

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Alimentación, gastronomía y ciencias ómicas

Encuentro de Expertos 2017

24 y 25 de abril de 2017

Donostia-San Sebastián

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral | Sociedad Española de Nutrición | Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral | Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

© Copyright 2018. SENPE y © ARÁN EDICIONES, S.L.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin la autorización por escrito del titular del Copyright.

La editorial declina toda responsabilidad sobre el contenido de los artículos que aparezcan en esta publicación.  
Publicación bimensual con 6 números al año

Tarifa suscripción anual (España): profesional 240 € + IVA - Instituciones 275 € + IVA  
Tarifa suscripción anual (Internacional): profesional 400 € + IVA - Instituciones 514 € + IVA

Esta publicación se encuentra incluida en EMBASE (Excerpta Medica), MEDLINE (Index Medicus), Scopus, Chemical Abstracts, Cinahl, Cochrane plus, Ebsco, Índice Médico Español, preIBECS, IBECS, MEDES, SENIOR, Scielo, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidsline y Health Planning Administration.

La revista *Nutrición Hospitalaria* es una revista open access, lo que quiere decir que todo su contenido es accesible libremente sin cargo para el usuario individual y sin fines comerciales. Los usuarios individuales están autorizados a leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar a los textos completos de los artículos de esta revista sin permiso previo del editor o del autor, de acuerdo con la definición BOAI (Budapest Open Access Initiative) de open access.

Esta revista se publica bajo licencia CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).



La reutilización de los trabajos puede hacerse siempre y cuando el trabajo no se altere en su integridad y sus autores sean adecuadamente referenciados o citados en sucesivos usos, y sin derecho a la producción de obras derivadas.

## Suscripciones

C/ Castelló, 128, 1.º - 28006 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87  
e-mail: [suscripc@grupoaran.com](mailto:suscripc@grupoaran.com)

Publicación autorizada por el Ministerio de Sanidad como Soporte Válido, Ref. SVP. Núm. 19/05-R-CM.  
ISSN (versión papel): 0212-1611. ISSN: (versión electrónica): 1699-5198  
Depósito Legal: M-34.850-1982

ARÁN EDICIONES, S.L.

C/ Castelló, 128, 1.º - 28006 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87  
e-mail: [nutricion@grupoaran.com](mailto:nutricion@grupoaran.com)  
[www.grupoaran.com](http://www.grupoaran.com)

ARÁN

[www.nutricionhospitalaria.org](http://www.nutricionhospitalaria.org)

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Director

José Manuel Moreno Villares  
Departamento de Pediatría. Clínica Universidad de Navarra. Madrid  
jmorenov@unav.es

## Subdirector

Gabriel Olveira Fuster  
UGC de Endocrinología y Nutrición. Hospital Regional Universitario de Málaga  
gabrielolveiracasa@gmail.com

## Director Emérito

Jesús M. Culebras Fernández  
De la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid y del Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León. Ac. Profesor Titular de Cirugía  
doctorculebras@gmail.com

## Coordinadores del Comité de Redacción

### Alicia Calleja Fernández

Universitat Oberta de Catalunya (Barcelona)  
calleja.alicia@gmail.com

### Ángel M. Caracuel García

Hospital Regional Universitario de Málaga (Málaga)  
angelm.caracuel.sspa@juntadeandalucia.es

### Álex González de Agüero

Universidad de Zaragoza (Zaragoza)  
alexgonz@unizar.es

### Ignacio Jáuregui Lobera

Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)  
ijl@tcas Sevilla.com

### Rosa Angélica Lama Moré

Centro Médico D-medical (Madrid)  
d-medical15@d-medical.es

### Luis Miguel Luengo Pérez

H. U. Infanta Cristina (Badajoz)  
luismiluengo@yahoo.es

### Daniel de Luis Román

H. U. de Valladolid (Valladolid)  
daduluis@yahoo.es

### Isabel Martínez del Río

Centro Médico Nacional 20 de noviembre. ISSSTE (México)  
imrr@yahoo.com

### Miguel A. Martínez Olmos

C. H. U. de Santiago (Santiago de Compostela)  
miguel.angel.martinez.olmos@sergas.es

### M.ª Dolores Mesa García

Universidad de Granada (Granada)  
mdmesa@ugr.es

### Consuelo Pedrón Giner

Sección de Gastroenterología y Nutrición. H. I. U. Niño Jesús (Madrid)  
consuelocarmen.pedron@salud.madrid.org

### María Dolores Ruiz López

Catedrática de Nutrición y Bromatología Universidad de Granada (Granada)  
mdruiz@ugr.es

### Francisco J. Sánchez-Muniz

Departamento de Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense (Madrid)  
frasan@ucm.es

### Alfonso Vidal Casariego

C. H. U. de Ferrol (A Coruña)  
avicyo@hotmail.com

### Carmina Wanden-Berghe

Hospital Gal. Univ. de Alicante ISABIAL-FISABIO (Alicante)  
carminaw@telefonica.net

## Comité de Redacción

Julia Álvarez Hernández (H. U. de Alcalá, Madrid)

M.ª Dolores Ballesteros Pomar (Complejo Asis. Univ. de León, León)

Teresa Bermejo Vicedo (H. Ramón y Cajal, Madrid)

Patricia Bolaños Ríos (Inst. de Ciencias de la Conducta, Sevilla)

Irene Bretón Lesmes (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Rosa Burgos Peláez (H. Vall d'Hebrón, Barcelona)

Miguel Ángel Cainzos Fernández (Univ. de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela)

Miguel Ángel Carballo Caballero (H. Campo Grande, Valladolid)

José Antonio Casajús Mallén (Universidad de Zaragoza, Zaragoza)

Sebastián Celaya Pérez (H. C. U. Lozano Blesa, Zaragoza)

Ana I. Cos Blanco (H. U. La Paz, Madrid)

Cristina Cuerda Compés (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Ángeles Franco-López (H. U. del Vinalopó, Elche, Alicante)

Raimundo García García (H. San Agustín, Avilés, Asturias)

V. García Mediavilla (IBIOMED, Universidad de León, León)

Pilar García Peris (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Carmen Gómez-Candela (H. U. La Paz, Madrid)

Javier González Gallego (Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León)

Marcela González-Gross (Univ. Politécnica de Madrid, Madrid)

Francisco Jorquera Plaza (Complejo Asist. Univ. de León, León)

Miguel León Sanz (H. U. 12 de Octubre, Madrid)

Gonzalo Martín Peña (Hospital de La Princesa, Madrid)

María Cristina Martín Villares (H. Camino de Santiago, Ponferrada, León)

José Luis Máuriz Gutiérrez (IBIOMED, Universidad de León, León)

Alberto Miján de la Torre (Hospital General Yagüe, Burgos)

Juan Carlos Montejo González (H. U. 12 de Octubre, Madrid)

Paloma Muñoz-Calero Franco (H. U. de Móstoles, Madrid)

Juan José Ortiz de Urbina González (Complejo Asist. Univ. de León, León)

Carlos Ortiz Leyba (Hospital Virgen del Rocío, Sevilla)

Pedro Pablo García Luna (H. Virgen del Rocío, Sevilla)

Venancio Palacios Rubio (H. Miguel Servet, Zaragoza)

José Luis Pereira Cunill (H. Virgen del Rocío, Sevilla)

Antonio Pérez de la Cruz (Universidad de Granada, Granada)

Nuria Prim Vilaró (H. Vall d'Hebrón, Barcelona)

Pilar Riobó Serván (Fundación Jiménez Díaz, Madrid)

José Antonio Rodríguez Montes (H. U. La Paz, Madrid)

Inmaculada Ruiz Prieto (Inst. de Ciencias de la Conducta, Sevilla)

Jordi Salas Salvadó (H. U. de Sant Joan de Reus, Tarragona)

Jesús Sánchez Nebra (Hospital Montecelo, Pontevedra)

Javier Sanz Valero (Universidad de Alicante, Alicante)

Ernesto Toscano Novella (Hospital Montecelo, Pontevedra)

M.ª Jesús Tuñón González (Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León)

Gregorio Varela Moreira (Univ. CEU San Pablo, Madrid)

Clotilde Vázquez Martínez (H. Ramón y Cajal, Madrid)

Salvador Zamora Navarro (Universidad de Murcia, Murcia)

## Consejo Editorial Iberoamericano

### Coordinador

A. Gil Hernández  
Univ. de Granada (España)

C. Angarita (Centro Colombiano de Nutrición Integral y Revista Colombiana de Nutrición Clínica, Colombia)

E. Atalah (Universidad de Chile, Revista Chilena de Nutrición, Chile)

M. E. Camilo (Universidad de Lisboa, Portugal)

F. Carrasco (Asociación Chilena de Nutrición Clínica y Metabolismo, Universidad de Chile, Chile)

A. Criveli (Revista de Nutrición Clínica, Argentina)

Jesús M. Culebras (Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, España)

J. Faintuch (Hospital das Clínicas, Brasil)

M. C. Falção (Revista Brasileira de Nutrición Clínica, Brasil)

A. García de Lorenzo (Hospital Universitario La Paz, España)

D. H. De Girolami (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

A. Jiménez Cruz (Univ. Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California, México)

J. Klaassen (Revista Chilena de Nutrición, Chile)

G. Kliger (Hospital Universitario Austral, Argentina)

L. Mendoza (Asociación Paraguaya de Nutrición, Paraguay)

Luis A. Moreno (Universidad de Zaragoza, España)

S. Muzzo (Universidad de Chile, Chile)

L. A. Nin Álvarez (Universidad de Montevideo, Uruguay)

F. J. A. Pérez-Cueto (Universidad de la Paz, Bolivia)

M. Perman (Universidad Nacional del Litoral, Argentina)

J. Sotomayor (Asociación Colombiana de Nutrición Clínica, Colombia)

H. Vannucchi (Archivos Latino Americanos de Nutrición, Brasil)

C. Velázquez Alva (Univ. Autónoma Metropolitana, Nutrición Clínica de México, México)

D. Waitzberg (Universidad de São Paulo, Brasil)

N. Zavaleta (Universidad Nacional de Trujillo, Perú)

# Nutrición Hospitalaria



## JUNTA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

### Presidencia

Dr. Miguel León Sanz

### Vicepresidencia

Lluisa Bordejé Laguna

### Secretaria

Rosa Burgos Peláez

### Coordinador Comité Científico-Educacional

Cristina Cuerda Compés

### Tesorera

Mercedes Cervera Peris

### Vocales

Miguel Ángel Martínez Olmos  
Carmina Wanden-Berghe Lozano  
María José Sendrós Madroño  
Rosana Ashbaugh Enguinados

### COMITÉ CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

#### Coordinadora

Cristina Cuerda Compés

#### Secretaria

Pilar Matía Martín

#### Vocales

Laura Frías Soriano  
María Dolores Ruiz López  
Clara Vaquerizo Alonso  
Pilar Gomis Muñoz  
Cleofé Pérez-Portabella Maristany

### Coordinador Grupos de Trabajo SENPE

Alfonso Vidal Casariego

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Sumario

Vol. 35 N.º Extraordinario 4

### Presentación

J. Aranceta Bartrina, C. Pérez-Rodrigo y L. Serra Majem ..... 1

### Trabajos Originales

Papel de la gastronomía y de las nuevas tecnologías en la configuración de una alimentación saludable  
J. Aranceta Bartrina ..... 3

Papel de las ómicas en la nutrición de precisión: fortalezas y debilidades  
D. Corella y J.M.ª Ordovás ..... 10

Nutrigenética, nutrigenómica y dieta mediterránea: una nueva visión para la gastronomía  
D. Corella, R. Barragán, J.M.ª Ordovás y Ó. Colltell ..... 19

Bioteología de alimentos: de los transgénicos a la nutrición personalizada  
D. Ramón Vidal ..... 28

Los relojes biológicos de la alimentación  
J.R. Calvo Fernández y M. Gianzo Citores ..... 33

Retos actuales de la investigación en nutrición aplicada: ¿persona o población?  
Á. Gil Hernández ..... 39

Alimentos y gastronomía de cercanía: ¿un valor en alza?  
C. Ascorbe Landa ..... 44

Cocina-alimentación-futuro  
P. Castells Esqué ..... 49

Ensayo sobre salud, nutrición y gastronomía  
R. Perisé y G. Serrano Ríos ..... 52

Educación para una gastronomía saludable: retos y oportunidades en la alimentación institucional  
T. Valero Gaspar, J.M. Ávila Torres y G. Varela-Moreiras ..... 56

¿Conocemos lo que comemos? Una perspectiva nutricional  
E. Martínez de Victoria Muñoz ..... 61

SUMARIO

# Nutrición Hospitalaria

## Sumario

Vol. 35 N.º Extraordinario 4

### sumario

|   |            |
|---|------------|
| Necesidades sentidas del consumidor en relación a la industria alimentaria<br>P.J. Domínguez Jiménez .....  | 66         |
| Papel de las organizaciones de consumidores en la alfabetización alimentaria de la población<br>J. Moreno Rodríguez .....   | 70         |
| Criterios de armonía funcional entre gastronomía y salud: una visión desde la comunidad científica<br>M. Achón Tuñón, M.ª P. González González y G. Varela-Moreiras .....   | 75         |
| Alimentación 3.0: aspectos de interés en la práctica diaria<br>C. Pérez Rodrigo y M. Gianzo Citores .....   | 85         |
| La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar<br>L. Serra-Majem y A. Ortiz-Andrellucchi .....  | 96         |
| Una visión global de las reacciones adversas a alimentos: alergia e intolerancia alimentaria<br>J.G. Ruiz Sánchez, S. Palma Milla, B. Pelegrina Cortés, B. López Plaza, L.M. Bermejo López y C. Gómez-Candela .....                           | 102        |
| Pautas dietéticas en la diabetes y en la obesidad<br>P. Riobó Serván .....  | 109        |
| Reducción del contenido de azúcar, grasa y sal en la cadena alimentaria: objetivo nutricional para la población española<br>R. Urrialde de Andrés .....   | 116        |
| Estudio y promoción de hábitos alimentarios saludables y de actividad física entre los adolescentes españoles: programa TAS (tú y Alicia por la salud)<br>S.L. Pareja Sierra, E. Roura Carvajal, R. Milà-Villarroel y A. Adot Caballero ..... | 121        |
| Atención a comensales con dieta específica en los servicios de restauración a colectividades<br>B.S. de Diego Blanco .....  | 130        |
| La importancia de involucrar a niños y niñas en la preparación de las comidas<br>E. Maiz, E. Urdaneta y X. Alliot .....   | 136        |
| Dietética hospitalaria y gastronomía saludable<br>M. Garriga García y A. Ruiz de las Heras de la Hera .....   | 140        |
| Nanotecnología y seguridad alimentaria<br>A. de Ariño Otxoa .....   | 146        |
| Sistemas de encapsulación y liberación controlada basados en el uso de puertas moleculares<br>M. Ruiz-Rico, É. Pérez-Esteve, A. Fuentes y J.M. Barat .....  | 150        |
| Seguridad de los productos comerciales que contienen nanopartículas metálicas en el sector alimentario<br>S. Rainieri, M. Olasagasti y A. Barranco .....  | 155        |
| <b>Conclusiones</b> .....   | <b>159</b> |

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Summary

Vol. 35 Extraordinary No. 4

### Presentation

J. Aranceta Bartrina, C. Pérez-Rodrigo and L. Serra Majem ..... 1

### Originals Papers

Role of gastronomy and new technologies in shaping a healthy diet  
J. Aranceta Bartrina ..... 3

The role of omics in precision nutrition: strengths and weaknesses  
D. Corella and J.M.<sup>a</sup> Ordovás ..... 10

Nutrigenetics, nutrigenomics and Mediterranean diet: a new vision for gastronomy  
D. Corella, R. Barragán, J.M.<sup>a</sup> Ordovás and Ó. Coltell ..... 19

Food biotechnology: from genetically modified foods to personalized nutrition  
D. Ramón Vidal ..... 28

Biological clocks of food  
J.R. Calvo Fernández and M. Gianzo Citores ..... 33

Current challenges of nutrition applied research: ¿person or population?  
Á. Gil Hernández ..... 39

Nearby food and gastronomy: a rising value?  
C. Ascorbe Landa ..... 44

Cooking-feeding-future  
P. Castells Esqué ..... 49

Essay on health, nutrition and gastronomy  
R. Perisé and G. Serrano Ríos ..... 52

Healthy gastronomy education: challenges and opportunities in the institutional food service  
T. Valero Gaspar, J.M. Ávila Torres and G. Varela-Moreiras ..... 56

Do we know what we eat? A nutrition perspective  
E. Martínez de Victoria Muñoz ..... 61

summary

# Nutrición Hospitalaria

## Summary

Vol. 35 Extraordinary No. 4

### summary

|  |     |
|--|-----|
| Needs and feelings of the consumers regarding the food industry<br>P.J. Domínguez Jiménez .....  | 66  |
| The role of consumer organisations in nutritional education<br>J. Moreno Rodríguez .....   | 70  |
| Functional harmony criteria between gastronomy and health: the scientific community vision<br>M. Achón Tuñón, M. <sup>a</sup> P. González González and G. Varela-Moreiras .....  | 75  |
| Diet 3.0: practical issues in everyday life<br>C. Pérez Rodrigo and M. Gianzo Citores .....  | 85  |
| The Mediterranean diet as an example of food and nutrition sustainability: a multidisciplinary approach<br>L. Serra-Majem and A. Ortiz-Andrellucchi .....  | 96  |
| A global vision of adverse reactions to foods: food allergy and food intolerance<br>J.G. Ruiz Sánchez, S. Palma Milla, B. Pelegrina Cortés, B. López Plaza, L.M. Bermejo López and C. Gómez-Candela .....                        | 102 |
| Diet recommendations in diabetes and obesity<br>P. Riobó Serván .....  | 109 |
| Salt, fat and sugar reduction in the food, for getting the goals for Spanish population<br>R. Urrialde de Andrés .....   | 116 |
| Study and promotion of healthy eating habits and physical activity among Spanish adolescents: TAS program<br>(you and Alicia for health)<br>S.L. Pareja Sierra, E. Roura Carvajal, R. Milà-Villaruel and A. Adot Caballero ..... | 121 |
| Attention to diners with specific dietary needs in mass catering services<br>B.S. de Diego Blanco .....  | 130 |
| The importance of involving boys and girls in food preparation<br>E. Maiz, E. Urdaneta and X. Alliot .....   | 136 |
| Hospital feeding and healthy gastronomy<br>M. Garriga García and A. Ruiz de las Heras de la Hera .....   | 140 |
| Nanotechnology and food safety<br>A. de Ariño Otxoa .....  | 146 |
| Encapsulation and controlled delivery systems based on molecular gates<br>M. Ruiz-Rico, É. Pérez-Esteve, A. Fuentes and J.M. Barat .....   | 150 |
| Overview on the safety of commercial products containing metallic nanoparticles in the food sector<br>S. Rainieri, M. Olasagasti and A. Barranco .....   | 155 |
| <b>Conclusions</b> .....   | 159 |



# Nutrición Hospitalaria

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2197>

## Presentación

Este número extraordinario de la revista *Nutrición Hospitalaria* incluye una selección de las ponencias impartidas en la Reunión de Expertos sobre “Nutrición, gastronomía y ciencias ómicas”, celebrada en San Sebastián los días 24 y 25 de abril de 2017. Un evento científico que supuso mucho trabajo preparatorio y con excelentes exposiciones impartidas por académicos, gastrónomos y cocineros de primer nivel que pretendieron simbolizar la unión entre la investigación, la comunidad científica, la gastronomía y los fogones.

La ingesta alimentaria tiene una gran importancia en la salud, la economía, la cultura y el bienestar de las personas. Este proceso fisiológico, amparado en la sensación de apetito, nos adentra en un mundo complejo, transversal y, en cierta medida, desconocido. A nosotros nos interesaba de manera especial unir con un hilo conductor común todas las piezas vinculadas a la alimentación y al proceso nutritivo: desde los condicionantes genéticos, la modulación del apetito y de la saciedad, las necesidades nutricionales individualizadas, la microbiota, la nutrición de precisión y las alteraciones metabólicas hasta la historia del gusto, la historia de la alimentación, la ciencia de la gastronomía o la magia de algunos de los mejores cocineros del mundo. En nuestro caso, la excelencia de la cocina de Arzak, Mugaritz y el Etxanobe, o los centros docentes vinculados a la gastronomía con mayúsculas: Basque Culinary Center, la Escuela de Hostelería de Leioa o la Fundación Alicia, además de las distintas empresas de restauración colectiva representadas en el encuentro.

Estamos adentrándonos de una manera bastante ordenada en el campo de la nutrigenética y en las distintas ciencias ómicas, que podrán indicarnos aquellos alimentos, nutrientes y componentes más adecuados en la salud y en la enfermedad; cómo conservar o mejorar los alimentos, mejorar su biodisponibilidad y su impacto funcional a través de la nanotecnología, y qué se esconde detrás de este “nuevo órgano” denominado microbiota o microbioma, parte importante de nuestros procesos metabólicos, inmunitarios y de nuestro estado de salud.

Las recomendaciones nutricionales no pretenden poner a dieta a toda la población, ni siquiera a una parte. La idea es acercar la evidencia científica a los usos y costumbres alimentarios para mejorar, en lo posible, el impacto del modo de vida alimentario en la salud del ciudadano y en las futuras generaciones. Lo importante es lo cotidiano, el núcleo duro de nuestro plan de vida alimentario acorde a las recomendaciones. Este precedente nos facilita ser menos rigurosos y dejar paso a algunas licencias de carácter ocasional.

En el momento actual y de cara al futuro, las recomendaciones nutricionales y los modelos gastronómicos tendrán que pensar muy en serio en la sostenibilidad. Alimentación y sostenibilidad deben ser parte de nuestro pensamiento, de la cesta de la compra y de la composición del plato. Un consumidor responsable se regirá por la escala de las 5 erres: reducir, reutilizar, reciclar, reparar y rechazar (lo que no facilite el comercio justo, el bienestar animal, la mejora del entorno o la sostenibilidad del planeta).

Muchas gracias a todos los autores y colaboradores de este monográfico. Con nuestro reconocimiento por su excelente trabajo y exquisita generosidad.

Javier Aranceta Bartrina, Carmen Pérez-Rodrigo y Lluís Serra Majem  
*Directores*

This special issue of *Nutrición Hospitalaria* includes a selection of the presentations given at the Expert Meeting on “Nutrition, gastronomy and omics”, held in San Sebastian, 24-25 April 2017. A scientific event imbued with much preparatory work, excellent lectures given by academics, gastronomes and top-level chefs, who tried to symbolize the union between research, the scientific community, gastronomy and cooking.

Dietary intake has a great importance in health, the economy and the welfare of people. This physiological process, based on appetite sensation, takes us into a complex, cross-cutting and, to some extent, unknown world. We were particularly interested in linking with a common thread all the pieces connected to food and the nutritional process: from genetic conditioning factors, modulation of appetite and satiety, individualized nutritional needs, microbiota, precision nutrition and metabolic alterations, up to the history of taste, food in history, the science of gastronomy or the magic art of some of the best chefs in the world. In our case, the excellence of the cuisine of Arzak, Mugaritz and Etxanobe, or the educational centers linked to gastronomy with capital letters: the Basque Culinary Center, School of Hospitality of Leioa or Alicia Foundation, including the different mass catering companies represented in the meeting .

In a fairly orderly way, we are entering the field of nutrigenetics and the different “omic” sciences that can indicate which foods, nutrients and food components are most suitable for health and illness; how to preserve or improve food, improve bioavailability and functional impact through nanotechnology; what is hidden behind this “new organ” called microbiota or microbiome, an important part of metabolic processes, immune functioning and health.

Nutritional recommendations are not intended to put everyone on a diet, nor even to part of the people. The idea is to bring the scientific evidence to food habits and customs, so as to improve as much as possible the impact of food lifestyles on the health of individuals in future generations. What really matters is the daily, the hard core, of food lifestyles according to recommendations. Once the prerequisite is satisfied, then can indulge ourselves occasionally.

At the present time and looking into the future, nutritional recommendations and gastronomic models will have to seriously consider sustainability. Food and sustainability should be part of our thinking, shopping basket and content in our plates. A responsible consumer will be governed by the 5 “R”s rule; reduce, reuse, recycle, repair and reject (all not in accordance with fair trade, animal welfare, the improvement of the environment or the sustainability of the planet).

Many thanks to all the authors and collaborators who have contributed to this special issue; with our recognition for their excellent work and precious generosity.

