: <https://www.springerprofessional.de/correction-to-nutrigenomics-and-transcriptomics-for-a-personaliz/23436476> [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93971-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93971-7_24)
15. Gürsoy G, Li T, Liu S, Ni E, Brannon CM, Gerstein MB. Functional genomics data: privacy risk assessment and technological mitigation. Nat Rev Genet [Internet]. 2022 [citado 29/06/2024]; 23(4): [aprox. 2p.] Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34759381/> <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00428-7>
16. Pazmiño JD. Perspectivas dietéticas de la alimentación materna prenatal en el desarrollo del ámbito autista [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38867/1/Pazmi%c3%b1o%20Pe%c3%b1a%20Joel%20David.pdf>
17. Jiang J, Chen B, Tang B, Wei Q. Selenium in prostate cancer: prevention, progression, and treatment. Pharmaceuticals (Basel) [Internet]. 2023 [citado 29/06/2024]; 16(9): [aprox. 2p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37765058/> <https://doi.org/10.3390/ph16091250>
18. Kiani AK, Bonetti G, Donato K, Kaftalli J, Herbst KL, Stuppia L, et al. Polymorphisms, diet and nutrigenomics. J Prev Med Hyg [Internet]. 2022 [citado 29/06/2024]; 63(2 Suppl 3): E125-E141. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9710387/> <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2754>
19. Rahawi S, Naik H, Blake KV, Owusu Obeng A, Wasserman RM, Seki Y, et al. Knowledge and attitudes on pharmacogenetics among pediatricians. J Hum Genet [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 65(5): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31983733/> <https://doi.org/10.1038/s10038-020-0723-0>
20. Gabbianelli R, Bordoni L, Morano S, Calleja-Agius J, Lalor JG. Nutri-Epigenetics and Gut Microbiota: How Birth Care, Bonding and Breastfeeding Can Influence and Be Influenced? Int J Mol Sci [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 21(14): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7404045/> <https://doi.org/10.3390/ijms21145032>
21. Taboada Lugo N. Factores epigenéticos involucrados en el origen de defectos congénitos relacionados con la deficiencia materna de ácido fólico y otros micronutrientes. Acta Med Centro [Internet]. 2019 [citado 29 /06/2024]; 13(3): [aprox. 2p.] Disponible en: <https://scielo.sld.cu/pdf/amdc/v13n3/2709-7927-amdc-13-03-439.pdf>
22. Divella R, Danielle A, Savino E, Paradiso A. Anticancer effects of nutraceuticals in the Mediterranean diet: An epigenetic diet model. Cancer Genomics Proteomics [Internet]. 2020 [citado 29/06/2024]; 17(4): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7367609/> <https://doi.org/10.21873/cgp.20193>
23. Taboada Lugo N. Factores genéticos y ambientales en madres con descendencia afectada por defectos congénitos folato-sensibles en Villa Clara [Tesis]. Santa Clara: Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara; 2022 Disponible en: <https://tesis.sld.cu/index.php/index.php?P=FullRecord&ID=2076>
24. Taboada Lugo N, Herrera MM, Ferreira CRP, Almaguer MLE, Collazo MT, Gómez MM. Association between maternal C677T (rs1801133) polymorphism and neural tube defects in Villa Clara, Cuba: A population-based study. EC Gynaecol [Internet]. 2023 [citado 29/06/2024]; 12(2): [aprox. 2p.] Disponible en: <https://ecronicon.net/ecgy/association-between-maternal-c677t-rs1801133-polymorphism-and-neural-tube-defects-in-villa-clara-cuba-a-population-based-study>
25. Ghorbani M, Azghandi M, Khayami R, Baharara J, Kerachian MA. Association of MTHFR C677T variant genotype with serum folate and Vit B12 in Iranian patients with colorectal cancer or adenomatous polyps. BMC Medical Genomics [Internet]. 2021 [citado 29/06/2024]; 14(1): [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34645434/> <https://doi.org/10.1186/s12920-021-01097-5>

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

### Contribución de autores

NTL: Conceptualización, análisis formal, metodología, investigación, visualización, redacción del borrador inicial y versión final del manuscrito