Javier Aranceta Bartrina, Carmen Pérez-Rodrigo and Lluís Serra Majem  
*Directors*



## Papel de la gastronomía y de las nuevas tecnologías en la configuración de una alimentación saludable

### *Role of gastronomy and new technologies in shaping a healthy diet*

Javier Aranceta Bartrina

*Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología. Universidad de Navarra. Pamplona. Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad del País Vasco. Leioa, Vizcaya. CIBER CB12/03/30038. Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición. CIBERobn. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España*

### Resumen

La gastronomía y las ciencias ómicas están teniendo una gran influencia sobre el presente y el futuro de la ingesta alimentaria habitual de la población.

Un porcentaje muy importante de la población realiza al menos una comida fuera del hogar, y este impacto alimentario se mantiene durante un periodo prolongado de tiempo. La producción y la distribución de alimentos, así como la industria alimentaria (incluidos la hostelería y la restauración: el canal horeca), tienen una gran trascendencia en la oferta de alimentos y bebidas y en su composición e idoneidad en cantidad, calidad y precio. Sobre esta disponibilidad de alimentos el consumidor configurará su cesta de la compra y la elección de alimentos, en muchos casos por precio, comodidad, percepción sensorial e incluso por su impacto potencial en la salud.

Las ciencias ómicas pueden tener una gran trascendencia en un futuro cercano, concretando la configuración de la alimentación de precisión y estimulando la investigación de nuevos alimentos y componentes que posibiliten un mejor estado de salud, una mejor funcionalidad y una mayor esperanza de vida sin discapacidad. Todo este panorama necesita un marco legislativo que asegure el principio de precaución y una óptima situación de seguridad alimentaria. En este complicado camino, la colaboración entre la ciencia, la industria, las organizaciones de consumidores y la Administración debe facilitar el objetivo de que el alimento sea una herramienta de promoción de la salud y del bienestar.

#### Palabras clave:

Gastronomía.  
Tecnología de la información. Dieta saludable.

### Abstract

The gastronomy and the Omic sciences are having a great influence on the present and the future of the habitual food intake of the population.

A very large percentage of the population makes at least one meal outside the home and this food impact is maintained over an extended period of time. Food production, food industry and food distribution (including hotels and restaurants, HORECA channel) have a great importance in the supply of food and beverages, its composition and suitability in quantity, quality and price. Based on this availability of food, the consumer will make-up the shopping basket and will choose foods in many cases considering price, comfort, sensory perception and even for its potential impact on health.

Omic sciences can be of great importance in the near future by specifying the configuration of the precision feed and stimulating the investigation of new foods and components that help contribute to better health, better functionality and longer life expectancy without disability. This whole panorama needs a legislative framework that ensures the precautionary principle and an optimal food safety. In this complicated way the collaboration between science, industry, consumer organizations and the administration must facilitate the objective of making food a tool for promoting health and well-being.

#### Key words:

Gastronomy.  
Information technology. Healthy diet.

Aranceta Bartrina J. Papel de la gastronomía y de las nuevas tecnologías en la configuración de una alimentación saludable. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):3-9

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2118>

#### Correspondencia:

Javier Aranceta Bartrina. Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología. Universidad de Navarra. Irunlarrea, s/n. 31009 Pamplona  
e-mail: [javieraranceta@gmail.com](mailto:javieraranceta@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Los hábitos alimentarios se configuran a través de un proceso continuado de gran complejidad, que comienza durante el periodo fetal a través de las percepciones mediadas por el líquido amniótico y la alimentación materna, continúan con los sabores de la lactancia y las experiencias durante la infancia y la adolescencia (1).

Los sabores y las texturas, junto con otras cualidades organolépticas, son sensaciones que se tienen muy en cuenta a la hora de valorar un alimento o preparación culinaria e incorporarla a nuestra dieta habitual con mayor o menor frecuencia y en menor o mayor cantidad. En los últimos tiempos, la publicidad, el precio y la comodidad se han incorporado al elenco de factores condicionantes que, junto con su potencial impacto en la salud y la tradición culinaria del entorno, permiten establecer y mantener un estilo alimentario individual y colectivo.

Desde el punto de vista teórico, los hábitos alimentarios (y en cierta medida la ingesta puntual) se plantean sobre la base de dos grandes variables: la disponibilidad de los alimentos y su posterior elección a partir de esta oferta concreta y diferencial, lo que constituye en un sentido práctico la cesta de la compra y, en buena medida, la caracterización de nuestra ingesta alimentaria (1).

La disponibilidad alimentaria se plantea desde la interacción de múltiples variables: políticas, culturales, tradicionales, religiosas, climáticas y económicas, entre otras (Fig. 1). Las políticas agrícolas, los canales de distribución y las infraestructuras de comunicación y transporte facilitan una variedad más o menos importante de alimentos y productos alimenticios que potencialmente podrán ser adquiridos y consumidos por los ciudadanos de una comunidad, región o país.

A partir de esa disponibilidad/oferta de alimentos, el consumidor elegirá unos u otros considerando su presencia, cantidad y frecuencia en función de diferentes factores determinantes. Entre

estos factores, tradicionalmente se consideraban más importantes el estado de salud, los gustos y preferencias, el nivel de educación nutricional, aspectos étnicos, religiosos y costumbristas y, de manera decisiva, el impacto de la publicidad a través de los medios de comunicación. Hoy sabemos que la prioridad del consumidor medio se centra en estos tres pilares: salud, precio y comodidad, aunque en la práctica no siempre en este orden (2).

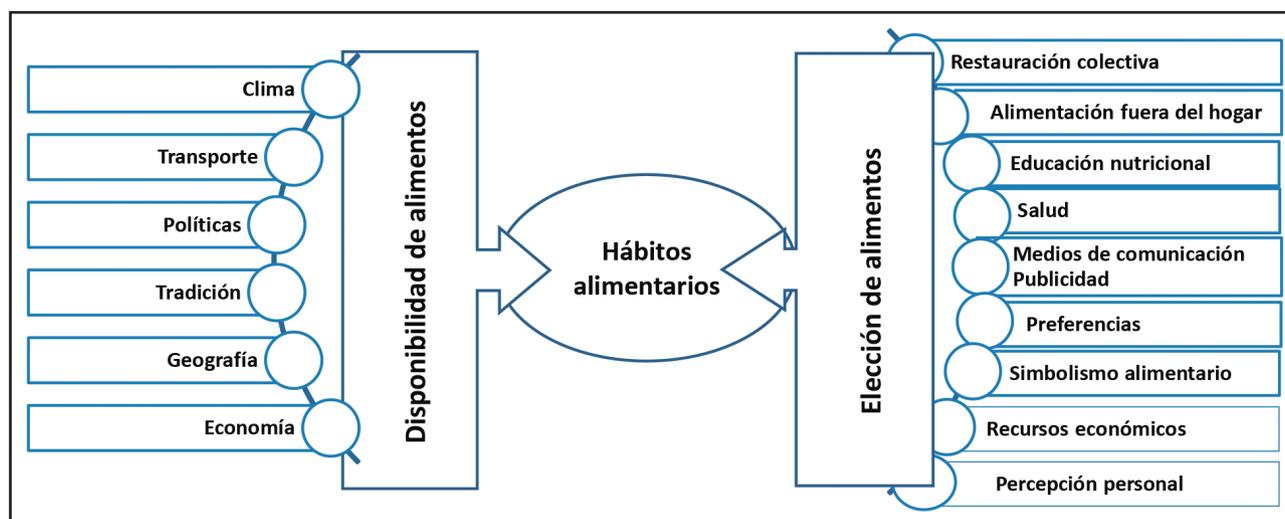
La realidad es que la decisión de compra es un proceso complejo en el que intervienen multitud de factores, conscientes e inconscientes, que van configurando día a día la cesta de la compra y, en gran medida, los modelos de ingesta alimentaria individual y colectivo.

## AGENTES RELACIONADOS CON LA INGESTA ALIMENTARIA

En la figura 2 se recogen los distintos sectores con responsabilidad directa o indirecta en el soporte de una alimentación saludable para toda la ciudadanía.

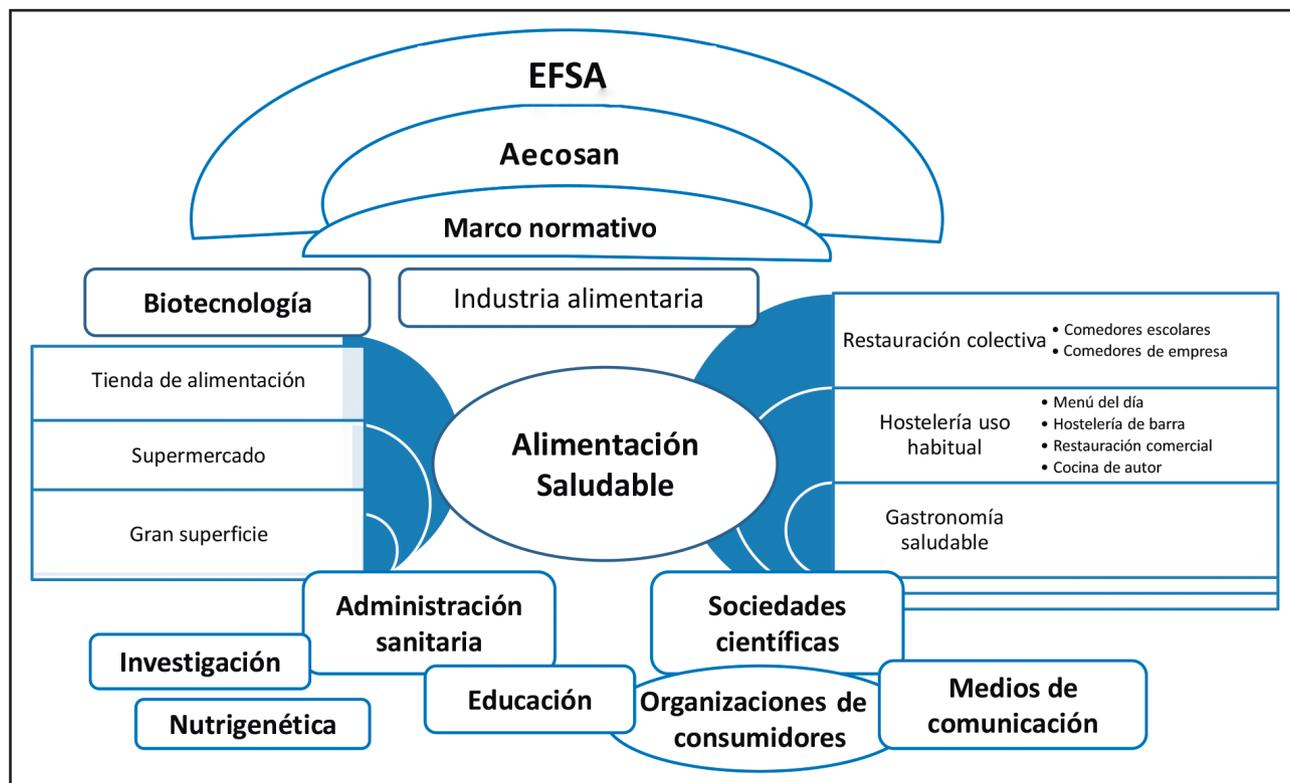
## LA COMPRA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

La cesta de la compra se realiza cada vez con mayor frecuencia en medianos y grandes supermercados, algunos ubicados cerca de las zonas residenciales, pero cada vez más en las zonas periféricas de los pueblos y de las ciudades. Las grandes superficies son intermediarios muy poderosos que canalizan los alimentos desde el productor y desde la zona de producción hasta el consumidor. Su política de precios y su accesibilidad a la oferta alimentaria y de servicios es la prioridad máxima de su gestión. Los temas de salud, educación nutricional, sostenibilidad, ética de la alimentación o solidaridad quedan en un segundo término,



**Figura 1.**

Factores que influyen en la configuración de los hábitos alimentarios.



**Figura 2.** Sectores con responsabilidad directa o indirecta en el soporte de una alimentación saludable para toda la ciudadanía.

aunque en los últimos años se aprecian algunos cambios significativos en algunas marcas pioneras para conectar con los consumidores más sensibilizados con estos aspectos (3).

La política de los canales de distribución de alimentos ha condicionado en gran medida la composición de la mayor parte de los productos procesados y también los sistemas de producción del sector primario. Hay que vender a buen precio, con un aspecto sugerente y una buena sensación organoléptica. Cuanto más, mejor. Todo el posicionamiento estético, situacional, lumínico, ambiental y de ofertas más o menos reales está pensado para que el cliente salga del establecimiento con la mayor cantidad de compra posible, incluida una buena parte de compra por impulso (inducida desde la entrada al establecimiento y potenciada en la zona final cercana al punto de control y pago) (4).

Esta estrategia ha posibilitado una gran variedad de marcas, alimentos y productos, pero no siempre una composición o producción positiva para la salud, la sostenibilidad del planeta y las buenas prácticas sociales.

Las recomendaciones vinculadas a la compra de alimentos insisten en las ventajas de comprar al menos los alimentos frescos y perecederos en los mercados de cercanía, tiendas y mercados de barrio y suministros o cooperativas de proximidad. Los alimentos de temporada y los productos de cría tradicional cercanos al punto de consumo tienen importantes valores añadidos de carácter económico, social y de sostenibilidad ambiental (5-7).

## LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y DE BEBIDAS

La industria alimentaria y de bebidas es la gran protagonista de nuestra exuberante variedad de productos alimenticios y diversidad de bebidas disponibles en los lugares más alejados e incluso recónditos de nuestra geografía. Este sector ha intensificado su potencial de innovación en los últimos años y también su capacidad de reformulación para adaptar gran parte de su oferta a los objetivos nutricionales y recomendaciones de salud que, apoyadas en la evidencia científica, se han formulado especialmente desde comienzos del siglo XXI (5,8).

La reducción del contenido de azúcares añadidos, grasas trans, contenido graso, aporte de sal y algunos ingredientes tecnológicos han favorecido la disponibilidad de productos más saludables o, al menos, con menores riesgos nutricionales para la dieta de los ciudadanos (9). También hay que destacar la presencia de nuevos alimentos, alimentos enriquecidos, alimentos funcionales, probióticos o fitocomponentes, todos orientados a mejorar el estado de salud del consumidor como añadido a su valor nutricional y organoléptico.

En este sector tenemos que avanzar más en el control de la calidad y de la sostenibilidad de los ingredientes (10), en la implicación en la educación nutricional de la población, en el apoyo a la investigación básica y comunitaria y en la mejora de los mensajes publicitarios en consonancia con las guías alimentarias y en los comentarios de la comunidad científica y de las organizaciones de consumidores. Mejo-

res alimentos y bebidas, en su justa medida y frecuencia de consumo y siempre en el contexto de una alimentación variada y saludable.

La Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) viene desarrollando una importante labor de mejora y actualización del sector. Queda pendiente un consenso para el desarrollo y la utilización de un etiquetado claro, completo y veraz que permita la elección informada por parte de los consumidores de una forma sencilla y universal.

## LA RESTAURACIÓN COLECTIVA

El sector de la gastronomía y de la restauración colectiva son piezas claves para cubrir las necesidades nutricionales de la población y, al mismo tiempo, para satisfacer sus expectativas de sabor, pero también son un canal decisivo para favorecer la educación del gusto, la nutricional y la promoción de la salud.

La alimentación fuera del hogar tiene en la actualidad mucho margen de mejora. Todos los días millones de personas desayunan, comen, cenan o disfrutan de un tentempié en algún establecimiento hostelero. En el campo de la restauración colectiva, niños, escolares, ancianos, trabajadores y usuarios de comedores sociales acceden a sus instalaciones y a su oferta alimentaria (11). A este gran sector habría que sumar puntos fijos o ambulantes de venta de bocadillos, raciones y bebidas de distinta índole.

Aunque existe una amplia legislación relativa a la higiene y seguridad alimentarias cuyo cumplimiento se vigila y supervisa por parte de ayuntamientos y comunidades autónomas, falta una propuesta importante de mejora en relación al valor nutricional, la calidad de los ingredientes y la idoneidad de las técnicas culinarias utilizadas en cada uno de estos establecimientos.

Muchos ciudadanos de todas las edades reciben un impacto alimentario continuado de este sector por motivos ocupacionales, estancias hospitalarias, asistencia social o tiempo de ocio; un impacto muy importante y susceptible de mejora en su implicación educativa, nutricional y de buenas prácticas en la calidad y manejo de los ingredientes. Pensar en el comensal como ciudadano (no solo como cliente) y valorar de manera especial el impacto potencial de nuestra oferta culinaria sobre la salud en función de su calidad es uno de los temas en los que venimos trabajando y que queremos poner en valor de manera especial en esta iniciativa de consenso entre profesionales de la gastronomía, de la nutrición y de la salud (12). En fechas próximas será necesario la creación de un etiquetado nutricional gastronómico y de sellos de calidad asociados a buenas prácticas globales de servicio, así como la puesta en valor de nuestra cocina tradicional, que tiene una gran relevancia cultural, nutricional y gastronómica y es la base de la denominada dieta mediterránea, declarada patrimonio inmaterial de la humanidad por la Unesco (7).

## SISTEMA EDUCATIVO

El sistema educativo en todos sus niveles sigue intentando colaborar en la mejora de los conocimientos y hábitos alimenta-

rios de los alumnos y de la comunidad escolar. La mayor parte de los esfuerzos se centran en actividades extraescolares o en acciones transversales vinculadas, en cierta medida, al currículo escolar (13).

La realidad es que los temas de salud, y en especial el tema alimentario, no terminan de abordarse con seriedad en la programación de las actividades escolares. Los conocimientos teórico-prácticos en temas de alimentación, cocina y actividad física deben revisarse y mejorarse de manera urgente para darles el valor primordial que tienen en el presente y en el futuro de los más jóvenes (también en la enseñanza universitaria, en la que las acciones de promoción de la salud y del ejercicio físico son prácticamente nulas). Hasta la fecha, solo tenemos pequeños parches e iniciativas parciales, pero que no tienen carácter universal, permanente e integral.

## SISTEMA SANITARIO

El sistema sanitario va mejorando en su sensibilidad hacia los hábitos alimentarios como elemento clave en la prevención y en la promoción de la salud. Desde Atención Primaria, Pediatría, Cardiología, Oncología y alguna especialidad más, van dándose pasos importantes para establecer pautas generales de alimentación en base a las guías alimentarias (5) y para ver la posibilidad de establecer criterios de alimentación de precisión o nutrición personalizada en un futuro cercano.

Uno de los puntos que necesita ponerse en marcha es el consejo dietético en las consultas de Atención Primaria (14,15), para lo que hay que contar también con el apoyo de la denominada "consulta de mostrador" en las oficinas de farmacia, que con sus 22.000 establecimientos distribuidos por toda la geografía española vienen realizando una extraordinaria labor de apoyo en el campo de la educación alimentaria poblacional.

El sector terciario tiene un sentido más hostelero, aunque debería de compaginar el objetivo de mantener un buen estado nutricional del paciente con el suministro de un menú agradable y, en cierta medida, educativo, así como visualizar la estructura y los componentes de una dieta adecuada para cada patología y situación personal. No solo tiene interés un menú a la carta, si no también posicionar un referente alimentario que quizá debería continuarse en todo o en parte en los controles ambulatorios y en las rutinas del paciente domiciliario.

En resumen, creemos que el alimento forma parte de la medicina, y que la medicina es en buena medida el consejo o la prescripción de la pauta dietética.

## INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN

Es muy importante la investigación nutricional en los campos básico, clínico y comunitario para establecer mejores evidencias en relación al binomio alimentación-salud. Hay que poner en valor los componentes bioactivos de los alimentos, el diseño de nuevos ingredientes, la puesta en marcha de nuevos alimentos y alimen-

tos funcionales, componentes que mejoren la biodisponibilidad, transportadores de nutrientes y componentes bioactivos, protocolos de nutrición de precisión en base al perfil genético, etc. Todo sobre un marco de evidencia científica, seguridad y monitorización por parte de las agencias nacionales y de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (16). Entre otras áreas de interés, podemos destacar:

1. Las ciencias ómicas con mayores aportaciones en el campo de la epigenética, nutrigenética, proteómica y metabolómica que permitan prescribir y/o evitar algunos alimentos, ingredientes o interacciones, potenciando la personalización de cantidades o variedades de nutrientes y no nutrientes para cubrir las distintas necesidades específicas y alcanzar la nutrición óptima en cada individuo (17).
2. La nanotecnología, que seguirá avanzando para favorecer una mayor biodisponibilidad de los nutrientes y de los componentes que nos interese incorporar a la economía del individuo o a una parte de su organismo, para establecer mecanismos de control sobre la seguridad alimentaria mejorando la vida útil de muchos alimentos y/o alertando sobre su deterioro y para mejorar la inocuidad de las nanopartículas utilizadas con distintos fines y vías de administración.
3. Estudios de biología molecular aplicados a la nutrición y a las interacciones entre nutrientes-nutrientes, fármacos-nutrientes y nutrientes y otros componentes de la dieta.
4. La cronobiología de la nutrición para poder pautar con mejores conocimientos, tanto en la salud como en la enfermedad, determinados alimentos o componentes nutricionales (también fármacos) en función de la hora del día. No hay duda de que los relojes biológicos tienen una gran influencia en la salud y en sus alteraciones.
5. Nuevas tecnologías y nuevas aplicaciones informáticas para hacer tutorías con pacientes e individuos sanos en temas de alimentación y estilos de vida saludables; creación de aplicaciones, planes de alimentación 3.0, *big data* nutricional y otras herramientas epidemiológicas para el análisis individual de la ingesta alimentaria y su transformación inmediata en energía, nutrientes y otra multitud de componentes.
6. Análisis percutáneo del estado nutricional y de estados carenciales específicos.
7. La robótica alimentaria: las impresoras 3D de alimentos y de alimentación personalizada con ingredientes modificables y pluripotenciales.
8. Una nueva ciencia denominada biología sintética, o Synbio, que consiste en el diseño y la inserción de estructuras biológicas en algunos intermediarios, como algas, bacterias o levaduras, para producir ingredientes útiles a partir de elementos sustentables y de bajo costo. Esta técnica, junto con las tecnologías de edición génica CRISPR, permitirá mejorar la seguridad y la obtención de nuevos productos en condiciones de menor impacto en el ecosistema.

9. La gastronomía molecular. Todas las posibilidades tecnológicas y experimentales al servicio de la gastronomía y del arte asociado (18).
10. La sensibilidad universal por la sostenibilidad alimentaria, el comercio justo, la ética de la alimentación y la solidaridad alimentaria. Uno de los puntos claves será la reducción del consumo de carne animal obtenida a partir de la ganadería intensiva. Mayor presencia de proteínas obtenidas a partir de insectos, carne obtenida en el laboratorio a partir de cultivos celulares y otros procedimientos con menor coste ambiental. Puesta en valor de la producción ecológica y sostenible de alimentos y bebidas (6).
11. Potenciación de las 5 erres: reducir, reciclar, reutilizar, reparar y rechazar (aquello que no sea adecuado o sostenible).
12. Mayor implicación de los medios sociales de comunicación en la información sobre alimentación y salud, técnicas culinarias saludables, actividad física facilitada y educación para el consumo.

## **APORTACIONES DE LA ADMINISTRACIÓN**

La Administración central, las comunidades autónomas y los organismos europeos disponen de entes gubernamentales para la defensa del consumidor y el control de la higiene y seguridad de alimentos y bebidas en el ámbito de su competencia. España y la Comunidad Europea disponen de un marco normativo y medidas de control que les permiten mantener un espacio técnicamente seguro en relación a la seguridad alimentaria.

La Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan) es el referente estatal en este campo. En su página web encontramos información sobre todos sus campos de actuación, informes y documentos sobre el trabajo desarrollado. En este sentido, resulta interesante su información sobre alertas alimentarias y no alimentarias y su actualidad legislativa. Cuenta con más de 400 profesionales cualificados distribuidos en las distintas tareas asignadas: legislación, consumo, nutrición, seguridad alimentaria, laboratorios, relaciones internacionales, estrategia NAOS, Observatorio de la Obesidad, etc. Sin duda, es un organismo que ha funcionado muy bien desde su creación y es un elemento clave, junto con los departamentos específicos de las comunidades autónomas y, en especial, con la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), de la que es el referente nacional en todos los campos.

Merece la pena señalar como iniciativa de excelencia el Plan de Colaboración para la Mejora de la Composición de los Alimentos y Bebidas y Otras Medidas 2017-2020, que está estimulando y orientando en la reformulación de muchos alimentos y bebidas para que puedan adaptarse a las recomendaciones de la comunidad científica (19).

En este campo institucional, en el que también intervienen los ministerios de Sanidad y de Agricultura, Pesca y Alimentación, quedarían pendientes algunas acciones de interés general:

- Mejorar las tablas de composición de alimentos producidos y consumidos en España a partir de datos originales.

- Realizar un estudio nacional de evaluación de la ingesta alimentaria y estado nutricional de la población española. Datos representativos por comunidades autónomas y provincias.
- Obligatoriedad de disponer de un profesional de dietética y nutrición humana (dietista nutricionista) en todos los servicios de restauración colectiva, incluso de asesoría en los servicios de hostelería comercial y de menús del día.
- Potenciar la educación nutricional y la práctica de actividad física en los centros de trabajo, centros educativos y centros de mayores.
- Potenciar los programas de preparación a la jubilación con especial énfasis en los temas nutricionales, emocionales, ocupacionales, económicos y de promoción de la salud.
- Potenciar el consejo dietético individual en los centros de salud con el apoyo de toda la red sanitaria de atención al ciudadano (oficinas de farmacia, sanidad privada...).

## SOCIEDADES CIENTÍFICAS

En España disponemos de un importante elenco de sociedades científicas vinculadas a la nutrición y la salud pública y de algunas especialidades médicas con mayor sensibilidad hacia el tema alimentario, como la Sociedad Española de Cardiología (SEC) y la Sociedad Española de Diabetes (SED). Las distintas sociedades de nutrición están federadas y coordinadas por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (Fesnad), que se encarga de manera especial de organizar el Día Nacional de la Nutrición y un congreso colaborativo cada cinco años.

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), fundada en los ochenta, viene elaborando los objetivos nutricionales y las guías alimentarias para la población española. El último documento técnico de las guías se publicó a principios de 2017 (5) y la Guía Divulgativa para Atención Primaria y Colectivos Ciudadanos, a mediados de 2018, en la que se incluye la nueva pirámide de la alimentación saludable y también la pirámide de la hidratación saludable en su versión renovada. Al mismo tiempo, la SENC viene convocando distintas reuniones de expertos para debatir los principales retos de la nutrición en el campo de la salud pública. Dispone de dos publicaciones: la *Revista Española de Nutrición Comunitaria* (RENC) y la revista divulgativa bimensual *Dieta Sana FIT*.

## ORGANIZACIÓN DE CONSUMIDORES

Las organizaciones de consumidores, tanto de carácter estatal como autonómico, tienen un gran papel en la defensa de los derechos del consumidor, por ejemplo, en el análisis de diversos productos alimenticios y servicios relacionados, que son de gran ayuda para mejorar la idoneidad de la cesta de la compra. Aecosan dispone del listado completo de estas importantes organizaciones para la defensa de los derechos del consumidor

y usuario ([http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/consumo/subseccion/asociaciones\\_consumidores.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/consumo/subseccion/asociaciones_consumidores.htm)). Apoyamos y reconocemos su importante labor técnica y comunitaria.

## CONCLUSIONES

Los hábitos alimentarios son fruto de una compleja interacción entre factores ambientales y características genéticas. Muchos de estos condicionantes decisivos en la elección de los alimentos comienzan a gestarse en el periodo fetal, continúan en la lactancia y se definen con rotundidad en la primera infancia y adolescencia. De ahí la importancia de trabajar la nutrición y la promoción de la salud desde la etapa preconcepcional hasta la vejez.

Una vez que tenemos capacitación suficiente para gestionar una cesta de la compra saludable, y una manipulación culinaria en consonancia o demandar un menú adecuado a nuestro proyecto de salud y preferencias alimentarias, entramos en el ámbito de la dependencia hacia el campo de la producción alimentaria, industria del sector, distribución y gremio de la restauración colectiva en sus múltiples facetas.

Toda esta cadena alimentaria requiere colaboración y mejora para conseguir que el alimento sea una herramienta de promoción de la salud y también un elemento de disfrute y compañerismo. Aquí se requiere seriedad y compromiso con las personas, las buenas prácticas y la historia. Muchos de estos puntos se desarrollan con gran acierto en los distintos artículos que configuran este monográfico asociado a la Reunión de Expertos SENC sobre Nutrición, Gastronomía Saludable y Ciencias Ómicas en el Siglo XXI.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aranceta J. Nutrición Comunitaria (3.ª ed.). Barcelona: Elsevier; 2013.
2. Usin Enales S. Experiencia de compra de los consumidores de centros comerciales en Vizcaya; 2013 [consultado 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12458/Tesis%20Sandra%20Usin.pdf?sequence=3>
3. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Santos T. Comunicación, alfabetización y etiquetado nutricional: Grado de comprensión y patrones de utilización de la información del etiquetado nutricional de alimentos en la población española. *Rev Esp Com Sal* 2015;(Supl. 1):20.
4. Machín L, Cabrera M, Curutchet MR, Martínez J, Giménez A, Ares G. Consumer Perception of the Healthfulness of Ultra-processed Products Featuring Different Front-of-Pack Nutrition Labeling Schemes. *J Nutr Educ Behav* 2017;49(4):330-8.
5. Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Guías alimentarias para la población española (SENC, diciembre 2016); la nueva pirámide de la alimentación saludable. *Nutr Hosp* 2016;33(Supl. 8):1-48. DOI: 10.20960/nh.827.
6. Verger EO, Perignon M, El Ati J, Darmon N, Dop MC, Drogué S, et al. A "Fork-to-Farm" Multi-Scale Approach to Promote Sustainable Food Systems for Nutrition and Health: A Perspective for the Mediterranean Region. *Front Nutr* 2018;5:30. eCollection 2018. DOI: 10.3389/fnut.2018.00030.
7. Dernini S, Berry EM, Serra-Majem L, La Vecchia C, Capone R, Medina FX, et al. Med Diet 4.0: the Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutr* 2017;20(7):1322-30. DOI: 10.1017/S1368980016003177.
8. WHO. Prevención de las enfermedades crónicas. Una inversión vital. 2015 [consultado 4 de septiembre de 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/chp/chronic\\_disease\\_report/en/](http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/en/)

9. Anand SS, Hawkes C, de Souza RJ, Mente A, Dehghan M, Nugent R, et al. Food Consumption and its impact on Cardiovascular Disease: Importance of Solutions focused on the globalized food system: A Report from the Workshop convened by the World Heart Federation. *J Am Coll Cardiol* 2015;66(14):1590-1614.
10. Finley JW, Dimick D, Marshall E, Nelson GC, Mein JR, Gustafson DI. Nutritional Sustainability: Aligning Priorities in Nutrition and Public Health with Agricultural Production. *Adv Nutr* 2017;8:780-8.
11. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Dalmau Serra J, Gil Hernández A, Lama More R, Martín Mateos MA, et al. School meals: State of the art and recommendations. *El comedor escolar: Situación actual y guía de recomendaciones. An Pediatr* 2008;69(1):72-88.
12. Reunión de Expertos SENC sobre Nutrición, Gastronomía Saludable y Ciencias Ómicas en el siglo XXI. Donostia, abril 2017. *Nutr Hosp* 2018;35 (N.º Extr 4):1-161.
13. Roura E, Mila-Villarreal R, Lucía Pareja S, Adot Caballero A. Assessment of Eating Habits and Physical Activity among Spanish Adolescents. The "Cooking and Active Leisure" TAS Program. *PLoS One* 2016;11(7):e0159962.
14. Gilis-Januszewska A, Barengo NC, Lindström J, Wójtowicz E, Acosta T, Tuomilehto J, et al. Predictors of long term weight loss maintenance in patients at high risk of type 2 diabetes participating in a lifestyle intervention program in primary health care: The DE-PLAN study. *PLoS One* 2018;13(3):e0194589. DOI: 10.1371/journal.pone.0194589. eCollection 2018.
15. Görig T, Mayer M, Bock C, Diehl K, Hilger J, Herr RM, et al. Dietary counselling for cardiovascular disease prevention in primary care settings: results from a German physician survey. *Fam Pract* 2014;31(3):325-32. DOI: 10.1093/fampra/cmu007.
16. Leuschner RGK, Robinson TP, Hugas M, Cocconcelli PS, Richard-Forget F, Klein G, et al. Qualified presumption of safety (QPS): a generic risk assessment approach for biological agents notified to the European Food Safety Authority (EFSA). *Trends Food Sci Technol* 2010;21(9):425-35.
17. Ramaswami R, Bayer R, Galea S. Precision Medicine from a Public Health Perspective. *Annu Rev Public Health* 2017. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-040617-014158.
18. Navarro V, Serrano G, Lasa D, Luis Adúriz A, Ayo J. Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. *Int J Gastron Food Sci* 2012;1(1):37-45.
19. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad-Aecosan. Plan de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas y otras medidas 2017-2020. Madrid; 2018. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/PLAN\\_COLABORACION\\_2017-2020.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/PLAN_COLABORACION_2017-2020.pdf)



# Nutrición Hospitalaria



## Papel de las ómicas en la nutrición de precisión: fortalezas y debilidades

### *The role of omics in precision nutrition: strengths and weaknesses*

Dolores Corella<sup>1,2</sup> y José M.<sup>a</sup> Ordovás<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Epidemiología Genética y Molecular. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Universidad de Valencia. Valencia, España. <sup>2</sup>CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España. <sup>3</sup>Department of Cardiovascular Epidemiology and Population Genetics. Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). Madrid, España. <sup>4</sup>IMDEA Alimentación. Madrid, España. <sup>5</sup>Nutrition and Genomics Laboratory. JM-USDA Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University. Boston, Estados Unidos

## Resumen

La medicina de precisión ha tomado un gran impulso en los últimos años. Aunque todavía no existe una definición única generalmente aceptada, se basa en considerar relevantes las características particulares de cada persona para adaptar mejor las medidas terapéuticas o preventivas de una manera más personalizada.

De manera análoga, ha surgido el concepto de nutrición de precisión, en el que se pretende proporcionar las mejores recomendaciones dietéticas para prevenir o tratar una enfermedad de acuerdo con las características de la persona. Entre estas características cobran especial relevancia las basadas en las ómicas. Inicialmente, la genómica y, posteriormente, la epigenómica, la metabolómica, la proteómica y la transcriptómica están aportándonos nueva información sobre la distinta respuesta a la dieta basada en el genotipo, sobre nuevos biomarcadores precoces de enfermedad, sobre la ingesta o sobre efectos reguladores de la dieta. Pero la nutrición de precisión todavía puede extenderse mucho más incluyendo aspectos más holísticos que no estén centrados en la enfermedad, sino en el bienestar y otros indicadores de salud positiva. Para ello, a las mencionadas ómicas se han sumado otras ómicas que permiten un análisis más multidimensional.

También la gastronomía tiene un papel relevante en la nutrición de precisión. Aunque todavía nos encontramos en una fase preliminar de estudio y de validación en nutrición de precisión, existe un gran potencial en este campo que es necesario desarrollar.

En este contexto, revisaremos el papel de las ómicas en la nutrición de precisión, así como sus principales fortalezas y debilidades.

#### Palabras clave:

Ómicas. Dieta. Nutrición de precisión. Genómica. Epigenómica. Transcriptómica. Metabolómica. Proteómica. Bioinformática.

## Abstract

Precision medicine has taken huge strides forward in recent years. Although there is still no generally accepted single definition, it basically considers the particular characteristics of each person as relevant in order to better adapt therapeutic or preventive measures in a more personalized fashion.

Likewise, the concept of precision nutrition has gathered strength, in which the aim is to provide the best dietary recommendations to prevent or treat a disease in accordance with the characteristics of the individual in question. Of special importance among these characteristics are those based on omics. Initially genomics, and now epigenomics, metabolomics, proteomics and transcriptomics are providing us with new information on the different responses to the diet based on genotype, on new early biomarkers of disease, on dietary intake, or on the regulatory effects of diet. However, precision nutrition can go further still to include much more holistic aspects, not focusing on the disease, but on wellbeing and other indicators of positive health. Hence, other omics have been added to those mentioned above that provide us with a more multidimensional analysis.

Gastronomy also plays an important role in precision nutrition. Although we are still at the preliminary validation stage of precision nutrition, this field presents huge potential for development.

In this context, we shall review the role of omics in precision nutrition as well as their main strengths and weaknesses.

#### Key words:

Omics. Diet. Precision nutrition. Genomics. Epigenomic. Transcriptomics. Metabolomics. Proteomics. Computational Biology.

Financiación: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos: "PI16/00366" (ISCIII y FEDER), PROMETEO/2017/017 (Generalitat Valenciana), SAF2016-80532-R (MINECO), CIBEROBN y Fundació Marató-TV3.

Corella D, Ordovás JM. Papel de las ómicas en la nutrición de precisión: fortalezas y debilidades. Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):10-18

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2119>

#### Correspondencia:

Dolores Corella. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia. Avda. Blasco Ibáñez, 15. 46010 Valencia, España  
e-mail: dolores.corella@uv.es

## INTRODUCCIÓN

Tanto las revistas científicas como los medios de comunicación de masas en general están dedicando importantes artículos a difundir el concepto de medicina de precisión, inicialmente denominado medicina personalizada. En general, y salvo algunas miradas críticas, el concepto de medicina de precisión tiene una favorable acogida y se percibe como un importante avance. En la prensa popular, en sus distintas plataformas de difusión, es donde el concepto de medicina de precisión se ha transmitido de una manera más positiva. Así, según un reciente estudio realizado por Marcon y cols. (1) en el que investigaban la representación de la medicina de precisión o personalizada en los medios de comunicación de América del Norte durante la última década (concretamente, de enero de 2005 a marzo de 2016), tras el análisis de más de 770 publicaciones, se concluyó que este concepto se ha transmitido con profusión al consumidor, centrado, en la amplia mayoría de los casos, en reflejar sus implicaciones positivas y los beneficios que puede tener para la salud.

En la prensa científica, aunque también se ha detectado este primer mensaje de revolución positiva, en los últimos años han ido surgiendo más artículos que reflexionan sobre sus posibles limitaciones. Esto hace que resulte indispensable tener presentes tanto las ventajas como las limitaciones a la hora de llevar a cabo futuras investigaciones y de realizar su traslación a la sociedad (2).

En este contexto, podemos afirmar que la medicina de precisión está de moda, pero ¿qué significa? En la actualidad no hay una definición universalmente aceptada, aunque las existentes coinciden en que se basa en considerar relevantes las características particulares de cada persona para adaptar mejor las medidas terapéuticas o preventivas de una manera más personalizada (3).

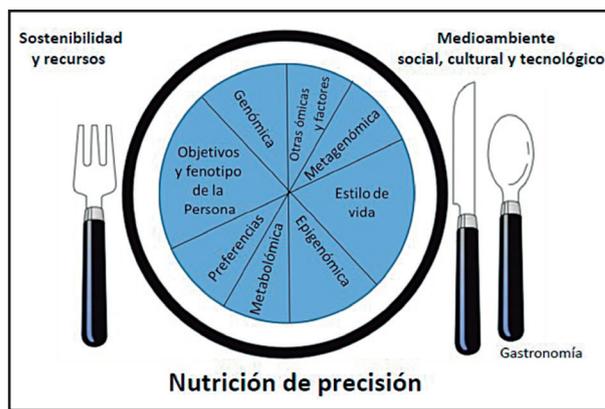
Aunque tradicionalmente, y en general, se han usado distintas características individuales de la persona (como el sexo, la edad, la obesidad y otras variables del estilo de vida), en la actualidad se considera que los datos ómicos, fundamentalmente los genómicos, son de especial relevancia para optimizar la personalización de la medicina (4). Tras la publicación de Francis Collins (4), director de los National Institutes of Health (NIH) de Estados Unidos, en la que se anunciaba una nueva era gracias a la medicina de precisión, y tras la puesta en marcha de un estudio de cohortes prospectivo en dicho país con el objetivo de reclutar y seguir a un millón de personas para generar datos ómicos y de otro tipo que permitan su implantación en la nueva medicina de precisión, se han intensificado las investigaciones con esta perspectiva de precisión en distintas disciplinas a nivel internacional. Aunque la medicina de precisión se focalizó inicialmente en Estados Unidos sobre todo en el tratamiento del cáncer, su uso no se ha restringido únicamente a esta enfermedad, sino que se pone como ejemplo de éxito de varios tratamientos que han comenzado a mostrar los beneficios de dicha personalización. De manera paralela, y en el marco de la medicina de precisión, surge el concepto de nutrición de precisión.

## NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

De manera similar a lo que ocurre con la medicina de precisión, existen múltiples definiciones de nutrición de precisión (5-8). En general, estas definiciones coinciden en señalar que la nutrición de precisión tiene más en cuenta las características del individuo a la hora de recomendar las mejores dietas para la prevención o el tratamiento de un problema de salud. Actualmente, existe también bastante consenso en señalar que dichas características son multidimensionales, entre las que las ómicas pueden aportar una valiosa información, aunque no son las únicas variables a tener en cuenta en la nutrición de precisión.

En la figura 1 presentamos cómo podría entenderse la nutrición de precisión aplicada a las recomendaciones nutricionales de una persona. Partimos de una representación de plato, por analogía a las conocidas recomendaciones nutricionales basadas en el denominado *plato de Harvard*, pero en su interior no se representan las raciones recomendadas para la población, sino que se asume que los alimentos y las porciones recomendadas de manera óptima no serán las mismas para cada persona, sino que variarán en función de sus necesidades más específicas, ya que precisamente es esta una de las principales características de la nutrición de precisión. En el plato se representan las distintas características de la persona que pueden ser relevantes para sustentar la personalización de la dieta.

En primer lugar, hay que tener en cuenta los objetivos que quieren conseguirse con la personalización, que pueden ser a corto o a largo plazo. Un objetivo a corto plazo puede ser perder peso, y a largo plazo puede ser minimizar el riesgo de desarrollar diabetes. Una vez establecido el objetivo o los objetivos de la personalización, hay que considerar las características fenotípicas de la persona, incluyendo las variables sexo y edad, ya que las recomendaciones pueden ser diferentes en base a estas características. Entre otros fenotipos relevantes, destacamos el índice de masa corporal (IMC), la presencia o ausencia de diabetes, insuficiencia renal, hipercolesterolemia, triglicéridos elevados,



**Figura 1.**

Factores que influyen en la configuración de los hábitos alimentarios.

hipertensión, otros parámetros bioquímicos relevantes y otros fenotipos de enfermedad. Tras considerar estas características, también es necesario tener en cuenta otras variables del estilo de vida de la persona, entre ellas, la actividad física, el consumo de tabaco, de alcohol y de fármacos, horas de sueño y horarios de comidas, horarios de trabajo, tipo de trabajo, estrés, felicidad y otras variables relevantes del estilo de vida para esa persona concreta. Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta las preferencias de la persona, los alimentos que le gustan y los que no, preferencias de sabores y de formas de cocción, etc. Estas variables, a pesar de dar una información crucial, no son suficientes para conseguir una nutrición de precisión exacta, ya que todavía existen características de la persona que solamente las ciencias ómicas pueden proporcionar, entre las que puede señalarse el riesgo genético.

Se ha demostrado ampliamente que variaciones en determinados genes pueden incrementar el riesgo de enfermedad (9), ya sean enfermedades monogénicas (obesidad monogénica, hipercolesterolemia familiar monogénica, diabetes tipo I, cáncer de mama de elevada heredabilidad, etc.) o poligénicas, en las que participan diferentes genes, como en la obesidad común, la diabetes tipo 2, dislipemias, etc. La posibilidad de realizar un análisis genético de alta densidad, o incluso una secuenciación directa del genoma a través de las nuevas tecnologías ómicas (como la genómica), y conocer la presencia o ausencia de determinadas variantes genéticas que incrementan el riesgo de enfermedad muchos años antes de que aparezca proporcionan una información única y muy valiosa para la nutrición de precisión. Por ello, la genómica se ha incluido en el plato como una de las tecnologías relevantes en función de cuyos resultados para un individuo concreto podrán perfilarse mejor las recomendaciones nutricionales.

Del mismo modo, otra tecnología ómica incluida en el plato es la epigenómica, con la que se obtiene información sobre los elementos reguladores que actúan en el ADN y que no implican un cambio de base (10). Aunque todavía existen menos estudios epigenómicos que genómicos, parece que en los próximos años asistiremos a un importante desarrollo de esta ómica y podrá ofrecernos nuevos biomarcadores particulares de cada individuo (metilación de determinados genes, perfiles de microRNAs, acetilación de histonas, etc.), que será necesario tener en cuenta para una mejor personalización de las dietas.

Entre las demás ciencias ómicas, la metabolómica (11), basada en el estudio de los metabolitos de distinta naturaleza química (que constituyen el metaboloma), destaca especialmente por sus aplicaciones futuras en la nutrición de precisión. Mediante las mediciones con esta ómica, podremos disponer de datos tanto de biomarcadores de ingesta de alimentos como de riesgo de enfermedad, cuya información es complementaria a la proporcionada por la genómica y la epigenómica.

Además de otras ómicas, como transcriptómica y proteómica (que serán comentadas más adelante), en los últimos años ha surgido con fuerza la metagenómica (12), que estudia el genoma de los microorganismos que habitan en el ser humano. Inicialmente ha resultado de gran interés la microbiota del aparato digestivo (12), fundamentalmente medida en heces, pero los microorga-

nismos se encuentran en distintos compartimentos y tejidos y su determinación está extendiéndose (por ejemplo, la microbiota de la piel está aportando interesantes datos) (13). Aunque las distintas ómicas las denominemos por separado, lo interesante es la información que puede derivarse de la integración de varias (14). Esta es un área todavía en una etapa de investigación incipiente, pero en un futuro próximo podremos disponer de biomarcadores integrados.

Desde un punto de vista holístico, no podemos contemplar a la persona como un ser aislado de su entorno, por lo que en la nutrición de precisión también hemos considerado relevante destacar como punto importante los entornos social, cultural y tecnológico en los que se encuentra el individuo (representados por los cubiertos a cada lado del plato; en este caso, el cuchillo y la cuchara), ya que tendrá una gran influencia en la personalización de las dietas. En estos entornos será muy relevante la gastronomía, entendida como “el conjunto de conocimientos y actividades relacionadas con la comida concebida casi como un arte”.

De manera paralela, la nutrición de precisión tiene que tener en cuenta los recursos disponibles y la sostenibilidad (15,16), representados, en este caso, por el tenedor.

Tras esta presentación resumida de las distintas ómicas, pasamos a analizar con más detalle las más relevantes, indicando sus fortalezas y debilidades en la nutrición de precisión.

## PRINCIPALES ÓMICAS EN NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

Las ómicas nos proporcionan la tecnología y la metodología para medir nuevos biomarcadores cuya información pueda incorporarse a la nutrición de precisión. Entendemos, pues, que la nutrición de precisión es la aplicación práctica de la investigación previamente realizada en el marco de la genómica nutricional (17), incluyendo tanto estudios de nutrigenética como de nutrigenómica (18,19).

Los estudios de nutrigenética se han entendido tradicionalmente como los que estudian la diferente respuesta a la dieta según el genotipo, mientras que los estudios de nutrigenómica implican una investigación más profunda de los mecanismos por los que pueden explicarse las observaciones nutrigenéticas (18). Sin embargo, y como todavía persiste algo de confusión en estas denominaciones, resulta más práctico referirnos a los estudios de genómica nutricional, que es el marco más grande que engloba tanto los estudios de nutrigenética como los de nutrigenómica.

Los estudios de genómica nutricional son los que proporcionan los conocimientos necesarios para incorporar a la denominada nutrición de precisión. Por lo tanto, tienen que sumar de manera prioritaria los diseños epidemiológicos que proporcionen un mayor nivel de evidencia científica, ya que, en la actualidad, la mayoría de la información generada en los estudios de genómica nutricional procede de estudios observacionales que hay que complementar con estudios de intervención dietética (19). Sin embargo, los estudios de intervención dietética controlados y aleatorios son caros de realizar y tienen muchas dificultades logísticas, sobre

todo si se trata de estudios de intervención a largo plazo. Una debilidad de los estudios de genómica nutricional es precisamente la escasez de estudios de intervención a largo plazo. Sin un buen diseño epidemiológico, por mucho que se incorporen y se integren las principales ómicas, los resultados no alcanzarán un alto nivel de evidencia, lo que supone actualmente la principal limitación para aplicar los resultados de la genómica nutricional a la nutrición de precisión.

Antes de comentar con detalle las principales ómicas en nutrición de precisión, en la tabla I se presenta una breve descripción.

## **GENÓMICA EN LA NUTRICIÓN DE PRECISIÓN**

La primera ómica que se incorporó a los estudios de genómica nutricional fue la genómica. Tras la finalización del Proyecto Genoma Humano, se disponía de la tecnología para aislar fácilmente el ADN de los participantes en los estudios epidemiológicos y para determinar algunas variantes en el ADN, fundamentalmente las denominadas polimorfismos de un solo nucleótido (más conocidas por sus siglas en inglés: SNP –*Single Nucleotide Polymorphisms*–). De esta manera, se iniciaron los primeros estudios de genómica nutricional dirigidos a identificar las denominadas interacciones gen-dieta (17). Mediante el estudio de estas interacciones, se obtenían datos estadísticos sobre si una misma dieta tenía efectos diferentes dependiendo del genotipo. Entre estos primeros estudios, podemos destacar el que llevó a cabo nuestro grupo entre los participantes del *Framingham Study* (20), en el que analizamos un polimorfismo en el promotor del gen de

la lipasa hepática (LIPC) y la ingesta de grasa de la dieta en las concentraciones de colesterol-HDL y del tamaño de las partículas HDL. Encontramos una alta interacción estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), de manera que los portadores de la variante alélica (T) del polimorfismo -514C>T en LIPC presentaban concentraciones significativamente mayores de c-HDL solo en personas que consumían menos del 30% de la energía de la dieta procedente de la grasa. Sin embargo, cuando la ingesta de grasa total fue superior al 30%, el alelo T no se asoció a mayores concentraciones de c-HDL. Efectos similares se observaron al analizar el diámetro de las HDL.

Este artículo se considera relevante en genómica nutricional porque su publicación tuvo una gran repercusión a nivel científico en Estados Unidos y supuso un gran impulso para que se apoyara la investigación en genómica nutricional, al mismo tiempo que otros grupos de investigadores iniciaron líneas de investigación basadas en genómica nutricional.

A medida que fue avanzando la tecnología genómica, se consiguió reducir el coste de las determinaciones de SNP y pudo determinarse cada vez un mayor número de ellas a través de los denominados chips de genotipado denso, lo que permitió, en primer lugar, realizar los llamados estudios de asociación de genoma completo (21), más conocidos por sus siglas en inglés (GWAS, *Genome-Wide Association Study*), identificando las variantes genéticas más asociadas a cada fenotipo de enfermedad, y, en segundo lugar, realizar estudios de interacción gen-dieta con dichas variantes genéticas.

Básicamente, en un GWAS el objetivo es identificar nuevos genes asociados con el fenotipo de interés a través de un cribado

**Tabla I. Definición de las principales ómicas en nutrición de precisión**

|   |
|---|
| <p><b>Genómica.</b> Estudio de las variaciones en la secuencia de ADN. Fundamentalmente se ha centrado en el análisis de los polimorfismos de un solo nucleótido, más conocidos por sus siglas en inglés (SNP). Este análisis comenzó a realizarse a pequeña escala y, actualmente, gracias al desarrollo de la tecnología ómica, se utilizan chips de alta densidad para determinar millones de SNP, seguidos de la realización de estudios de asociación de genoma completo, denominados GWAS (también por sus siglas en inglés). Recientemente los estudios de secuenciación directa han disminuido su coste y están empezando a aplicarse en grandes cohortes, fundamentalmente a través del estudio del exoma</p> <p><b>Epigenómica.</b> Estudia los elementos reguladores de la expresión génica que no implican cambio de base en el ADN. Fundamentalmente se centra en el estudio de la metilación/desmetilación del ADN (citosinas), tanto a nivel de genes candidatos como metilación de epigenoma completo a través de los estudios denominados de EWAS, en la regulación por ARN no codificante (fundamentalmente microARN y ARN largos no codificantes) y en la regulación por modificación de histonas, aunque este mecanismo es más complejo y menos conocido en genómica nutricional. Varía según el tejido que se analice</p> <p><b>Transcriptómica.</b> Estudia la expresión de los genes en respuesta a determinadas condiciones, como los distintos componentes de la dieta. Esta expresión también puede analizarse con genes individuales o a nivel de transcriptoma completo. Es muy dependiente del tejido estudiado y existe dificultad en obtener ARN de calidad en los grandes estudios de genómica nutricional</p> <p><b>Proteómica.</b> Se basa en el estudio del conjunto de todas las proteínas expresadas en un determinado momento bajo unas condiciones concretas de tiempo y ambiente, también conocido como proteoma. Tras algunas dificultades tecnológicas iniciales, en la actualidad está experimentando un crecimiento, fundamentalmente en los estudios de integración con otras ómicas</p> <p><b>Metabolómica.</b> Se basa en el estudio de los metabolitos que son compuestos de diversa naturaleza y de tamaño más pequeño, resultantes de las distintas etapas del metabolismo. Puede comprender lípidos y denominarse lipidómica si los analiza de manera más específica, aminoácidos, etc. Existe dificultad en las determinaciones al tener que utilizar distintas plataformas y distintas aproximaciones orientadas o no orientadas, pero en los últimos años está experimentando un gran desarrollo y tiene muchas aplicaciones potenciales en nutrición de precisión</p> <p><b>Metagenómica/microbiómica.</b> Estas ómicas se centran en los microorganismos que hospeda el individuo en sus distintos órganos y tejidos. Fundamentalmente se estudian en las heces, pero también existen importantes trabajos que ponen de manifiesto la relevancia de otros tejidos</p> |
|---|

completo del genoma; es decir, analizar polimorfismos en todos los cromosomas, con una densidad que dependerá del tipo de chip. Inicialmente se consideró que un estudio podía denominarse de genoma completo cuando el chip incluía 10.000 SNP. Posteriormente, se utilizaron chips de 100.000 SNP y, actualmente, estamos utilizando ya chips que permiten analizar más de un millón de SNP. A medida que aumenta la densidad de genotipado, el análisis de asociación es más completo.

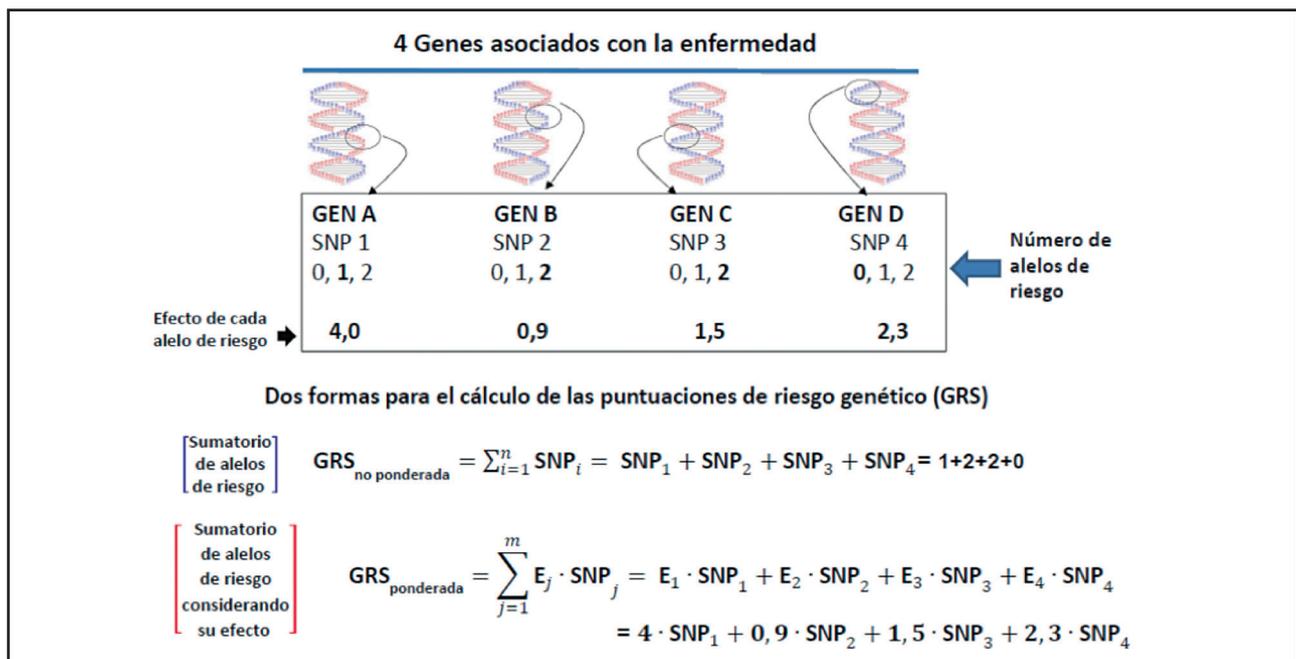
En los análisis estadísticos de asociación entre el genotipado de genoma completo y el fenotipo de interés se utilizan frecuentemente los gráficos denominados Manhattan Plot, por analogía a los rascacielos de la isla de Manhattan, en Nueva York. En estos gráficos, se representa el valor del menos logaritmo en base 10 de la P de asociación entre cada SNP y el fenotipo de interés (en el eje vertical), y en el eje horizontal se representa la posición que ocupa cada SNP en el cromosoma. Cada punto de la gráfica es un SNP. Cuanto más alto queda un SNP, más asociado se encuentra al fenotipo de interés. Para considerar una asociación como estadísticamente significativa a nivel de GWA, no se utiliza el valor nominal de  $p < 0,05$ , sino que se corrige dicho valor por el gran número de comparaciones realizadas para minimizar los falsos positivos. El valor comúnmente aceptado como umbral para considerar una asociación como estadísticamente significativa a nivel de GWA es  $p < 5 \times 10^{-8}$ . Un mayor detalle sobre este tipo de estudios puede encontrarse en una revisión previa de nuestro grupo (22).

Recientemente ha disminuido mucho el coste y el tiempo de ejecución de la secuenciación directa del genoma, denominada *Next Generation Sequencing* (NGS) (23), debido a la utilización de

mejores métodos que los inicialmente utilizados en el Proyecto Genoma Humano. Estas tecnologías permitirán secuenciar completamente un genoma humano por unos 1.000 dólares, o incluso menos, con las denominadas tecnologías de tercera generación (24). Actualmente, la secuenciación de exomas (25) como alternativa a la secuenciación del genoma completo, incluyendo intrones y exones, ya está bastante extendida en algunos consorcios de enfermedad cardiovascular, obesidad y diabetes (26,27), y, paulatinamente, lo hará la NGS.

Tras los resultados de estos estudios, que proporcionan los marcadores genéticos de riesgo de enfermedad, tanto de alta densidad de SNP como de secuenciación directa, tienen que realizarse investigaciones sobre las interacciones gen-dieta para investigar qué tipo de dieta puede modular el mayor riesgo conferido por la susceptibilidad genética en los distintos fenotipos analizados. Estos estudios de interacciones gen-dieta tienen que tener en cuenta también el carácter holístico de la genómica nutricional y proporcionar información adicional de la homogeneidad o heterogeneidad por sexo, edad, actividad física y otras variables del estilo de vida para que posteriormente estos resultados tengan mayor utilidad en nutrición de precisión.

Tanto los GWA como la secuenciación directa nos permiten conocer los principales SNP asociados con el fenotipo de interés de manera separada. Sin embargo, sabemos que en las enfermedades poligénicas una persona puede poseer variantes de riesgo en muchos SNP en genes relevantes. Para conocer su contribución conjunta, utilizamos las denominadas puntuaciones de riesgo genético, más conocidas por sus siglas en inglés (GRS –*Genetic Risk Scores*–). En la figura 2 se presenta el cálculo de las GRS en



**Figura 2.**

Cálculo de las puntuaciones de riesgo genético ponderadas y no ponderadas.

sus dos principales modalidades: a) no ponderadas y b) ponderadas. En el primer caso, para el cálculo solo se tiene en cuenta el número de alelos de riesgo que posee una persona para cada SNP. Si, por ejemplo, tenemos 4 SNP en 4 genes que entran a formar parte de una GRS, si la persona es heterocigota en el primer SNP, homocigota mutada en el segundo y tercer SNP y sin ninguna variante de riesgo en el cuarto SNP, su GRS no ponderada será de  $1 + 2 + 2 + 0 = 5$ . Sin embargo, cada SNP puede tener una magnitud de asociación distinta con la enfermedad, y unos SNP pueden estar más asociados que otros. Este efecto también puede incluirse en las puntuaciones de riesgo genético multiplicando el número de alelos de cada SNP por el efecto de cada SNP (información que puede obtenerse de estudios previos o de la misma población) y realizando el sumatorio. Actualmente se utilizan mucho las GRS (ponderadas o no ponderadas) para la evaluación del riesgo poligénico, y se han descrito GRS para varios fenotipos. Las ventajas y las limitaciones del cálculo de GRS pueden consultarse con más detalle en esta revisión (28). Estas GRS se incorporan a los estudios de genómica nutricional y, a partir de ellas, se analiza su interacción con los componentes de la dieta para ver si esta es capaz de modificar el riesgo genético de enfermedad.

Seguidamente, presentamos dos ejemplos seleccionados de aplicación de las GRS al estudio de las interacciones gen-dieta en el genotipo de obesidad. Uno de ellos es un estudio transversal realizado por el grupo del Dr. Ordovás utilizando una puntuación de riesgo genético ponderada incluyendo 64 SNP relacionados con la obesidad (29). Esta GRS se asoció significativamente con un mayor riesgo de obesidad a mayor puntuación en las dos poblaciones independientes analizadas (los participantes en el estudio GODLN y los participantes en el estudio MESA). Además, se encontró una interacción gen-dieta estadísticamente significativa entre el riesgo genético y la ingesta de ácidos grasos saturados determinando el riesgo de obesidad, de manera que las personas con GRS elevados, pero con ingesta de grasa saturada baja, disminuían su riesgo de obesidad, que se incrementaba en personas con riesgo genético alto e ingesta de grasa saturada elevada. El segundo de ellos es un estudio reciente utilizando una GRS de 77 SNP de obesidad que ha añadido un componente longitudinal en el estudio de la interacción gen-dieta (30). Este estudio, realizado también en dos poblaciones americanas (la cohorte de las enfermeras y la de los médicos), ha demostrado que la adherencia a una dieta saludable es capaz de modificar el incremento de peso en el tiempo que confiere un mayor riesgo genético (30). Estas dos publicaciones son solo dos ejemplos de los muchos estudios sobre interacciones gen-dieta que están publicándose en la actualidad. En ambos estudios se utiliza una cohorte de replicación, contribuyendo a añadir más evidencia a los resultados obtenidos, ya que actualmente uno de los mayores problemas en la aplicación de los resultados de los estudios de genómica nutricional a la nutrición de precisión es la baja replicación. Además del problema de replicación de muchos de los estudios publicados, y de la necesidad de realizar más estudios experimentales, la utilización de las GRS para el análisis de las interacciones gen-dieta no está exenta de otras limitaciones, ya que frecuentemente se indica que la utilización de una GRS resta

precisión a la nutrición de precisión, pues no se sabe qué SNP son los que verdaderamente están interaccionando y cuáles son sus mecanismos. Una discusión más detallada sobre las limitaciones de las GRS en las interacciones gen-dieta, así como las propuestas de alternativa de mejora, puede encontrarse en una reciente revisión del problema (19).

## **EPIGENÓMICA Y NUTRICIÓN DE PRECISIÓN**

Aunque la genómica puede proporcionar información muy relevante para guiar la nutrición de precisión, no solamente son relevantes los cambios de base en el genoma como reguladores de la expresión de genes. Existen otros elementos reguladores de la expresión, y, por tanto, susceptibles de estar relacionados con los estados de salud-enfermedad, que no implican un cambio de base en la secuencia del ADN. Así, la epigenómica estudia los elementos funcionales claves que regulan la expresión génica en una célula que no implican cambio de base en la secuencia (31). Una limitación de la epigenómica en comparación con la genómica es que el genoma es el mismo en todas las células somáticas; sin embargo, el epigenoma es específico de cada tipo celular, lo que añade más complejidad al estudio y hace muy relevante el origen de la muestra que se ha tomado para su análisis (32).

Existen varios tipos de modificaciones epigenéticas. Las más estudiadas son las metilaciones y las regulaciones por ARN no codificantes (que incluyen microARN, ARN no codificantes largos, etc.). También las modificaciones de histonas son otro tipo de regulación epigenética, pero han sido menos estudiadas en genómica nutricional porque tienen un mayor nivel de complejidad. A diferencia de las variaciones en el genoma que implican un cambio de bases (los anteriormente mencionados SNP), las regulaciones epigenéticas son dinámicas y pueden cambiar con el tiempo. Por lo tanto, el conocimiento de los factores que influyen en una modificación favorable de las marcas epigenéticas resulta de especial interés en la prevención y el tratamiento de la enfermedad. Además, varios autores indican que la dieta puede ser un regulador epigenómico muy relevante (33,34).

Debido a la complejidad del estudio conjunto de las modificaciones epigenómicas, estas están estudiándose de manera separada, aunque en un futuro próximo lo ideal sería poder analizarlas conjuntamente, así como también su integración con otras ómicas, pero de momento nos encontramos con limitaciones tanto de coste y tamaño de muestra de los estudios como computacionales y de bioinformática que no permiten este grado avanzado de modelización. Por ello, pasaremos a describir de una manera breve las principales modificaciones epigenómicas de interés actual en nutrición.

### **MODIFICACIÓN EPIGENÓMICA POR METILACIÓN/DESMETILACIÓN DEL ADN**

Mediante la adición enzimática de un grupo metilo al carbono 5 de la citosina se produce la metilación por acción de las metil-

transferasas. La mayoría de las 5-metilcitosinas (5 mC) están presentes en los dinucleótidos (CpG), que no están distribuidos de manera uniforme a lo largo del genoma, sino concentrados en las denominadas islas CpG. De manera similar a las metilasas, también existen desmetilasas que se encargarían del proceso inverso de eliminación de los grupos metilo, aunque este proceso es más complejo (35). La regulación por metilación/desmetilación no es sencilla, ya que hay implicados múltiples elementos reguladores, como promotores, represores, potenciadores, etc. (35).

En los estudios epidemiológicos en humanos, ha comenzado a caracterizarse el perfil de metilación de genes específicos o de metilación masiva mediante técnicas similares a los GWA, pero denominadas ahora EWAS (siglas en inglés correspondientes a *Epigenome-Wide Association Study*). Entre los chips más utilizados para medir la metilación de epigenoma completa, se encuentra el denominado 450 K de Illumina (K = 1000 lugares de metilación), que recientemente se ha sustituido por otro de la misma casa comercial, pero que ofrece una mayor cobertura: 850 K (36).

Se han realizado varios estudios de metilación de epigenoma completo identificando genes diferencialmente metilados asociados a distintos fenotipos, como IMC, diabetes, enfermedad cardiovascular o concentraciones plasmáticas de lípidos, en los que el grupo del Dr. Ordovás ha participado en varios de ellos (37-39). Sin embargo, a pesar de que cada estudio propone unos genes candidatos cuyas regiones diferencialmente metiladas se asocian a un mayor o menor riesgo de enfermedad, la consistencia de los resultados en los distintos estudios todavía es baja. Así, en una revisión sistemática examinando estudios que habían analizado cambios de metilación en investigaciones de intervención para pérdida de peso (40), tanto basados en aproximación de genes candidatos como de EWAS, encontraron muy poca replicación de resultados. Así, por ejemplo, de los 6.091 genes analizados como significativos o potencialmente significativos en 9 EWAS, solo 6 genes coincidieron en 4 EWAS (GATA2, TCF7L2, SDK1, PIP4K2A, RREB1, HDAC4) y 57 genes en 3 estudios. Esta heterogeneidad puede ser debida a los distintos diseños de los estudios y a las diferentes características de los participantes, lo que indica que todavía queda mucho trabajo de estandarización por hacer antes de poder aplicar los resultados de la epigenómica a la nutrición de precisión. Además, el interés radica también en conocer puntuaciones de riesgo epigenético (ERS) similares a las GRS que nos informen de perfiles epigenómicos de riesgo y cómo la dieta puede modificarlos. Todo ello sin olvidar que, a su vez, determinados SNP influyen en la metilación y es necesario tener en cuenta la relación genoma-epigenoma.

## MODIFICACIÓN EPIGENÓMICA POR ARN NO CODIFICANTES: MICROARN Y OTROS

Estos ARN no codifican proteínas y tienen una importante función reguladora de múltiples procesos. Según su tamaño, se clasifican en microARN (unas 20-25 pb), cortos (menos de 200 pb) y largos (más de 200 pb). Los microARN están siendo muy

estudiados y se les atribuye una importantísima función reguladora en múltiples procesos (42). Los microARN son capaces de unirse a la región 3'-UTR de los ARN mensajeros objetivo y causar un bloqueo de la traducción (42).

Existen múltiples microARN implicados en la regulación de los distintos fenotipos de interés relacionados con la nutrición. Los microARN pueden analizarse en tejidos específicos y relacionar su expresión con ciertas características fenotípicas, como, por ejemplo, la relación entre la expresión de los microARN: miR-1, miR-133, miR-208a/b y miR-499a en cardiomiocitos y fenotipos cardiovasculares (42).

Otras veces, los microARN pueden encontrarse y analizarse en el plasma circulante y relacionar sus concentraciones por distintos fenotipos de interés. Así, por ejemplo, en niños recién nacidos se midió la cantidad de microARN circulantes y se relacionó con el peso de la madre en la gestación. Concretamente, se encontró que los miR-155, miR-181a y miR-221 difieren en los bebés nacidos de mujeres obesas en comparación con los bebés nacidos de mujeres con peso normal (43).

A pesar de estos importantes avances, podemos identificar similares limitaciones a las expuestas anteriormente para los marcadores de metilación. En general, todavía existe poca reproducibilidad y es necesario una mejor estandarización de técnicas y de diseños de los estudios a través de una mejor estandarización de las características de los participantes y de las intervenciones dietéticas para que se disponga de una suficiente evidencia en este ámbito para poder aplicarla a la nutrición de precisión.

## REGULACIÓN EPIGENÓMICA POR MODIFICACIÓN DE HISTONAS

Las histonas son una familia de proteínas con carga positiva que se encargan de compactar el ADN y permitir que quepa en el núcleo celular. Se denominan H1, H2A, H2B, H3 y H4. La acetilación, metilación y fosforilación, entre otras, son las principales modificaciones que pueden tener lugar en las histonas e incluyen en el estado de compactación de la cromatina. Este tipo de regulación epigenética es mucho más compleja que las anteriormente descritas y no existen muchos estudios epidemiológicos en humanos que se hayan centrado en esta regulación. Sin embargo, sí existen estudios en animales que han analizado la relación entre la dieta y la modificación de histonas en varias situaciones (44,45), poniendo énfasis en su relevancia. A pesar de su interés, otra dificultad añadida en los estudios de genómica nutricional, y para su posterior traslación a la nutrición de precisión, es la gran especificidad de tejido que tiene esta regulación.

## TRANSCRIPTÓMICA, PROTEÓMICA Y METABOLÓMICA EN LA NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

La transcriptómica ha sido crucial en el inicio de la genómica nutricional, ya que los primeros estudios en esta disciplina se

centraron también en cómo los alimentos y nutrientes afectaban a la expresión de los genes (46). También en transcriptómica se ha avanzado desde el estudio de la expresión de genes concretos a la realización de estudios de transcriptoma completo mediante arrays que contienen todos los genes.

Al igual que sucede con la epigenómica, una limitación de la transcriptómica es que es tejido dependiente y, además, la obtención del ARN de buena calidad no siempre es posible, ni siquiera en los casos en que se estudien células de la sangre que son las más fáciles de conseguir (además de la saliva) en los estudios epidemiológicos.

En la actualidad, la transcriptómica se utiliza integrada con otras tecnologías ómicas (47) y está aportando información importante para la nutrición de precisión. La proteómica también está experimentando un importante desarrollo, superadas las limitaciones tecnológicas iniciales, y la metabolómica es una de las ómicas con más futuro y aplicaciones en nutrición de precisión (48).

Por limitaciones de espacio no podemos comentar con detalle los recientes avances en estas ómicas, pero todas ellas están contribuyendo a generar un conocimiento sin precedentes, que está siendo muy valioso para sus futuras aplicaciones en nutrición de precisión. Hemos comentado anteriormente que la integración de las ómicas, denominada por algunos como panómica en sentido amplio (49), contribuirá de manera exponencial al incremento del conocimiento. Un documento de consenso de expertos internacionales sobre el tema de la integración de ómicas en nutrición de precisión (50) puede servir de guía para conocer con más detalle las fortalezas y debilidades de las distintas ómicas, así como las expectativas de futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Marcon AR, Bieber M, Caulfield T. Representing a "revolution": how the popular press has portrayed personalized medicine. *Genet Med* 2018. DOI: 10.1038/gim.2017.217 [Epub ahead of print].
- Ramaswami R, Bayer R, Galea S. Precision Medicine from a Public Health Perspective. *Annu Rev Public Health* 2017. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-040617-014158 [Epub ahead of print].
- Caskey T. Precision Medicine: Functional Advancements. *Annu Rev Med* 2018;69:1-18. DOI: 10.1146/annurev-med-041316-090905
- Collins FS, Varmus H. A new initiative on precision medicine. *N Engl J Med* 2015;372(9):793-5.
- De Toro-Martín J, Arsenault BJ, Després JP, Vohl MC. Precision Nutrition: A Review of Personalized Nutritional Approaches for the Prevention and Management of Metabolic Syndrome. *Nutrients* 2017;9. pii: E913.
- Özdemir V, Kolker E. Precision Nutrition 4.0: A Big Data and Ethics Foresight Analysis--Convergence of Agrigenomics, Nutrigenomics, Nutriproteomics, and Nutrimetabolomics. *OMICS* 2016;20:69-75.
- O'Sullivan A, Henrick B, Dixon B, Barile D, Zivkovic A, Smilowitz J, Lemay D, Martin W, German JB, Schaefer SE. 21st century toolkit for optimizing population health through precision nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017;1-12.
- De Roos B, Brennan L. Personalised Interventions-A Precision Approach for the Next Generation of Dietary Intervention Studies. *Nutrients* 2017;9(8). pii: E847.
- Timpson NJ, Greenwood CMT, Soranzo N, Lawson DJ, Richards JB. Genetic architecture: the shape of the genetic contribution to human traits and disease. *Nat Rev Genet* 2018;19:110-24.
- Han Y, He X. Integrating Epigenomics into the Understanding of Biomedical Insight. *Bioinform Biol Insights* 2016;10:267-89.
- Jones DP, Park Y, Ziegler TR. Nutritional metabolomics: progress in addressing complexity in diet and health. *Annu Rev Nutr* 2012;32:183-202.
- Heintz-Buschart A, Wilmes P. Human Gut Microbiome: Function Matters. *Trends Microbiol* 2017. pii: S0966-842X(17)30251-2. DOI: 10.1016/j.tim.2017.11.002 [Epub ahead of print].
- Byrd AL, Belkaid Y, Segre JA. The human skin microbiome. *Nat Rev Microbiol* 2018;16(3):143-55. DOI: 10.1038/nrmicro.2017.157 [Epub 2018 Jan 15].
- Huang S, Chaudhary K, Garmire LX. More Is Better: Recent Progress in Multi-Omics Data Integration Methods. *Front Genet* 2017;8:84.
- Finley JW, Dimick D, Marshall E, Nelson GC, Mein JR, Gustafson DI. Nutritional Sustainability: Aligning Priorities in Nutrition and Public Health with Agricultural Production. *Adv Nutr* 2017;8:780-88.
- Perignon M, Vieux F, Soler LG, Masset G, Darmon N. Improving diet sustainability through evolution of food choices: review of epidemiological studies on the environmental impact of diets. *Nutr Rev* 2017;75:2-17.
- Ordovas JM, Corella D. Nutritional genomics. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 2004;5:71-118.
- Corella D, Ordovas JM. Nutrigenomics in cardiovascular medicine. *Circ Cardiovasc Genet* 2009;2:637-51.
- Corella D, Coltell O, Mattingley G, Sorlí JV, Ordovas JM. Utilizing nutritional genomics to tailor diets for the prevention of cardiovascular disease: a guide for upcoming studies and implementations. *Expert Rev Mol Diagn* 2017;17:495-513.
- Ordovas JM, Corella D, Demissie S, Cupples LA, Couture P, Coltell O, et al. Dietary fat intake determines the effect of a common polymorphism in the hepatic lipase gene promoter on high-density lipoprotein metabolism: evidence of a strong dose effect in this gene-nutrient interaction in the Framingham Study. *Circulation* 2002;106:2315-21.
- Wang QL, Tan WL, Zhao YJ, Shao MM, Chu JH, Huang XD, et al. Data analysis in the post-genome-wide association study era. *Chronic Dis Transl Med* 2016;2:231-34.
- Corella D, Ordovas JM. Basic Concepts in Molecular Biology Related to Genetics and Epigenetics. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2017;70:744-53.
- Park ST, Kim J. Trends in Next-Generation Sequencing and a New Era for Whole Genome Sequencing. *Int Neurol J* 2016;20:S76-83.
- Jenjaroenpun P, Wongsurawat T, Pereira R, Patumcharoenpol P, Ussery DW, Nielsen J, et al. Complete genomic and transcriptional landscape analysis using third-generation sequencing: a case study of *Saccharomyces cerevisiae* CEN.PK113-7D. *Nucleic Acids Res* 2018. DOI: 10.1093/nar/gky014
- Brown TL, Meloche TM. Exome sequencing a review of new strategies for rare genetic disease research. *Genomics* 2016;108(3-4):109-14.
- Liu DJ, Peloso GM, Yu H, Butterworth AS, Wang X, Mahajan A, et al. Exome-wide association study of plasma lipids in >300,000 individuals. *Nat Genet* 2017;49:1758-66.
- Turcot V, Lu Y, Highland HM, Schurmann C, Justice AE, Fine RS, et al. Protein-altering variants associated with body mass index implicate pathways that control energy intake and expenditure in obesity. *Nat Genet* 2018;50:26-41.
- Malovini A, Bellazzi R, Napolitano C, Guffanti G. Multivariate Methods for Genetic Variants Selection and Risk Prediction in Cardiovascular Diseases. *Front Cardiovasc Med* 2016;3:17.
- Casas-Agustench P, Arnett DK, Smith CE, Lai CQ, Parnell LD, Borecki IB, et al. Saturated fat intake modulates the association between an obesity genetic risk score and body mass index in two US populations. *J Acad Nutr Diet* 2014;114:1954-66.
- Wang T, Heianza Y, Sun D, Huang T, Ma W, Rimm EB, et al. Improving adherence to healthy dietary patterns, genetic risk, and long term weight gain: gene-diet interaction analysis in two prospective cohort studies. *BMJ* 2018;360:j5644.
- Janssen KA, Sidoli S, Garcia BA. Recent Achievements in Characterizing the Histone Code and Approaches to Integrating Epigenomics and Systems Biology. *Methods Enzymol* 2017;586:359-78.
- Roadmap Epigenomics Consortium, Kundaje A, Meuleman W, Ernst J, Bilenky M, Yen A, et al. Integrative analysis of 111 reference human epigenomes. *Nature*. 2015;518:317-30.
- De Luca A, Hankard R, Borys JM, Sinnott D, Marcil V, Levy E. Nutriepigenomics and malnutrition. *Epigenomics* 2017;9:893-917.
- Cheng Z, Zheng L, Almeida FA. Epigenetic reprogramming in metabolic disorders: nutritional factors and beyond. *J Nutr Biochem* 2017;54:1-10.
- Mazzio EA, Soliman KF. Basic concepts of epigenetics: impact of environmental signals on gene expression. *Epigenetics* 2012;7:119-30.
- Moran S, Arribas C, Esteller M. Validation of a DNA methylation microarray for 850,000 CpG sites of the human genome enriched in enhancer sequences. *Epigenomics* 2016;8:389-99.

37. Aslibekyan S, Demerath EW, Mendelson M, Zhi D, Guan W, Liang L, et al. Epigenome-wide study identifies novel methylation loci associated with body mass index and waist circumference. *Obesity (Silver Spring)* 2015;23:1493-501.
38. Irvin MR, Zhi D, Joehanes R, Mendelson M, Aslibekyan S, Claas SA, et al. Epigenome-wide association study of fasting blood lipids in the Genetics of Lipid-lowering Drugs and Diet Network study. *Circulation* 2014;130:565-72.
39. Parnell LD, Ordovás JM, Lai CQ. Environmental and epigenetic regulation of postprandial lipemia. *Curr Opin Lipidol* 2018;29:30-5.
40. Aronica L, Levine AJ, Brennan K, Mi J, Gardner C, Haile RW, et al. A systematic review of studies of DNA methylation in the context of a weight loss intervention. *Epigenomics* 2017;9:769-87.
41. Paul P, Chakraborty A, Sarkar D, Langthasa M, Rahman M, Bari M, et al. Interplay between miRNAs and Human Diseases: A Review. *J Cell Physiol* 2018;233:2007-18.
42. Paiva S, Agbulut O. MiRroring the Multiple Potentials of MicroRNAs in Acute Myocardial Infarction. *Front Cardiovasc Med* 2017;4:73.
43. Méndez-Mancilla A, Lima-Rogel V, Toro-Ortiz JC, Escalante-Padrón F, Monsiváis-Urenda AE, Noyola DE, et al. Differential expression profiles of circulating microRNAs in newborns associated to maternal pregestational overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2017 [in press]. DOI: 10.1111/jjpo.12247
44. Upadhyaya B, Larsen T, Barwari S, Louwagie EJ, Baack ML, Dey M. Prenatal Exposure to a Maternal High-Fat Diet Affects Histone Modification of Cardio-metabolic Genes in Newborn Rats. *Nutrients* 2017;9. pii: E407.
45. Zhao M, Huang X, Cheng X, Lin X, Zhao T, Wu L, et al. Ketogenic diet improves the spatial memory impairment caused by exposure to hypobaric hypoxia through increased acetylation of histones in rats. *PLoS One* 2017;12:e0174477.
46. Viguerie N, Poitou C, Cancellou R, Stich V, Clément K, Langin D. Transcriptomics applied to obesity and caloric restriction. *Biochimie* 2005;87:117-23.
47. Abdul QA, Yu BP, Chung HY, Jung HA, Choi JS. Epigenetic modifications of gene expression by lifestyle and environment. *Arch Pharm Res* 2017;40:1219-37.
48. Beger RD, Dunn W, Schmidt MA, Gross SS, Kirwan JA, Cascante M, et al; for "Precision Medicine and Pharmacometabolomics Task Group"-Metabolomics Society Initiative. Metabolomics enables precision medicine: "A White Paper, Community Perspective". *Metabolomics* 2016;12:149.
49. Sandhu C, Qureshi A, Emili A. Panomics for Precision Medicine. *Trends Mol Med* 2018;24:85-101.
50. Ferguson JF, Allayee H, Gerszten RE, Ideraabdullah F, Kris-Etherton PM, Ordovás JM, et al; American Heart Association Council on Functional Genomics and Translational Biology, Council on Epidemiology and Prevention, and Stroke Council. Nutrigenomics, the Microbiome, and Gene-Environment Interactions: New Directions in Cardiovascular Disease Research, Prevention, and Treatment: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circ Cardiovasc Genet* 2016;9:291-313.



## Nutrigenética, nutrigenómica y dieta mediterránea: una nueva visión para la gastronomía

### *Nutrigenetics, nutrigenomics and Mediterranean diet: a new vision for gastronomy*

Dolores Corella<sup>1,2</sup>, Rocío Barragán<sup>1,2</sup>, José M.<sup>a</sup> Ordovás<sup>3,4,5</sup> y Óscar Coltell<sup>2,6</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Epidemiología Genética y Molecular. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Universidad de Valencia. Valencia, España. <sup>2</sup>CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España. <sup>3</sup>Department of Cardiovascular Epidemiology and Population Genetics. Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). Madrid, España. <sup>4</sup>IMDEA Alimentación. Madrid, España. <sup>5</sup>Nutrition and Genomics Laboratory. JM-USDA Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University. Boston, Estados Unidos. <sup>6</sup>Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universitat Jaume I. Castellón, España

## Resumen

Tanto la nutrigenética como la nutrigenómica son disciplinas dentro de la denominada genómica nutricional, que, en sentido amplio, proporciona el marco de integración de las distintas ómicas con las ciencias de la alimentación y nutrición.

Tras décadas de estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos, se dispone de una cantidad relevante de conocimientos para plantear su aplicación en la denominada nutrición de precisión. Esta nueva disciplina plantea que hay que tener en cuenta las características particulares de la persona para proporcionar la mejor dieta para prevenir o tratar la enfermedad. Los marcadores ómicos se consideran relevantes en dicha personalización. Existen muchos alimentos, nutrientes y patrones de dieta que se han investigado en nutrigenética y nutrigenómica; entre ellos, podemos mencionar el patrón de dieta mediterránea.

A pesar de la heterogeneidad en la definición de dieta mediterránea, existen varios estudios que muestran que la dieta mediterránea puede interaccionar con el genoma, disminuyendo el riesgo de enfermedad en las personas genéticamente más susceptibles. Paralelamente, algunos estudios están mostrando los mecanismos por los que la dieta mediterránea puede ejercer este efecto protector. Conocer con más detalle la susceptibilidad genética, los mecanismos epigenéticos, la influencia del metaboloma y de otras ómicas puede ser relevante en gastronomía, entendida como la práctica del arte de elegir, cocinar y comer los alimentos.

Esta influencia ómica no solo podemos encontrarla en los fenotipos de salud-enfermedad, sino también en la percepción del sabor y del olor de los alimentos (las preferencias por determinadas comidas). Todo ello, bien integrado, puede contribuir al incremento del disfrute a la vez que se sigue una alimentación saludable.

### Palabras clave:

Nutrigenética.  
Nutrigenómica.  
Genómica nutricional.  
Dieta mediterránea.  
Sabor. Nutrición de precisión.  
Bioinformática.

## Abstract

Both nutrigenetics and nutrigenomics are disciplines that form part of what is known as Nutritional Genomics, which, in the widest sense, provides the framework for integrating different omics with food and nutrition sciences.

After decades of nutrigenetic and nutrigenomic studies, there is a large enough amount of knowledge to consider its application in so-called precision nutrition. This new discipline seeks to take into account the particular characteristics of the individual in order to provide the best diet for preventing or treating a disease. Omic markers are considered to be of importance to that personalization. There are many foods, nutrients and dietary patterns that have been researched in nutrigenetics and nutrigenomics, including the Mediterranean Diet pattern.

Despite heterogeneity in defining the Mediterranean Diet, there are various studies that show that the Mediterranean Diet can interact with the genome, so reducing the risk of disease in the most genetically susceptible individuals. Likewise, several studies have recently been revealing the mechanisms through which the Mediterranean Diet may exercise this protective effect. Understanding genetic susceptibility, epigenetic mechanisms, the influence of the metabolome and other omics in more detail may be important in gastronomy, understood as the practice of selecting, cooking and eating food.

This omic influence can not only be found in health-disease phenotypes, but also in food taste and smell perception and preferences for certain dishes. Considering all of these together may contribute to an increase in enjoying and at the same time pursuing healthy eating.

### Key words:

Nutrigenetics.  
Nutrigenomics.  
Nutritional genomics.  
Mediterranean diet. Taste.  
Precision nutrition.  
Bioinformatics.

### Correspondencia:

Dolores Corella. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia. Avda. Blasco Ibáñez, 15. 46010 Valencia, España  
e-mail: dolores.corella@uv.es

Corella D, Barragán R, Ordovás JM, Coltell Ó. Nutrigenética, nutrigenómica y dieta mediterránea: una nueva visión para la gastronomía. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):19-27

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2120>

## INTRODUCCIÓN

---

La nutrigenética y la nutrigenómica son dos conceptos utilizados muchas veces como sinónimos para referirnos al estudio conjunto de la alimentación-nutrición con genómica y otras ciencias ómicas y su influencia en los distintos fenotipos de salud-enfermedad.

Sin embargo, desde un punto de vista más académico, existe una distinción entre ambos términos. Así, suele emplearse el concepto “nutrigenética” para referirnos a los estudios epidemiológicos en los que se analiza de manera estadística el distinto efecto de la dieta según el genotipo (1). Por su parte, “nutrigenómica” haría referencia a los estudios que intentarían explicar las bases moleculares mediante las cuales puede entenderse el efecto nutrigenético observado (2). Ambos conceptos son complementarios y entran en el marco de la disciplina genómica nutricional que los engloba (1,2).

Actualmente, los estudios de nutrigenética y nutrigenómica cobran especial relevancia en el ámbito de la nueva medicina de precisión (3). En esta nueva era de avance hacia la medicina de precisión, se propone adaptar las medidas preventivas y los tratamientos a las características particulares del individuo para optimizarlos más en lugar de aplicar la estrategia general de utilizar la misma recomendación para todos (3).

Entre los parámetros que se pretenden evaluar para adaptar las recomendaciones a las características del individuo, destacan los nuevos marcadores ómicos. Estos nuevos marcadores tanto genómicos como epigenómicos, transcriptómicos, metabolómicos y metagenómicos proporcionan información nueva y complementaria a las determinaciones clásicas. Para la aplicación de estos marcadores a la medicina de precisión todavía son necesarios más estudios, ya que se encuentran en una fase todavía preliminar de investigación.

Por analogía a la medicina de precisión, ha surgido el concepto de “nutrición de precisión” (4), que sería la disciplina que tendría en cuenta las características diferenciales del individuo (incluyendo marcadores ómicos) para aconsejar la mejor dieta para prevenir o tratar la enfermedad. Para la aplicación de la nutrición de precisión son necesarios los resultados de estudios previos de investigación en los que se analicen los datos ómicos y la dieta para evaluar su influencia en los distintos estados de salud-enfermedad. En este sentido, son necesarios estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos previos que generen un conocimiento que proporcione un nivel suficiente de evidencia para su aplicación práctica (5).

A pesar de que desde los años noventa están realizándose muchos estudios de genómica nutricional, los resultados de dichos estudios son, en general, poco consistentes y es necesario aumentar el nivel de evidencia (5). A ello ha contribuido la gran heterogeneidad de diseños epidemiológicos y de poblaciones analizadas, así como la ausencia de estandarización en las variables principales a analizar y la gran complejidad de la dieta (4).

La dieta puede considerarse como un exposoma complejo en el que forman parte alimentos, nutrientes, componentes no nutritivos de los alimentos, grupos de alimentos, patrones de dieta, formas

de cocción, tiempo en el que se ingieren las comidas, número de comidas al día, etc. Por ello, no es extraño que los estudios de interacción gen-dieta realizados tengan un nivel de replicación bajo que limita su aplicación en nutrición de precisión. Además, muchos de ellos no han tenido en cuenta otras variables, como la edad y el sexo, que pueden ser fundamentales modulando los efectos.

Tampoco se han estudiado con detalle las modulaciones adicionales de los efectos de las interacciones gen-dieta por otras variables del estilo de vida, como la actividad física, el consumo de tabaco, el nivel socioeconómico, etc. Una vez conscientes de dicha complejidad, hay que mejorar el diseño de los estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos para que proporcionen una información más generalizable (2).

En este sentido, más que estudiar interacciones con macronutrientes de la dieta, como ha sido una constante significativa en los últimos años, puede resultar más informativo analizar patrones completos de dieta. Entre los patrones de dieta, destaca por su especial interés la dieta mediterránea.

En este artículo revisaremos los principales estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos que han analizado las ómicas y la dieta mediterránea en varios fenotipos de salud-enfermedad y comentaremos también las implicaciones que pueden tener estos resultados para aportar una nueva visión a la gastronomía.

## DIETA MEDITERRÁNEA

---

La dieta mediterránea como patrón de consumo de alimentos típicos de los países del litoral mediterráneo tiene muchas definiciones. Varios artículos han revisado con detalle este concepto y sus características (6-9), y no es nuestro objetivo entrar en los detalles de estas diferencias. En general, el patrón de dieta mediterránea según algunos autores (10) se caracteriza por: a) un alto consumo de verduras, frutas, cereales, legumbres y frutos secos; b) un consumo relativamente alto en grasas no saturadas, principalmente aportadas por el aceite de oliva; c) un consumo moderado-alto de pescado; d) aves de corral y productos lácteos consumidos en cantidades moderadas; e) un bajo consumo de carnes rojas y productos cárnicos derivados; y f) un consumo moderado de alcohol, generalmente vino tinto. Es precisamente este punto de la inclusión o no del consumo moderado de alcohol en la definición de la dieta mediterránea el más conflictivo (11,12), ya que, debido a los riesgos que puede tener su consumo, sería mejor mantenerlo al margen de la definición de este patrón alimentario.

Para tratar de medir la adherencia al patrón de dieta mediterránea, varios investigadores, a través de preguntas o de la recopilación de información sobre alimentos o nutrientes típicos de la dieta mediterránea, han desarrollado índices o escalas que permiten obtener una puntuación que nos da información sobre si la persona sigue más o menos una dieta mediterránea.

Existen varios tipos de escalas con distinto cálculo y distinta complejidad, que, a su vez, añaden una nueva heterogeneidad en la medición del concepto “dieta mediterránea”. Entre estas esca-

las destaca la propuesta por Trichopoulou y cols. en 1995 (13), que posteriormente fue actualizada por el mismo grupo (14). Este índice, también llamado t-MED, tiene en cuenta nueve componentes de dieta mediterránea. En lugar de establecer varios valores fijos de la ingesta de alimentos y nutrientes como puntos de corte, utiliza medianas poblacionales específicas del sexo como los respectivos puntos de corte para cada componente. Se consideran seis componentes beneficiosos: alto consumo de verduras, frutas y frutos secos, legumbres, cereales sin procesar, pescado y una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados en relación a los ácidos grasos saturados. Además, hay dos componentes que se consideran dañinos y se califican de forma inversa: la carne y sus productos derivados. El alcohol es el último componente de la escala, en la que se otorga un punto para el consumo moderado de alcohol y cero puntos tanto para un consumo alto como para un consumo nulo. Una puntuación de nueve puntos representaría la mayor adherencia a la dieta mediterránea.

La mayor limitación de esta escala es que no representa un instrumento independiente, administrado por sí mismo, ya que es necesario conocer la ingesta total de la dieta y de alcohol para poder derivar el aporte de los ácidos grasos que se utilizan en el cociente.

El mismo grupo ha seguido modificando este índice con publicaciones posteriores que perfilaban las puntuaciones y los alimentos incluidos, pero en general ha seguido la misma línea de complejidad en su cálculo (15), a pesar de lo cual estos índices, en sus distintas versiones, han sido ampliamente utilizados en varias poblaciones para medir la adherencia a la dieta mediterránea.

Sin embargo, otros autores han desarrollado escalas más sencillas para simplificar los cálculos (8,16,17). Entre ellas, destaca por su rapidez, facilidad de administración y validez la escala de 14 puntos de adherencia a dieta mediterránea diseñada por los investigadores del estudio *Prevención con dieta mediterránea* (Predimed).

Esta escala (17) consta de 14 preguntas sobre consumo o no de alimentos típicos de la dieta mediterránea. Cuando el consumo del ítem correspondiente se adapta a la definición de dieta mediterránea, se puntúa con un uno; si el consumo no es el típico, se puntúa con un cero. En total, la máxima adherencia a la dieta mediterránea serían 14 puntos, y la mínima, cero puntos. No es necesario obtener datos de energía total, grasa consumida o alcohol total en la dieta para elaborar este índice, lo que contribuye a su facilidad de administración y a que ya haya sido validado en otros países (18).

Pueden encontrarse más detalles sobre las preguntas incluidas en la escala y su validación en la bibliografía (17).

## **EFFECTOS DE LA DIETA MEDITERRÁNEA SOBRE LA SALUD E INTERACCIONES GEN-DIETA**

En general, y a pesar de las limitaciones que genera la heterogeneidad en su definición, una mayor adherencia a la dieta mediterránea se ha relacionado con protección frente a distintas

enfermedades, en particular frente a las enfermedades cardiovasculares (19,20). Integrando múltiples estudios individuales para aumentar el tamaño de muestra al examinar los efectos de la dieta mediterránea, de manera global podemos referirnos a un reciente metaanálisis (21), incluyendo 13 metaanálisis de estudios observacionales y 16 metaanálisis de ensayos de intervención con dieta mediterránea, en los que se ha analizado en total a unas 12.800.000 personas y 37 fenotipos de salud. Este meta-análisis encontró que una mayor adherencia a la dieta mediterránea se asociaba en general con mayor protección frente a muchas de las enfermedades analizadas, en particular frente al total de enfermedades cardiovasculares, infarto de miocardio, enfermedad coronaria, diabetes, incidencia global de cáncer y mortalidad total.

Para muchas de estas enfermedades y sus fenotipos intermedios, como concentraciones plasmáticas de lípidos, glucemia en ayunas, marcadores de inflamación, obesidad, etc., se han descrito varios genes y variantes genéticas que pueden ser relevantes, y que aumentan el riesgo de enfermedad de las personas portadoras de los alelos de riesgo (22-25). Por lo tanto, en el marco de la nueva nutrición de precisión es necesario disponer de datos sobre si los efectos de la dieta mediterránea son iguales para todos los individuos o existen determinados grupos que en función de sus variantes genéticas pueden tener un mayor o menor efecto protector de la dieta mediterránea para distintas enfermedades, incluyendo las alteraciones del metabolismo lipídico, enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, obesidad, diabetes, determinados tipos de cáncer, etc. La mayoría de estos interrogantes todavía necesitan ser resueltos en estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos en curso o en futura realización.

Aún son escasos los resultados que proceden de estudios en los que se hayan examinado interacciones gen-dieta con el patrón de dieta mediterránea, por lo que es necesario proseguir las investigaciones tanto con diseños observacionales como con estudios de intervención dietética con dieta mediterránea.

A pesar de que el nivel de evidencia todavía es bajo, sí que disponemos de resultados de estudios preliminares que han mostrado que una mayor adherencia a la dieta mediterránea puede contrarrestar un mayor riesgo genético de fenotipo de enfermedad (tanto intermedios como finales) en distintos diseños de estudios epidemiológicos (26).

A modo de ejemplo, comentaremos algunas de las interacciones gen-dieta mediterránea que de manera pionera describió nuestro grupo de investigación, ya que revisar con detalle cada uno de los estudios publicados escapa de los objetivos de este trabajo.

## **INTERACCIONES GEN-ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA DETERMINANDO DISTINTOS FENOTIPOS**

Para medir la adherencia a la dieta mediterránea, hemos utilizado la escala de 14 puntos del estudio Predimed (17). Los participantes que se han analizado para medir su adherencia a la dieta mediterránea, sus variantes genéticas y sus fenotipos

de riesgo cardiovascular son los más de 7000 participantes del estudio en la visita basal de los que se disponía de muestra para el análisis de laboratorio y de las demás variables. Las interacciones gen-dieta mediterránea en las que nos centraremos serán dos de las más relevantes, que se detallan seguidamente:

### **INTERACCIÓN CON LOS POLIMORFISMOS EN LOS GENES FTO (FAT MASS AND OBESITY) Y MC4R (MELANOCORTIN 4 RECEPTOR) DETERMINANDO EL RIESGO DE DIABETES**

Los genes FTO y MC4R se consideran unos de los principales loci asociados con la obesidad común (22). Paralelamente, algunos estudios relacionaron también estos genes con un mayor riesgo de diabetes. Teniendo en cuenta la gran asociación que existe entre obesidad y diabetes, no estaba claro si estos genes incrementaban el riesgo de diabetes por mecanismos propios o era un efecto secundario a su asociación con la obesidad. En algunos estudios, la asociación con el riesgo de diabetes desaparecía tras controlar por obesidad, mientras que en otros se mantenía, aunque también existían estudios en los que no se asociaban con diabetes.

A pesar del gran número de estudios que se habían realizado para conocer la asociación de las principales variantes genéticas en dichos genes (FTO rs9939609 y MC4R-rs17782313) y el riesgo de diabetes, ninguno de ellos había examinado la modulación por la dieta. Nuestro estudio (27) fue el primero que investigó la influencia de la dieta mediterránea en los efectos de sus alelos de riesgo en diabetes tipo 2. Para ello, analizamos 7.052 participantes en el estudio Predimed a nivel basal utilizando una aproximación de casos y controles (3.430 casos de diabetes tipo 2 y 3.622 sujetos no diabéticos). Se consideraron dos grupos de adherencia a dieta mediterránea según la escala de 14-ítems Predimed (17) y la media de la población. Así, se consideró baja adherencia una puntuación inferior a 9 puntos y alta adherencia, una puntuación mayor o igual a 9 puntos. Se utilizaron modelos de ajuste multivariante que se ajustaron también por índice de masa corporal (IMC). Los polimorfismos se analizaron de manera independiente y también de manera combinada mediante el sumatorio de sus alelos de riesgo en forma de puntuación de riesgo genético, más conocida por sus siglas en inglés (GRS, *Genetic Risk Score*).

Para cada polimorfismo por separado, y también para su puntuación agregada, se observaron interacciones gen-dieta estadísticamente significativas (Tabla I). En una situación de baja adherencia a la dieta mediterránea, la variante alélica de riesgo de diabetes se asociaba significativamente con un mayor riesgo de diabetes. Sin embargo, la misma variante genética de riesgo, tanto del gen FTO como del MC4R o su combinación, perdía la asociación con un mayor riesgo de diabetes cuando la adherencia a la dieta mediterránea era alta.

Estos resultados fueron muy relevantes en su día y todavía están investigándose los mecanismos por los que esta interacción puede tener lugar. Nuestra hipótesis inicial estaba centrada en el

alto contenido en folato de la dieta mediterránea y su capacidad de actuar epigenéticamente en el gen FTO y MC4R induciendo metilaciones que alterarían su nivel de expresión (27). Sin embargo, esta hipótesis está todavía por confirmar.

### **INTERACCIÓN CON EL POLIMORFISMO MLXIPL (MAX-LIKE PROTEIN X INTERACTING PROTEIN-LIKE) DETERMINANDO EL RIESGO DE HIPERTRIGLICERIDEMIA**

La hipertrigliceridemia es un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular y a ella contribuyen tanto factores genéticos como ambientales.

Nuestro grupo de investigación participó en un estudio de asociación de genoma completo, más conocido por sus siglas en inglés (GWAS), en el que propusimos el gen MLXIPL como un nuevo gen asociado con las concentraciones de triglicéridos en humanos (28). Este gen codifica la proteína de unión del elemento de respuesta a los carbohidratos (ChREBP). En nuestro GWAS, el polimorfismo que estudiamos fue el rs17145738. Posteriormente, se descubrió una variante funcional en dicho gen, que consiste en un cambio de aminoácido (el polimorfismo rs3812316, C771G, cambio de aminoácido Gln241His). La variante alélica menor estaría asociada con una menor funcionalidad del gen y menores concentraciones de triglicéridos plasmáticos, de manera consistente con lo observado en ratones deficientes en ChREBP.

Con el objetivo de analizar la influencia del polimorfismo rs3812316-MLXIP en una población mediterránea de alto riesgo cardiovascular, determinamos dicho polimorfismo en 7.166 participantes (3.055 hombres y 4.111 mujeres) en el estudio Predimed de manera basal y analizamos su asociación con las concentraciones de triglicéridos, obteniendo una fuerte asociación muy significativa con menores concentraciones de triglicéridos en los portadores del alelo menor ( $p = 5,5 \times 10^{-9}$ ) y menor hipertrigliceridemia (*odds ratio*, OR, 0,73; intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,63-0,85;  $p = 1,4 \times 10^{-6}$  en portadores G frente a CC).

Posteriormente, estudiamos el efecto de la dieta mediterránea en tal asociación. Al igual que anteriormente, se consideró alta adherencia a la dieta mediterránea cuando la puntuación en la escala de 14 ítems era igual o superior a 9 puntos. Se encontró una interacción gen-dieta estadísticamente significativa sobre la hipertrigliceridemia ( $p$ -interacción: 0,025) que se mantuvo estadísticamente significativa después del ajuste multivariante.

La alta adherencia a la dieta mediterránea permitía ver claramente el efecto protector del alelo menor contra la hipertrigliceridemia (OR, 0,63, IC 95%, 0,51-0,77;  $p = 8,6 \times 10^{-6}$ ). Sin embargo, cuando la adherencia a la dieta mediterránea era baja, se perdía el efecto protector sin alcanzar la significación estadística. En la tabla II se muestran con mayor detalle las estimaciones para dicha interacción, así como la homogeneidad del efecto en distintos estratos (como hombres y mujeres, diabéticos y no diabéticos), que añaden consistencia a la interacción.

**Tabla I.** Asociación entre los polimorfismos en los genes FTO, MC4R y la puntuación combinada (GRS de ambos) y diabetes tipo 2 en participantes del estudio Predimed

|                                    | Adherencia a la dieta mediterránea |              |                        |              | p <sup>2</sup> interacción<br>Gen x ADM |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|---|
|                                    | Baja (< 9 puntos)                  |              | Alta (≥ 9 puntos)      |              |   |
|                                    | OR                                 | 95% CI       | OR                     | 95% CI       |   |
| <i>FTO-rs9939609 (n = 7.052)</i>   |                                    |              |                        |              | 0,039                                   |
| TT                                 | 1,00                               | (referencia) | 1,00                   | (referencia) |   |
| TA + AA                            | 1,20                               | (1,03-1,40)  | 0,97                   | (0,85-1,12)  |   |
|                                    | p <sup>1</sup> = 0,020             |              | p <sup>1</sup> = 0,743 |              |   |
| <i>MC4R-rs17782313 (n = 7.019)</i> |                                    |              |                        |              | 0,009                                   |
| TT                                 | 1,00                               | (referencia) | 1,00                   | (referencia) |   |
| TC + CC                            | 1,17                               | (1,01-1,36)  | 0,89                   | (0,78-1,02)  |   |
|                                    | p <sup>1</sup> = 0,036             |              | p <sup>1</sup> = 0,102 |              |   |
| <i>GRS combinada</i>               |                                    |              |                        |              |   |
| TT y TT (0)                        | 1,00                               | (referencia) | 1,00                   | (referencia) |   |
| TA o TC (1)                        | 1,27                               | (1,06-1,56)  | 0,89                   | (0,75-1,07)  |   |
| TA y TC o AA o CC (2)              | 1,29                               | (1,05-1,59)  | 0,96                   | (0,79-1,17)  |   |
| Otros (3 ó 4 variantes)            | 1,45                               | (1,09-1,92)  | 0,87                   | (0,69-1,13)  |   |
|                                    | p <sup>1</sup> = 0,024             |              | p <sup>1</sup> = 0,513 |              |   |

Análisis de regresión logística estratificado multivariante\* según la adherencia a la dieta mediterránea (ADM).

\*: Modelos ajustados por sexo, edad, centro, consumo total de energía, actividad física e IMC.

p<sup>1</sup>: valor p obtenido para el efecto global del polimorfismo en los modelos de regresión logística multivariante.

p<sup>2</sup>: valor de p para el término de interacción entre adherencia a la dieta mediterránea y el polimorfismo correspondiente en el modelo de regresión logística.

GRS: Genetic Risk Score (puntuación de riesgo genético).

Tabla adaptada de referencia (27).

**Tabla II.** Asociación entre el polimorfismo MLXIPL-rs3812316 (modelo dominante) y la hipertrigliceridemia dependiendo de la adherencia a la dieta mediterránea en los participantes Predimed y estratificado por sexo y diabetes

| Estratos                      | Adherencia a la dieta mediterránea |                                |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                               | Baja (< 9 puntos) OR (95% CI)*     | Alta (≥ 9 puntos) OR (95% CI)* |
| <i>Total (n = 6.619)</i>      |                                    |                                |
| Genotipos MLXIPL <sup>†</sup> | p = 0,248                          | p < 0,001                      |
| CC                            | 1,00 (referencia)                  | 1,00 (referencia)              |
| Portadores G                  | 0,88 (0,70-1,10)                   | 0,62 (0,50-0,77)               |
| <i>Hombres (n = 2.829)</i>    |                                    |                                |
| Genotipos MLXIPL <sup>†</sup> | p = 0,519                          | p = 0,006                      |
| CC                            | 1,00 (referencia)                  | 1,00 (referencia)              |
| Portadores G                  | 0,89 (0,63-1,27)                   | 0,65 (0,48-0,89)               |
| <i>Mujeres (n = 3.790)</i>    |                                    |                                |
| Genotipos MLXIPL <sup>†</sup> | p = 0,273                          | p = 0,001                      |
| CC                            | 1,00 (referencia)                  | 1,00 (referencia)              |
| Portadores G                  | 0,85 (0,64-1,14)                   | 0,62 (0,46-0,82)               |

(Continúa en la página siguiente)

**Tabla II (Cont.).** Asociación entre el polimorfismo MLXIPL-rs3812316 (modelo dominante) y la hipertrigliceridemia dependiendo de la adherencia a la dieta mediterránea en los participantes Predimed y estratificado por sexo y diabetes

| Estratos                         | Adherencia a la dieta mediterránea |                                |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                  | Baja (< 9 puntos) OR (95% CI)*     | Alta (≥ 9 puntos) OR (95% CI)* |
| Genotipos MLXIPL <sup>†</sup>    | p = 0,508                          | p = 0,001                      |
| CC                               | 1,00 (referencia)                  | 1,00 (referencia)              |
| Portadores G                     | 0,90 (0,66-1,23)                   | 0,59 (0,44-0,79)               |
| <i>No diabéticos (n = 3.430)</i> |                                    |                                |
| Genotipos MLXIPL <sup>†</sup>    | p = 0,247                          | p = 0,008                      |
| CC                               | 1,00 (referencia)                  | 1,00 (referencia)              |
| Portadores G                     | 0,83 (0,63-1,14)                   | 0,67 (0,48-0,89)               |

*Diabéticos Tipo 2 (n = 3.189)*

\*OR indica odds ratio y CI, intervalo de confianza.

<sup>†</sup>Valores del modelo y p ajustados por sexo, edad, centro, diabetes, fármacos, alcohol, tabaco, actividad física y consumo total de energía.

Tabla adaptada de la referencia (29).

## INTERACCIONES GEN-DIETA MEDITERRÁNEA, OTRAS ÓMICAS, BIOINFORMÁTICA Y GASTRONOMÍA

Estos dos ejemplos de interacciones gen-dieta mediterránea ponen de manifiesto cómo la mayor adherencia a la dieta mediterránea puede neutralizar un mayor riesgo genético de diabetes tipo 2 en el caso de polimorfismos en los genes FTO y MC4R (27) o ser necesaria para que una variante genética ejerza su efecto protector frente a la hipertrigliceridemia en el caso del gen MLXIPL (29). Otras ómicas son necesarias para caracterizar los mecanismos moleculares que subyacen en estos efectos.

Sabemos que la dieta mediterránea influye en la expresión de genes, haciendo que se exprese más un perfil de genes más antiinflamatorios en células circulantes, tal como pudimos comprobar después de tres meses de intervención en una submuestra de participantes en el estudio Predimed en un análisis de transcriptoma completo (30). Aunque no disponemos de datos todavía para estos participantes, posiblemente en estos efectos influyan también mecanismos epigenómicos, como cambios de metilaciones en el ADN, modificación de histonas o regulación de ARN no codificantes, fundamentalmente los denominados microARN, que son unos ARN de muy pequeño tamaño (unas 20-25 pb) y que son capaces de influir en la expresión de genes uniéndose al ARN mensajero complementario (31,32). Paralelamente, la metabolómica (33) puede proporcionarnos información adicional de los perfiles de metabolitos que se generan con una mayor o menor adherencia a la dieta mediterránea en personas con las variantes alélicas para los polimorfismos estudiados, contribuyendo así a aumentar el conocimiento de la observación nutrigenética inicial.

Con la integración de varias ómicas, los conocimientos que deriven sobre los efectos de la dieta mediterránea serán más completos, tal como propusimos para explicar los efectos de otra interacción observada entre la dieta mediterránea y el polimor-

fismo en el gen TCF7L2 en las concentraciones plasmáticas de glucosa y otros fenotipos cardiovasculares (34). En los próximos años asistiremos a nuevos hallazgos de interacciones entre el genoma y la dieta mediterránea determinando distintos fenotipos. Estas interacciones implicarán el uso de decenas o centenares de variantes genéticas agrupadas en forma de puntuaciones de riesgo genético para analizar su contribución conjunta, ya que el coste del genotipado será progresivamente menor y la tecnología nos permite analizar centenares de miles o millones de variantes genéticas en los chips de genotipado al mismo tiempo que está extendiéndose el uso de la secuenciación de nueva generación (35). Todo ello contribuirá a que sea necesario utilizar modelos computacionales avanzados para poder analizar e integrar toda la información generada, al mismo tiempo que serán necesarios conocimientos bioinformáticos más especializados, tanto para comprender mejor las rutas metabólicas mecanísticamente implicadas como para poder gestionar el conocimiento generado y sus aplicaciones prácticas (36,37).

En estas aplicaciones prácticas de las recomendaciones más personalizadas para prevenir o tratar la enfermedad según el genoma y otras ómicas, será muy relevante la gastronomía, entendida como la práctica en el arte de elegir, cocinar y comer los alimentos, ya que ayudará a que cada persona pueda seguir mejor la dieta más específica según sus variantes genéticas para modular el riesgo de enfermedad. Por ejemplo, en el caso de personas con las variantes alélicas de los genes FTO, MC4R y MLXIPL, los resultados de nuestros estudios parecen indicar que su riesgo de diabetes y de hipertrigliceridemia será menor con una mayor adherencia a la dieta mediterránea (27,29).

La gastronomía puede ayudar a seleccionar los mejores alimentos y a combinarlos en platos más personalizados, cocinándolos de la manera más adecuada para conseguir el máximo patrón de dieta mediterránea en menús personalizados para favorecer el cumplimiento de la adherencia. Esto requiere una gran capacidad

de innovación para adaptarse a esta y a otras personalizaciones, pero también es una excelente oportunidad (38), ya que no solo hay que entender la nutrición de precisión para prevenir o tratar la enfermedad, sino también desde un punto de vista más holístico, centrada en la salud positiva. La nutrición de precisión puede tener aplicaciones importantes para retrasar el envejecimiento (39) o mejorar la calidad de vida, ya que los resultados de varios estudios ómicos están aportando datos para su aplicación en este sentido.

### **DISFRUTANDO EL SABOR: OTRO COMPONENTE EN LA NUTRICIÓN DE PRECISIÓN Y GASTRONOMÍA**

Para finalizar, y siendo conscientes de las limitaciones de espacio, no queremos dejar de mencionar la relación entre genómica y percepción del sabor (40). Esto condiciona que unas personas perciban mejor unos sabores que otros y que se inclinen por el consumo preferente de determinados alimentos (41). A la vez, puede condicionar que pueda disfrutarse más de las experiencias gastronómicas si están más adaptadas a las características sensoriales de cada persona, un punto también importante y que hay que tener en cuenta en el diseño de dietas en la nutrición de precisión.

Se sabe que la elección de alimentos está determinada por necesidades nutritivas y psicológicas, además de por influencias socioculturales, como las propias experiencias individuales, el coste de los alimentos o la percepción de los beneficios para la salud. Pero algunas personas no valoran tanto el hecho de comer sano, sino que una de las propiedades más importantes a la hora de elegir un alimento son las características organolépticas, fundamentalmente el sabor.

Los sabores actualmente reconocidos son dulce, salado, amargo, ácido y umami, y se estudia la aceptación del sabor graso. De manera importante, se sabe que no todas las personas perciben cada sabor de la misma manera. Existe una gran variabilidad poblacional que se asemeja a una función *gaussiana*, con un porcentaje importante de población que no es capaz de percibir un sabor en una concentración que la mayoría de la población lo percibe, y otro porcentaje que lo percibe de manera extrema a la misma concentración.

Estas variaciones en la percepción del sabor han sido asociadas al rechazo o la preferencia por los alimentos consumidos. Así, es muy conocida la relación entre una mayor percepción de sabor amargo y el rechazo a los alimentos amargos, como endivias, brócoli, espinacas, acelgas, aceite de oliva con muchos polifenoles, etc. (42,43); en este caso, todos ellos alimentos clave de la dieta mediterránea. También se ha descrito una relación entre la mayor o menor percepción del sabor umami (denominado el quinto sabor o sabor sabroso) y el consumo de carnes, quesos curados, champiñones, tomates y otras verduras que poseen este sabor (44), así como relaciones entre la capacidad de percibir el sabor dulce con el consumo de azúcares, hábitos de comida compulsivos, etc. (45).

En la actualidad, esta es un área de especial desarrollo y de especial interés en nutrición de precisión. Sin embargo, una limitación es que los estudios que realizan tests de percepción del sabor suelen hacerse con pocos participantes, ya que la medida de la percepción del sabor requiere catar un número importante de sustancias a distintas concentraciones y la valoración de la percepción del sabor en escalas específicas, lo que dificulta su realización en los grandes estudios epidemiológicos. Para paliar esta limitación, y teniendo en cuenta que la percepción de los sabores se sabe que tiene un importante componente genético (40,41,46), están estudiándose polimorfismos en distintos genes como indicadores de la percepción del sabor a través de los denominados estudios de randomización mendeliana (41).

Los genes que mejor se conocen son los que determinan la percepción del sabor amargo (40). Para los otros sabores, todavía hay que investigar más, y nuestro grupo está realizando estudios de asociación de genoma completo para descubrir nuevos genes relacionados, ya que no existen prácticamente estudios de este tipo. En los próximos años, asistiremos a nuevas identificaciones y avances en la genética y epigenética del sabor.

Aunque no es el objetivo de esta revisión profundizar en los genes hasta ahora conocidos relacionados con la percepción de los distintos sabores, sí que nombraremos los más caracterizados. El gen TAS2R38 es el más importante explicando la variabilidad en la percepción del sabor amargo (40). Se han sido identificado tres polimorfismos del gen TAS2R38 localizados en los pares de bases 145 (C → G), 785 (C → T) y 886 (C → T), dando como resultado sustituciones de 3 aminoácidos en los codones P49A (prolina → alanina), A262V (alanina → valina) y V296I (valina → isoleucina). Estas 3 variaciones son heredadas, dando lugar a la versión catadora PAV (prolina, alanina, valina) o a la no catadora AVI (alanina, valina, isoleucina) del sabor amargo.

El sabor dulce tiene una genética más compleja y el porcentaje de variabilidad explicado todavía es bajo. Se sabe que el sabor dulce es mediado por un dímero formado por los genes TAS1R2 + TAS1R3. Uno de los polimorfismos más relevantes es el TAS1R2-rs35874116 (Ile191Val) (41). Para el sabor umami se han descrito varios polimorfismos relevantes en los genes TAS1R1 y TAS1R3 (46). Los genes que determinan la percepción de los sabores salado y ácido son los menos conocidos (40).

La importancia de la percepción del sabor radica en que puede actuarse sobre ella y modificar los platos para conseguir aceptación de determinados alimentos. Así, se ha comprobado que puede reducirse el consumo de carne roja (y, por tanto, aumentar el nivel de adherencia a la dieta mediterránea) añadiendo una cantidad importante de champiñones al plato, ya que estos vegetales son ricos en sabor umami, que es el sabor típico que también se percibe en la carne (47).

Paralelamente, mediante la combinación de técnicas de cocción y de la utilización de las especias más adecuadas, puede disminuirse la percepción del sabor amargo de algunas verduras (como espinacas, acelgas, brócoli, endivias...), favoreciendo su mayor aceptación y consumo, tal como ha concluido un reciente estudio realizado en Estados Unidos (48), en el que testaban la aceptación de distintas verduras sin sazonar y sazonadas con las especias adecuadas para mejorar su sabor.

Conociendo mejor las bases genéticas de la percepción de los distintos sabores podremos entender mejor las preferencias alimentarias y el rechazo a comer distintos tipos de alimentos. Por su parte, la gastronomía puede ayudar a mejorar el consumo de los alimentos más saludables haciéndolos más apetecibles para cada persona según su percepción del sabor, e incluso del olor y de las texturas. Un ejemplo de estas actuaciones basadas en el sabor es la corriente que existe actualmente en Estados Unidos denominada Flexitarian Flip™ (49), que consiste en intentar que la población consuma más verduras pasando de una alimentación muy rica en productos cárnicos a otra alimentación más rica en verduras. Para ello tienen en cuenta las preferencias de sabor de las personas y adaptan los platos combinando carnes con gran cantidad de verduras con los sabores preferidos por el consumidor, mejorando así el consumo de estos platos combinados y personalizados para cada persona, que, a su vez, contribuyen a aumentar el consumo de verduras y a disminuir el consumo de carnes, consiguiendo una alimentación un poco más saludable.

## CONCLUSIONES

La nutrigenética y la nutrigenómica han contribuido al conocimiento de las diferencias interindividuales a la respuesta a la dieta, así como a conocer que la dieta en general y la dieta mediterránea en particular pueden contrarrestar la susceptibilidad genética al mayor riesgo de enfermedad. En general, una mayor adherencia a la dieta mediterránea se ha mostrado positiva para disminuir el riesgo de obesidad, dislipemias, diabetes y otros factores cardiovasculares de riesgo en los estudios iniciales. Sin embargo, todavía son necesarios más estudios en los que se integren varias ómicas para trasladar estos resultados de investigación a su aplicación en nutrición de precisión.

Teniendo en cuenta que las preferencias de la persona van a ser muy relevantes en la nutrición personalizada, y que la percepción del sabor condiciona mucho los alimentos consumidos, son necesarios más estudios sobre la genética de la percepción del sabor y sobre cómo la gastronomía, a través de distintas formas de cocinado, empleo de especias y otras tecnologías culinarias, puede mejorar la percepción del sabor de los alimentos, que se incrementa el consumo de verduras y, en general, el de otros alimentos del patrón mediterráneo saludable en personas que lo precisen por sus particularidades características genéticas, contribuyendo también a aumentar el placer y el disfrute de la comida.

*Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos: "PI16/00366" (ISCIII y FEDER), PROMETEO/2017/017 (Generalitat Valenciana), SAF2016-80532-R (MINECO), P1-1B2013-54 y COGRUP/2016/06, de la Universitat Jaume I, CIBEROBN y Fundació La Marato-TV3.*

## BIBLIOGRAFÍA

- Ordovals JM, Corella D. Nutritional genomics. *Annu Rev Genomics Hum Genet.* 2004;5:71-118.
- Corella D, Ordovals JM. Nutrigenomics in cardiovascular medicine. *Circ Cardiovasc Genet.* 2009;2:637-51.
- Ramaswami R, Bayer R, Galea S. Precision Medicine from a Public Health Perspective. *Annu Rev Public Health* 2018 [in press].
- De Toro-Martín J, Arsenault BJ, Després JP, Vohl MC. Precision Nutrition: A Review of Personalized Nutritional Approaches for the Prevention and Management of Metabolic Syndrome. *Nutrients* 2017;9. pii: E913.
- Corella D, Coltell O, Mattingley G, Sorlí JV, Ordovals JM. Utilizing nutritional genomics to tailor diets for the prevention of cardiovascular disease: a guide for upcoming studies and implementations. *Expert Rev Mol Diagn* 2017;17:495-513.
- Trichopoulou A. Mediterranean diet: the past and the present. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2001;11(4 Suppl.):1-4.
- Bach A, Serra-Majem L, Carrasco JL, Roman B, Ngo J, Bertomeu I, et al. The use of indexes evaluating the adherence to the Mediterranean diet in epidemiological studies: a review. *Public Health Nutr* 2006;9:132-46.
- D'Alessandro A, De Pergola G. The Mediterranean Diet: its definition and evaluation of a priori dietary indexes in primary cardiovascular prevention. *Int J Food Sci Nutr* 2018;1-13 [in press]. DOI: 10.1080/09637486.2017.1417978
- Corella D, Coltell O, Macián F, Ordovals JM. Advances in Understanding the Molecular Basis of the Mediterranean Diet Effect. *Annu Rev Food Sci* 2018;8 [in press].
- Estruch R, Salas-Salvadó J. "Towards an even healthier Mediterranean diet". *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23:1163-6.
- D'Alessandro A, De Pergola G. Mediterranean Diet and Cardiovascular Disease: A Critical Evaluation of A Priori Dietary Indexes. *Nutrients* 2015;7:7863-88.
- Bach-Faig A, Berry EM, Lairon D, Reguant J, Trichopoulou A, Dernini S, et al. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr* 2011;14:2274-84.
- Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 2003;348(26):2599-2608.
- Trichopoulou A, Orfanos P, Norat T, Bueno-de-Mesquita B, Ocké MC, Peeters PH, et al. Modified Mediterranean diet and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ* 2005;330:991.
- Buckland G, Agudo A, Luján L, Jakszyn P, Bueno-de-Mesquita HB, Palli D, et al. Adherence to a Mediterranean diet and risk of gastric adenocarcinoma within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort study. *Am J Clin Nutr* 2010;91:381-90.
- Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C, et al. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2004;7:931-5.
- Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J Nutr* 2011;141:1140-5.
- Hebestreit K, Yahiaoui-Doktor M, Engel C, Vetter W, Siniatchkin M, Erickson N, et al. Validation of the German version of the Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS) questionnaire. *BMC Cancer* 2017;17:341.
- Shen J, Wilmot KA, Ghasemzadeh N, Molloy DL, Burkman G, Mekonnen G, et al. Mediterranean Dietary Patterns and Cardiovascular Health. *Annu Rev Nutr* 2015;35:425-49.
- Bloomfield HE, Koeller E, Greer N, MacDonald R, Kane R, Wilt TJ. Effects on Health Outcomes of a Mediterranean Diet With No Restriction on Fat Intake: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med* 2016;165:491-500.
- Dinu M, Pagliai G, Casini A, Sofi F. Mediterranean diet and multiple health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomised trials. *Eur J Clin Nutr* 2018;72:30-43.
- Fall T, Ingelsson E. Genome-wide association studies of obesity and metabolic syndrome. *Mol Cell Endocrinol* 2014;382:740-57.
- Gaulton KJ. Mechanisms of Type 2 Diabetes Risk Loci. *Curr Diab Rep* 2017;17:72.
- Kathiresan S, Srivastava D. Genetics of human cardiovascular disease. *Cell* 2012;148:1242-57.
- Johansen CT, Kathiresan S, Hegele RA. Genetic determinants of plasma triglycerides. *J Lipid Res* 2011;52:189-206.
- Fitó M, Melander O, Martínez JA, Toledo E, Carpené C, Corella D. Advances in Integrating Traditional and Omic Biomarkers When Analyzing the Effects of the Mediterranean Diet Intervention in Cardiovascular Prevention. *Int J Mol Sci* 2016;17. pii: E1469.
- Ortega-Azorin C, Sorlí JV, Asensio EM, Coltell O, Martínez-González MÁ, Salas-Salvadó J, et al. Associations of the FTO rs9939609 and the MC4R rs17782313 polymorphisms with type 2 diabetes are modulated by diet,

- being higher when adherence to the Mediterranean diet pattern is low. *Cardiovasc Diabetol* 2012;11:137.
28. Kathiresan S, Melander O, Guiducci C, Surti A, Burtt NP, Rieder MJ, et al. Six new loci associated with blood low-density lipoprotein cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol or triglycerides in humans. *Nat Genet* 2008;40:189-97.
  29. Ortega-Azorín C, Sorlí JV, Estruch R, Asensio EM, Coltell O, González JL, et al. Amino acid change in the carbohydrate response element binding protein is associated with lower triglycerides and myocardial infarction incidence depending on level of adherence to the Mediterranean diet in the PREDIMED trial. *Circ Cardiovasc Genet* 2014;7:49-58.
  30. Castañer O, Corella D, Covas MI, Sorlí JV, Subirana I, Flores-Mateo G, et al. In vivo transcriptomic profile after a Mediterranean diet in high-cardiovascular risk patients: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2013;98:845-53.
  31. Cheng Z, Zheng L, Almeida FA. Epigenetic reprogramming in metabolic disorders: nutritional factors and beyond. *J Nutr Biochem* 2017;54:1-10.
  32. Mazzi EA, Soliman KF. Basic concepts of epigenetics: impact of environmental signals on gene expression. *Epigenetics* 2012;7:119-30.
  33. O'Donovan CB, Walsh MC, Nugent AP, McNulty B, Walton J, Flynn A, et al. Use of metabotyping for the delivery of personalised nutrition. *Mol Nutr Food Res* 2015;59:377-85.
  34. Corella D, Ordovas JM. How does the Mediterranean diet promote cardiovascular health? Current progress toward molecular mechanisms: gene-diet interactions at the genomic, transcriptomic, and epigenomic levels provide novel insights into new mechanisms. *Bioessays* 2014;36:526-37.
  35. Rabbani B, Nakaoka H, Akhondzadeh S, Tekin M, Mahdih N. Next generation sequencing: implications in personalized medicine and pharmacogenomics. *Mol Biosyst*. 2016;12:1818-30.
  36. Azad RK, Shulaev V. Metabolomics technology and bioinformatics for precision medicine. *Brief Bioinform* 2018. DOI: 10.1093/bib/bbx170
  37. Vitali F, Li Q, Schissler AG, Berghout J, Kenost C, Lussier YA. Developing a 'personalome' for precision medicine: emerging methods that compute interpretable effect sizes from single-subject transcriptomes. *Brief Bioinform* 2017. DOI: 10.1093/bib/bbx149
  38. Fink TMA, Reeves M, Palma R, Farr RS. Serendipity and strategy in rapid innovation. *Nat Commun* 2017;8:2002.
  39. Corella D, Ordovas JM. Aging and cardiovascular diseases: the role of gene-diet interactions. *Ageing Res Rev* 2014;18:53-73.
  40. Bachmanov AA, Beauchamp GK. Taste receptor genes. *Annu Rev Nutr* 2007;27:389-414.
  41. Garcia-Bailo B, Toguri C, Eny KM, El-Sohemy A. Genetic variation in taste and its influence on food selection. *OMICS* 2009;13:69-80.
  42. Cox DN, Melo L, Zabarás D, Delahunty CM. Acceptance of health-promoting Brassica vegetables: the influence of taste perception, information and attitudes. *Public Health Nutr* 2012;15:1474-82.
  43. Dinehart ME, Hayes JE, Bartoshuk LM, Lanier SL, Duffy VB. Bitter taste markers explain variability in vegetable sweetness, bitterness, and intake. *Physiol Behav* 2006;87:304-13.
  44. Kubota M, Toda C, Nagai-Moriyama A. Relationship between umami taste acuity with sweet or bitter taste acuity and food selection in Japanese women university students. *Asia Pac J Clin Nutr* 2018;27:107-12.
  45. Goodman EL, Breithaupt L, Watson HJ, Peat CM, Baker JH, Bulik CM, Brownley KA. Sweet taste preference in binge-eating disorder: A preliminary investigation. *Eat Behav* 2017;28:8-15.
  46. Bachmanov AA, Bosak NP, Glendinning JI, Inoue M, Li X, Manita S, et al. Genetics of Amino Acid Taste and Appetite. *Adv Nutr* 2016;7:806S-22S.
  47. Guinard JX, Myrdal Miller A, Mills K, Wong T, Lee SM, Sirimuangmoon C, et al. Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced. *Appetite* 2016;105:449-59.
  48. Feng Y, Albiol Tapia M, Okada K, Castaneda Lazo NB, Chapman-Novakofski K, Phillips C, et al. Consumer Acceptance Comparison Between Seasoned and Unseasoned Vegetables. *J Food Sci* 2018. DOI: 10.1111/1750-3841
  49. Spencer M, Guinard JX. The Flexitarian Flip™: Testing the Modalities of Flavor as Sensory Strategies to Accomplish the Shift from Meat-Centered to Vegetable-Forward Mixed Dishes. *J Food Sci* 2018;83:175-87.



# Nutrición Hospitalaria



## Biotecnología de alimentos: de los transgénicos a la nutrición personalizada *Food biotechnology: from genetically modified foods to personalized nutrition*

Daniel Ramón Vidal

I+D Nutrición y Salud ADM. Paterna, Valencia

### Resumen

La biotecnología de alimentos es un arma de mejora milenaria en la agroalimentación. Buena parte de lo que comemos ha sufrido mejora biotecnológica, aunque muchas veces lo desconozcamos. La última generación de esta mejora son los alimentos transgénicos, sujetos a una gran controversia social, fundamentalmente en la Unión Europea. En la actualidad, su uso implica un menor impacto ambiental y una mayor ganancia para el agricultor, por lo que, gusten o no, muy probablemente se impondrán. Aún así, no es la única posibilidad de uso de la biotecnología en la agroalimentación.

En este sentido, el empleo de la genómica abre posibilidades excitantes. La secuenciación de genomas está permitiendo adquirir un mayor conocimiento molecular de las materias primas de los alimentos, lo que sin duda favorecerá el diseño futuro de nuevos alimentos más seguros y eficaces. Pero, además, la genómica permite estudiar los microorganismos presentes en el cuerpo humano. Aquellos que pueblan el tracto digestivo, el llamado microbioma digestivo, son particularmente interesantes para nuestra alimentación. Estamos empezando a entender su papel en la salud y en la enfermedad. Con ello se abren posibilidades de intervención nutricional con probióticos y prebióticos que marcarán en buena medida el futuro de la alimentación y la salud.

#### Palabras clave:

Biotecnología de alimentos. Alimentos transgénicos. Microbioma gastrointestinal. Probióticos.

### Abstract

Food biotechnology is a weapon of millenary improvement in the agri-food sector. Most of our foods have been improved using biotechnological tools, although many times we do not know it. The latest generation of this update are the so-called genetically modified foods that are subject to great social controversy, mainly in the European Union. At present, its use implies a lower environmental impact and a greater income for the farmer, for what most probably they will prevail. Still, it is not the only possibility of using biotechnology in the agri-food sector.

In this sense, the use of genomics opens up exciting possibilities. The sequencing of genomes is allowed in the knowledge of the raw materials of foods. But in addition, genomics is studying the microorganisms present in the human body. Those that populate the digestive tract, the so-called gut microbiome, is very important for our diet. We are beginning to understand their role in health and disease. This opens possibilities of nutritional intervention with probiotics and prebiotics that largely mark the future of food and health.

#### Key words:

Food biotechnology. Genetically modified food. Gut microbiome. Probiotics.

Ramón Vidal D. Biotecnología de alimentos: de los transgénicos a la nutrición personalizada. Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):28-32

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2121>

#### Correspondencia:

Daniel Ramón Vidal. Biopolis-Archer Daniels Midland Co. Parc Científic Universitat de València.  
C/ Catedrático Agustín Escardino Belloch, 9. Edificio 2.  
46980 Paterna, Valencia  
e-mail: [daniel.ramonvidal@adm.es](mailto:daniel.ramonvidal@adm.es)

## ¿QUÉ ES BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS?

Biología es usar los organismos vivos para producir bienes industriales. Si lo que se pretende es producir alimentos o ingredientes alimentarios, estamos haciendo biotecnología de los alimentos. Por eso, y dado que todo lo que nos comemos es un animal, un vegetal o un sustrato animal o vegetal fermentado por microorganismos, podemos concluir que toda la alimentación es biotecnología de los alimentos.

Esta definición no se corresponde con el sentir de muchos consumidores, que piensan que la biotecnología de los alimentos es meter genes en la sopa; es decir, modificar genéticamente lo que comemos (1). No es cierto, pero es en el sentir de buena parte de los consumidores, por eso hay que explicarles la vieja relación entre genética y alimentación.

Los agricultores y los ganaderos han cambiado los genes de prácticamente todo lo que nos comemos desde hace muchísimos siglos. Desde que comenzó la agricultura hace doce mil años, lo han hecho usando dos tecnologías genéticas muy concretas: la mutación y el cruce sexual. La mutación es cambiar al azar, de forma puntual, la secuencia de algún gen. El cruce parte de dos parentales de cualquier especie animal o vegetal que tienen propiedades distintas. Al cruzarlos mediante reproducción sexual, se buscan descendientes que tengan las propiedades positivas de los dos. Hay miles de ejemplos de mutantes en agroalimentación. Por ejemplo, las coles de Bruselas o las coliflores son mutantes homeóticos espontáneos que algunos agricultores aislaron hace cinco mil años. En el primer caso, mutó el gen que controlaba el crecimiento de la yema floral y, en el segundo, el que controla el crecimiento de las yemas laterales. Esas yemas que por falta de control crecen de forma exagerada es lo que nos comemos.

Otro buen ejemplo son los pomelos. Las primeras variedades se obtuvieron en el siglo XVIII en las Islas Barbados, cruzando sexualmente de forma poco natural una naranja dulce y un *pummelo*. La variedad con la que se hace el porcentaje mayoritario de zumo rosado de pomelo hoy en día es la variedad Star Ruby, obtenida en 1956 mutando con radiaciones gamma miles de semillas de pomelo y encontrando un mutante que apenas tenía semillas y daba lugar a un zumo rosáceo con unas magníficas propiedades organolépticas.

Podríamos hablar de centenares de ejemplos más del uso de la genética en la agroalimentación, ya que genética, agricultura y ganadería siempre han avanzado cogidas de la mano. Lo que es más reciente es la ingeniería genética, una nueva técnica que se ha añadido en los últimos cuarenta años a las técnicas genéticas del cruce sexual y la mutación. En esta, en lugar de mutar al azar los genes de un organismo o cruzar al azar los genes de dos parentales, se aísla un gen de un organismo concreto que sabemos que codifica una propiedad determinada y se inserta en un punto concreto del genoma de un organismo receptor para generar un organismo nuevo. A ese nuevo individuo lo llamamos transgénico o modificado genéticamente. Si aplicamos esta tecnología a los alimentos, surgen los llamados alimentos transgénicos o alimentos modificados genéticamente (2).

## ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

La ingeniería genética no es algo nuevo. Los pantalones tejanos lavados a la piedra se obtienen tratando la tela con una enzima llamada lacasa, producida en un organismo transgénico. De forma similar, más del 90% de los nuevos antibióticos o quimioterápicos se han obtenido mediante ingeniería genética.

La ingeniería genética está en nuestras vidas, pero solo suscita debate cuando se aplica en la agroalimentación, sobre todo entre los ciudadanos europeos, que piensan que es una tecnología poco usual. Están equivocados: desde el inicio de su uso a mitad de la década de los noventa, se ha impuesto a una velocidad muy superior a cualquier otra tecnología agroalimentaria. En la actualidad, prácticamente el 10% de la superficie mundial cultivada es transgénica (185,1 millones de hectáreas) y se cultiva en 26 países, de los que 19 son países en desarrollo (54% de la superficie transgénica) y 7, industrializados (Tabla I). En 2016 se estimó el valor del mercado mundial de cultivos transgénicos

**Tabla I. Países que cultivaron transgénicos en 2016**

| País            | Superficie (millones de hectáreas) |
|-----------------|------------------------------------|
| Estados Unidos  | 72,9                               |
| Brasil          | 49,1                               |
| Argentina       | 23,8                               |
| Canadá          | 11,6                               |
| La India        | 10,8                               |
| Paraguay        | 3,6                                |
| Pakistán        | 2,9                                |
| China           | 2,8                                |
| Sudáfrica       | 2,7                                |
| Uruguay         | 1,3                                |
| Bolivia         | 1,2                                |
| Australia       | 0,9                                |
| Filipinas       | 0,8                                |
| Birmania        | 0,3                                |
| España          | 0,1                                |
| Sudán           | 0,1                                |
| México          | 0,1                                |
| Colombia        | 0,1                                |
| Vietnam         | < 0,1                              |
| Honduras        | < 0,1                              |
| Chile           | < 0,1                              |
| Portugal        | < 0,1                              |
| Bangladés       | < 0,1                              |
| Costa Rica      | < 0,1                              |
| Eslovaquia      | < 0,1                              |
| República Checa | < 0,1                              |

en 15.800 millones de dólares, lo que representa el 22% del mercado mundial de fitosanitarios y el 35% del mercado mundial de semillas comerciales (3).

El principal cultivo transgénico es una soja modificada genéticamente, que representa el 50% de la superficie mundial de transgénicos. En la actualidad, el 78% de la soja cultivada en el planeta pertenece a esta variedad, que es capaz de resistir el tratamiento con el herbicida glifosato porque porta genes de resistencia provenientes de petunias. La segunda es un maíz capaz de resistir el ataque de una plaga (el gusano del taladro), porque porta un gen proveniente de una bacteria del suelo llamada *Bacillus thuringiensis*.

Estas dos variedades transgénicas de soja y maíz difícilmente son ingeridas directamente por el consumidor. La mayor parte se utiliza para alimentar animales que luego comemos o se utiliza para producir aditivos alimentarios, como lecitina de soja o jarabe de maíz enriquecido en glucosa. Lo realmente cierto es que mediante su uso se han obtenido importantes beneficios en seguridad alimentaria, sostenibilidad y efectos sobre el cambio climático. Se calcula que todos estos años de cultivos transgénicos han aumentado la productividad de los cultivos en 574 millones de toneladas, valoradas en 167.800 millones de dólares. Con ello se ha ahorrado el cultivo de 174 millones de hectáreas y el uso de 620 millones de kilos de principios activos de plaguicidas. Además, se calcula que se han dejado de emitir 26.700 millones de kilos de CO<sub>2</sub>, el equivalente a retirar de la circulación 12 millones de coches durante un año.

Hay muchos más transgénicos en camino. Si se escrutan las bases de datos de patentes o las publicaciones científicas, a fecha de hoy pueden encontrarse más de mil desarrollos distintos en transgenia que afectan a la agroalimentación, y son los que vendrán.

A pesar de todo lo expuesto, en algunos países —fundamentalmente de la Unión Europea— hay un debate en torno a la comercialización de los alimentos transgénicos; un debate que tiene poco de técnico y mucho de ideológico. Se habla de riesgos para la salud y el medioambiente, aunque son los alimentos más estudiados en la historia de la agroalimentación y no tenemos un solo dato que indique que sean peligrosos (4,5). También se habla de riesgos económicos y de un aumento de la brecha entre países ricos y pobres. Lo cierto es que la superficie mundial de transgénicos en países pobres supera desde hace años a la de los países ricos. El debate sigue y habrá que estar atentos a lo que suceda en los próximos años. Quizá cuestiones como el *brexit* o la tecnología *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) hagan cambiar la situación.

## GENÉTICA ES ALGO MÁS: LA SECUENCIACIÓN GENÓMICA MASIVA

En 2001 se publicaron los dos primeros borradores del genoma humano, que demostraban que somos 24.000 genes interactuando con nuestro medioambiente, e implicaron la necesidad inmediata de secuenciar más genomas humanos. Se había

llegado a esos datos utilizando las técnicas de secuenciación convencional.

Estos datos, que fueron el resultado del trabajo de 3.000 científicos durante diez años y tuvieron un coste de 3.000 millones de dólares, fueron el punto de arranque para necesitar secuenciar muchos más genomas, por lo que se inició una carrera para desarrollar máquinas que secuenciaran más rápido y más barato. La consecuencia fue la generación de toda una serie de las llamadas plataformas de secuenciación genómica masiva. Gracias a ellas, hoy un técnico de FP de laboratorio bien formado puede secuenciar un genoma humano en unas tres semanas por unos 4.000 euros. Si los nuevos prototipos de plataformas basados en nanotecnología funcionan, muy pronto seremos capaces de secuenciar un genoma humano en unas pocas horas y por menos de 200 dólares.

Esta potencia de secuenciación implica que no hay día en que no aparezca un gen nuevo que predispone a una enfermedad determinada. Muchos de ellos están relacionados con patologías que, mediante una intervención nutricional adecuada, pueden retardarse o incluso prevenirse. Todo ello ha dado lugar al nacimiento de la nutrigenómica, la nutrigenética y la nutrición personalizada. La nutrigenómica estudia cómo los nutrientes de nuestra dieta afectan a la expresión de nuestros genes, mientras que la nutrigenética determina cómo algunas mutaciones en nuestro genoma dan lugar a esas metabolopatías susceptibles de ser retardadas o superadas con dietas adecuadas (6,7). La nutrición personalizada va más allá y determina cuál es la mejor dieta para un determinado genotipo (8).

Pero hay mucho más. Si olvidamos el genoma humano y pensamos cómo se han usado estas plataformas en la secuenciación de otros genomas distintos del humano, podremos concluir que cada vez hay más genomas secuenciados de materias primas animales, vegetales o microbianas de uso en agroalimentación. Esto abre una vía de mejora inimaginable unos años atrás, porque, si conocemos los genes, podemos saber cómo modificarlos para conseguir en esa materia prima o ese alimento final mejores propiedades organolépticas, sensoriales, físico-químicas o incluso nutricionales. No solo eso, sino que estas técnicas nos ayudan a ver lo que antes no podíamos ver. Por ejemplo, podemos secuenciar cualquier tipo de biopsia humana, aislar ADN total y ampliar específicamente el ADN bacteriano que haya presente usando cebadores que amplifiquen el gen que codifica la unidad de repetición ribosomal 16S, solo presente en este tipo de organismos vivos.

El conjunto de moléculas amplificadas puede secuenciarse y, las secuencias que se obtienen, pueden compararse con las presentes en las bases de datos, lo que permite la adscripción taxonómica de cada secuencia a una especie bacteriana concreta. De esta forma podemos cuantificar las bacterias presentes en la muestra, independientemente de que puedan cultivarse o no en el laboratorio. Este tipo de estrategia, denominada análisis de la microbiota, nos ha permitido determinar que en nuestro cuerpo hay más células bacterianas que células nuestras, y que el total de esas bacterias portan en sus genomas más de 10 millones de genes no redundantes frente a nuestros 24.000 genes (9).

## EL MICROBIOMA DIGESTIVO

Utilizando secuenciación genómica masiva, ha podido determinarse que, en un individuo de 70 kg, casi 2 kg de su peso son las bacterias que pueblan su tracto digestivo. Este microbioma digestivo supone aproximadamente el 70% de las bacterias que pueblan nuestro cuerpo. Es un ecosistema muy especial, con especies exclusivas (lo que indica un alto grado de coevolución con el hospedador), compuesto por cientos, e incluso miles, de especies bacterianas, si bien muchas de ellas pertenecen a los filos *Bacteroidetes* y *Firmicutes*, de forma que, en un individuo sano, los últimos dominan sobre los primeros. Pero es destacable que no hay dos microbiomas digestivos iguales: cada uno de nosotros tiene una composición especial.

En general, puede decirse que en un individuo sano hay un núcleo formado por cerca de cuarenta especies bacterianas, lo que supone unas tres cuartas partes del total de la microbiota digestiva. Aun así, esa comunidad varía bastante. Para poner un poco de orden, se han definido cuatro tipos de comunidades (10): agrupaciones de poblaciones microbianas intestinales que contienen unas especies dominantes junto con otras especies claves, positiva o negativamente relacionadas con la dominante de cada enterotipo (Tabla II). Lo más destacable de esta microbiota digestiva es que posee una enorme diversidad genética y metabólica. Como antes se indicó, una gran mayoría de los genes presentes en el cuerpo humano provienen de los microorganismos del intestino. Sus productos génicos son los responsables de degradar y metabolizar la inmensa mayoría de los componentes de la dieta que los humanos no podemos digerir, como, por ejemplo, los polisacáridos complejos.

Desde el punto de vista de la alimentación y la salud, es destacable que la microbiota digestiva de un individuo puede variar por factores como un tratamiento de antibióticos, un cambio en la dieta o incluso una alteración ligera del ritmo circadiano, como el que produce el *jet lag*. Además, también se ve afectada por diversas patologías. Por ejemplo, hay cambios en la microbiota

digestiva de los obesos, que suelen presentar un aumento en la proporción de *Firmicutes* frente a *Bacteroidetes*. Lo realmente significativo es que ese desequilibrio se recupera parcialmente en individuos obesos que logran perder peso después de seguir un régimen hipocalórico (11). También se detectan cambios en pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal. En este caso, bajan los conteos de *Bacteroidetes* y *Firmicutes* y aumentan las actinobacterias y proteobacterias (12). Una situación similar se da en el caso de la fibrosis quística, si bien en este caso el descenso de *Bacteroidetes* y *Firmicutes* va acompañado de una subida en la presencia de especies potencialmente patógenas.

De forma similar se han descrito variaciones en el microbioma digestivo de pacientes con autismo, enfermedades de la piel, como dermatitis atópica, o incluso problemas de infertilidad. Lo más interesante es que algunas de esas disbiosis microbianas pueden reequilibrarse mediante el empleo de probiótico y/o prebióticos, tanto en forma de suplemento nutricional como de alimento funcional. En nuestro grupo hemos descrito cómo mezclas de probióticos son capaces de reequilibrar los microbiomas digestivos alterados de niños con dermatitis atópica o adultos con falta de motilidad espermática (13,14). La consecuencia de esta actuación nutricional ha sido la desaparición, en el 90% de los pacientes, de la sintomatología de la dermatitis o un descenso considerable de la fragmentación cromosómica de los espermatozoides unida a un aumento en su motilidad.

Por todo lo expuesto en los párrafos anteriores, puede concluirse que la biotecnología de los alimentos abre una nueva fase con la llegada de la genómica. Lo que ocurra en el futuro dependerá en buena medida de los marcos legales que se establezcan para la comercialización de este nuevo tipo de productos. La legislación actuará a modo de llave que abrirá o cerrará mercados. Esperemos que haya una homogeneidad legislativa entre los países. De no ser así, y dada la globalización actual de mercados, se abrirán paraísos donde poder innovar con herramientas genómicas frente a islas de resistencia a dichos productos.

**Tabla II.** Descripción de los cuatro modelos de comunidades en el microbioma digestivo de personas sanas

| Tipo de comunidad | Características   |
|-------------------|---|
| A                 | Bajo nivel de biodiversidad; conteos elevados del género <i>Bacteroides</i> y ausencia de los géneros <i>Prevotella</i> y <i>Ruminococcus</i>                               |
| B                 | Niveles muy bajos del género <i>Bacteroides</i> y muy altos del <i>Phylum Firmicutes</i>  |
| C                 | Ausencia de <i>Prevotella</i> , niveles muy bajos del género <i>Bacteroides</i> y muy altos de los géneros <i>Alistipes</i> , <i>Faecalibacterium</i> y <i>Ruminococcus</i> |
| D                 | Niveles muy bajos del género <i>Bacteroides</i> y muy altos del género <i>Prevotella</i>  |

## BIBLIOGRAFÍA

- MacCabe AP, Gil JV, Ramón D. GM-foods: one man's meat, another man's poison? *Food Science and Technology International* 2001;7:89.
- Bawa AS, Anilakumar KR. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns: a review. *Journal of Food Science and Technology* 2013;50:1035-46.
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Global status of commercialized biotech/GM crops 2016. Technical report 52, 2017.
- Klümper W, Qaim M. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLOS One* 2014;9:e111629.
- Nicolla A, Manzo A, Veronesi F, Roselline D. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology* 2014;34:77-88.

6. Comerford KB, Pasin G. Gene-dairy food intercalations and health outcomes: a review of nutrigenetic studies. *Nutrients* 2017;9. pii: E710. DOI: 10.3390/nu9070710
7. Costa V, Casamassimi A, Ciccodicola A. Nutritional genomics era: opportunities toward a genome-tailored nutritional regimen. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2010;21:457-67.
8. Zeevi D, Korem T, Zmora N, Israeli D, Rothschild D, Weinberger A, et al. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell* 2015;163:1079-94.
9. Grice EA, Segre JA. The human microbiome: our second genome. *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 2012;13:151-70.
10. Ding T, Schloss PD. Dynamics and association of microbial community types across the human body. *Nature* 2014;509:357-60.
11. Sanmiguel C, Gupta A, Mayer EA. Gut microbiome and obesity: a plausible explanation for obesity. *Current Obesity Reports* 2015;4:250-61.
12. (Dis)trust your gut: the gut microbiome in age-related inflammation, health and disease. *Microbiome* 2017;14. DOI: 10.1186/s40168-017-0296-0
13. Valcárcel DG, Genovés S, Riesco MF, Martorell P, Herráez MP, Ramón D, et al. Probiotic administration improves sperm motility in asthenozoospermic human donors. *Beneficial Microbes* 2017;8:193-206.
14. Navarro-López V, Ramírez-Bosca A, Ramón D, Ruzafa B, Genovés S, Chenoll E, et al. Oral administration of a mixture of probiotic strains reduces SCORAD index score and consumption of steroids in young patients with moderate atopic dermatitis: a randomized trial. *Journal of the American Medical Association Dermatology* 2017;8. DOI:10.001/jamadermatol.2017.3647



## Los relojes biológicos de la alimentación *Biological clocks of food*

José Ramón Calvo Fernández<sup>1</sup> y Marta Gianzo Citores<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Las Palmas de Gran Canaria. Real Academia Europea de Doctores (RAED). <sup>2</sup>Biobanco Vasco. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF). Barakaldo, Vizcaya

### Resumen

Desde hace siglos se ha observado en los seres vivos la existencia de ritmos endógenos que preparan y adaptan la fisiología del organismo a las diferentes fases diarias y estacionales. Estos relojes internos regulan una enorme variedad de sistemas fisiológicos, marcando su actividad. Debido a ello, estos complejos sistemas están sujetos a una estricta regulación genética y molecular, que hacen que estos patrones repetitivos se mantengan en ausencia de estímulos externos. Las disfunciones circadianas se han vinculado con trastornos del sueño, problemas psicológicos, enfermedades neurológicas, alteraciones metabólicas y obesidad.

El mantenimiento de una rutina diaria respecto al descanso, la actividad física y la alimentación mantiene estos relojes corporales sincronizados, lo que optimiza determinados tratamientos médicos y ayuda a controlar el peso corporal. La dieta es uno de los factores externos que más influye en la sincronía de estos relojes endógenos, por lo que una correcta alimentación y en unos horarios adecuados puede beneficiar nuestra salud.

#### Palabras clave:

Relojes circadianos.  
Nutrición. Trastornos  
cronobiológicos.

### Abstract

For centuries it has been observed in living beings the existence of endogenous rhythms that prepare and adapt the physiology of the organism to the different daily and seasonal phases. These internal clocks regulate an enormous variety of physiological systems that mark their activity. Because of this, these complex systems are subject to strict genetic and molecular regulations, which cause these repetitive patterns to be maintained in the absence of external stimuli. Circadian dysfunctions have been linked to sleep disorders, psychological problems, neurological diseases, metabolic disorders and obesity.

Maintaining a daily routine related to rest, physical activity and food keeps these body clocks synchronized, helps control body weight and optimizes certain medical treatments. Diet is one of the external factors that most influences the synchrony of these endogenous clocks, so that a correct feeding at the right times can benefit our health.

#### Key words:

Circadian  
clocks. Nutrition.  
Chronobiology  
disorders.

*Conflicts de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.*

Calvo Fernández JR, Gianzo Citores M. Los relojes biológicos de la alimentación. *Nutr Hosp* 2018;35 (N.º Extra. 4):33-38

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2122>

#### Correspondencia:

José Ramón Calvo Fernández. Real Academia Europea de Doctores (RAED). Vía Laietana, 32. 3.ª planta. Edificio Fomento del Trabajo. 08003 Barcelona  
e-mail: [jrcalvofernandez@gmail.com](mailto:jrcalvofernandez@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano nace con un reloj biológico que lo sincroniza con el ritmo de la naturaleza. Este cronómetro corporal adapta a los seres vivos a los ciclos diarios de luz y de oscuridad y a los cambios estacionales provocados por la rotación de la Tierra en su recorrido alrededor del sol. Este reloj interior, por lo tanto, prepara al organismo para dormir al anochecer y despertar con el alba (1,2). Sin embargo, estos ciclos circadianos de 24 horas no solo determinan los ritmos de sueño, también repercuten en la regulación de la temperatura, la producción de hormonas o las funciones del aparato digestivo, entre otras (3,4).

Este eficaz reloj biológico se esconde en el sistema nervioso central; concretamente, en el cerebro. Pero no es el único cronómetro interno, sino que hay miles de relojes biológicos ocultos por el resto del organismo que dirigen actividades específicas en distintos órganos y tejidos, como el corazón, el páncreas, la piel o los pulmones (4,5). Mantener sincronizados estos otros relojes con el cerebral (gracias a una estricta rutina diaria) ayuda a controlar el peso y puede optimizar tratamientos como la quimioterapia (4,6-8). De eso trata la cronobiología.

## LA CRONOBIOLOGÍA

La cronobiología es una disciplina de la fisiología que estudia los mecanismos de los ritmos biológicos, tanto su origen como sus características e implicaciones, así como los procesos biológicos que siguen unas secuencias temporales previsible. Asimismo, profundiza en la organización temporal de los seres vivos, sus alteraciones y los mecanismos que la regulan (1,3). Tiene una especial relevancia en la endocrinología, las neurociencias y las ciencias del sueño (4,9-11).

Actualmente se sabe que la práctica totalidad de las especies poseen estos relojes endógenos, que son responsables de los ritmos biológicos (12,13).

## HISTORIA DE LA CRONOBIOLOGÍA

Los ciclos diarios y estacionales juegan un papel clave en la naturaleza y en los seres vivos, incluida la especie humana. Por ello, desde hace siglos el hombre se ha esforzado por conocerlos y adaptarse a ellos (4).

Ya en la antigua Grecia, estudiosos como Hesíodo, Arquíloco, Hipócrates o Aristóteles observaron cómo la fisiología del ser humano, e incluso algunas enfermedades, estaban sometidos a ritmos biológicos diarios o estacionales. A pesar de todas estas reflexiones, tuvieron que transcurrir varios siglos hasta que el médico y filósofo Galeno reflejase el carácter rítmico de los procesos vitales de forma detallada. A partir de entonces, aumentaron las observaciones relativas a cómo el hombre se regía por unos patrones temporales repetitivos (14-16).

En este sentido, siglos después, naturalistas como Mairan, Lineo o Candolle, tras observar durante años el comportamiento

de distintas especies de plantas, dedujeron que en las plantas existían unos ritmos biológicos internos que se mantenían a pesar de la ausencia de cambios periódicos en el ambiente, como de temperatura o de luz, pero que estaban sincronizados con los ciclos de luz-oscuridad. No fue hasta casi un siglo más tarde cuando se evidenciaron comportamientos cíclicos similares en animales, principalmente en insectos. Estas múltiples observaciones de los movimientos diarios rítmicos que se producían en plantas y animales respaldaron la existencia de similares patrones endógenos en la especie humana, aunque esta aseveración tardó medio siglo más en llegar (15).

Obviamente, estos hallazgos, que apuntaban a un origen endógeno de los ritmos biológicos, chocaban frontalmente con la fisiología académicamente aceptada hasta aquel entonces y propugnada por Claude Bernard, quien defendía la existencia de un medio interno que debía mantenerse constante, y muy particularmente con el concepto de "homeostasis", acuñado por Walter Cannon, que hacía depender los procesos y fenómenos biológicos de las influencias externas (3).

Así, durante un tiempo llegó a compararse la cronobiología con los horóscopos y otras pseudociencias (3). Afortunadamente, aunque esta controversia sobre el origen de la ritmicidad se mantuvo durante muchos años, la comunidad científica finalmente se fue posicionando a favor de la hipótesis de su naturaleza endógena tras observar que: 1) existían unos ritmos biológicos con periodos distintos de 24 horas (ritmos de curso libre); 2) que esta periodicidad se transmitía a las generaciones (naturaleza hereditaria); y 3) que las evidencias observadas no se debían a malas ejecuciones ni a fallos en las condiciones de los experimentos realizados y, por lo tanto, no se debían a una mera reacción pasiva a la luz natural (17).

Finalmente, la cronobiología se consolidó como una disciplina científica tras el congreso internacional celebrado en 1960 en Cold Spring Harbor (Nueva York) y la creación de una sociedad científica para su estudio (17,18).

En esa década, estaba claro que prácticamente todos los organismos eucariotas, incluidos los organismos unicelulares, plantas y animales, poseían un reloj circadiano (21), por lo que durante las décadas de los sesenta y los setenta las investigaciones se centraron en identificar su ubicación. Tras diversos esfuerzos, experimentos y escepticismo, finalmente se ubicó el reloj circadiano en humanos (17).

Este cronómetro endógeno se encuentra en el núcleo supraquiasmático en el hipotálamo: estructura cerebral localizada detrás de los ojos que detecta las señales luminosas que entran por las pupilas y que distingue si es de día o de noche. Así, el núcleo supraquiasmático envía señales a los sensores que controlan los cambios diarios de presión arterial, temperatura, nivel de actividad y estado de alerta, y también le indica a la glándula pineal del cerebro cuándo liberar melatonina para inducir el sueño (3,4). Estas funciones, como todas las de los seres vivos, están mediadas por genes. De este modo, en respuesta a un estímulo externo, los genes del interior de las células que forman estos órganos o tejidos se activan y provocan distintas acciones celulares, "despertando" funciones concretas de esos órganos o

tejidos (3,17,21). Todo ello implica que el reloj de los mamíferos se trate de un mecanismo altamente complejo que presenta unos tiempos específicos a nivel de órganos y células (17). Cada zona tiene su hora de mayor y menor ajeteo, y la actividad de casi la mitad de todos los genes de mamíferos varía de forma regular a lo largo del día. Por ejemplo, es más probable sufrir un ataque de asma por la noche, ya que los pulmones reducen su actividad (3). Por otra parte, estudios en ratones determinaron que los relojes periféricos pueden desacoplarse del reloj central con solo cambiar los horarios de las comidas. Para ello, alimentaron a los roedores a las horas a las que solían estar dormidos, con lo que se evidenció que los ratones con relojes desacoplados engordaban más comiendo lo mismo que los que los tenían sincronizados (11). En humanos sucede algo parecido. Según un estudio elaborado por la nutricionista Gerda Pot, que analizó los hábitos de 5.000 ingleses con datos recogidos desde 1946, los adultos que no comen en horarios regulares tienen mayor riesgo de sufrir problemas cardiovasculares y diabetes y, además, la presencia de diabetes, obesidad y problemas cardiovasculares entre trabajadores nocturnos es mayor (22). Así, las personas que no mantienen un horario regular para alimentarse, o aquellas que viven de noche y duermen de día, experimentan más alteraciones, como fatiga crónica o falta de apetito (3,22).

Para mantener en hora todos los relojes biológicos, lo idóneo es llevar una rígida rutina diaria respecto al descanso, la actividad física y la alimentación (9,23). Tener los relojes corporales sincronizados, entre otras funciones, ayuda a controlar el peso corporal y puede ser fundamental para optimizar determinados tratamientos (9,24). Por ejemplo, tomar las pastillas para la tensión antes de irse a dormir en lugar de por las mañanas es más efectivo (24,25). Igualmente, el sueño es vital para mantener una función cerebral normal. Las disfunciones circadianas se han vinculado con la función cognitiva y la formación de la memoria, así como con depresiones, trastornos bipolares, algunas enfermedades neurológicas y con trastornos del sueño (6,10). Ejemplo de ello es el síndrome del cambio rápido de zona horaria, más conocido como *jet lag*, que constituye una muestra clara de la importancia de este reloj interno y de sus desajustes (3).

Hay un ciclo orgánico de 24 horas, en el que el reloj interno anticipa y adapta la fisiología del organismo a las diferentes fases del día. Si la jornada comienza con sueño profundo y con una temperatura corporal baja, la liberación de cortisol al amanecer aumenta el azúcar en sangre, con lo que el cuerpo se prepara para afrontar el día. Cuando cae la noche, se segrega melatonina, una hormona vinculada al sueño (26). Los descubridores de este *reloj interno* del cuerpo fueron los estadounidenses Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash y Michael W. Young, por lo que recibieron el Premio Nobel de Medicina de 2017. En experimentos realizados en moscas del vinagre (*Drosophila melanogaster*) en 1984 aislaron el gen asociado al control del ritmo biológico normal y lo bautizaron como *period* (periodo). Posteriormente, revelaron que este gen y otros se autorregulan a través de sus propios productos (diferentes proteínas), generando oscilaciones de unas 24 horas, lo que supuso un cambio de paradigma al descubrir que cada célula tenía un reloj interno autorregulado (27,28).

## RELOJ INTERNO

### FUNCIONAMIENTO DEL RELOJ INTERNO

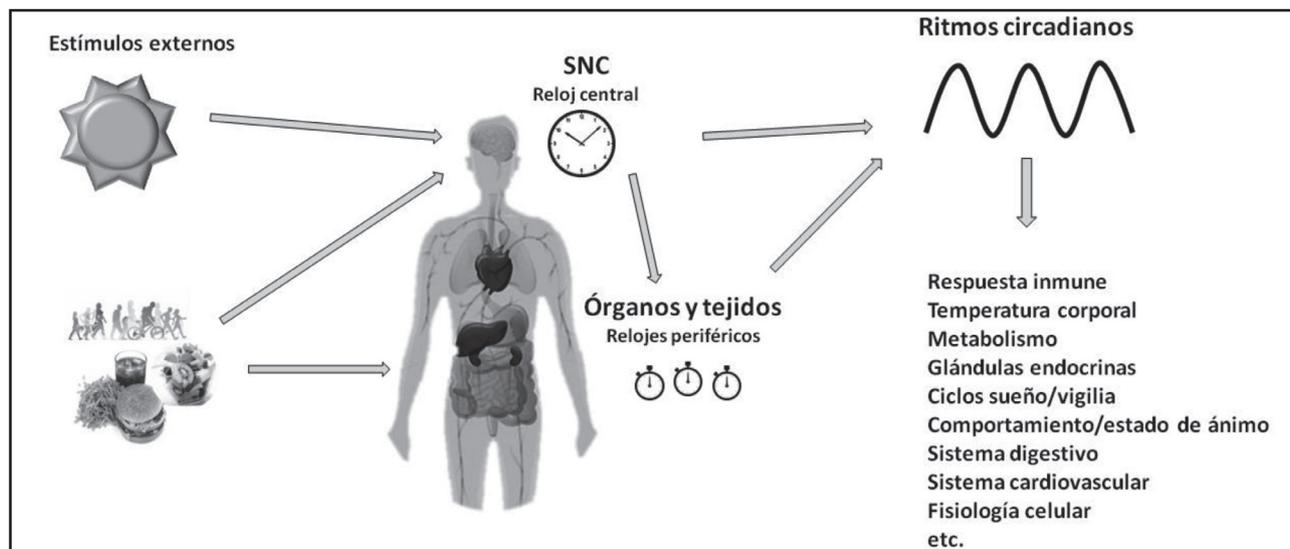
Como se ha reflejado, este reloj está controlado genéticamente. Los genes *Period circadian protein homolog 1, 2 y 3* (PER1, PER2 y PER3) pertenecen a la familia de genes *Period* que codifican para elementos relacionados con el reloj circadiano (13,28,29). La fosforilación de estos componentes en una posición específica, compartida por todos ellos, determina la tasa de acumulación de la proteína, así como su distribución en la célula y su degradación, marcando las diferentes fases del reloj biológico (30). Se ha observado que mutaciones en esa posición en el gen PER2 producen un desorden del sueño hereditario, el denominado "síndrome de la alimentación nocturna". Este trastorno (con base genética) afecta al 1-2% de la población y consiste en la necesidad de comer a horas irregulares, interrumpiendo horas de sueño y causando sobrealimentación y sobrepeso (31). Además de estos tres genes, se han descrito otros genes reloj, como los genes *Cry1, Cry2, Clock, Bmal1, Casein-kinasa I (Ckle)* y *Rev-Erb*. La expresión de estos está marcada por la interacción de distintos mecanismos moleculares de forma positiva y negativa (4). Cada órgano tiene sus genes reloj y todos ellos se mueven bajo las órdenes del reloj central (5,32).

### UTILIDADES DEL RELOJ INTERNO

Múltiples estudios en diversas áreas de la biomedicina, además de vincular el reloj molecular con los ciclos de sueño/vigilia, han demostrado que actúa sobre el metabolismo, la regulación endocrina, las funciones inmunes, las funciones cognitivas y psiquiátricas o la proliferación y la diferenciación celular (9,16) (Fig. 1). Todos estos estudios, que han permitido un mayor conocimiento del funcionamiento de los ritmos circadianos, están permitiendo incorporar los mecanismos circadianos en la práctica clínica diaria para mejorar tanto los resultados clínicos como la salud humana en general. Así, una de sus aplicaciones más interesantes es adecuar la administración de fármacos al periodo del día en el que resulte más efectiva. En pacientes con cáncer se ha evidenciado que suministrar la quimioterapia según los ritmos biológicos tiene importantes ventajas. Las células cancerígenas se caracterizan por ser arrítmicas y duplicarse constantemente en un cuerpo que mantiene sus ciclos bien sincronizados. Dar quimioterapia en el momento adecuado parece atacar el tumor con menos efectos secundarios para el resto del órgano o del tejido que cuando está en horas de actividad, y para eso hay que conocer al detalle el ritmo de cada reloj biológico específico (7,24). Además, este reloj fisiológico también es de especial importancia en la fisiología del hambre/saciedad (33-35).

### RITMOS CIRCADIANOS Y ALIMENTACIÓN

El hipotálamo regula el hambre, el apetito y la saciedad por medio de péptidos como la colecistoquinina, los niveles de gluco-



**Figura 1.**

Los ritmos circadianos en la fisiología humana. Distintos estímulos externos como la luz, la comida o la actividad física influyen en el organismo generando unas respuestas fisiológicas endógenas cíclicas, que están marcadas por unos relojes internos. En el cuerpo humano existe un reloj principal que se localiza en el sistema nervioso central (SNC) y unos relojes periféricos que se pueden encontrar en casi todas las células y tejidos del organismo. A su vez, el SCN mantiene la sincronía de los relojes periféricos, mediante inervación autónoma y/o señales humorales. Toda esta sincronía circadiana finalmente se ve reflejada en distintos procesos fisiológicos y comportamentales.

sa y ácidos grasos en sangre y hormonas como el neuropéptido Y (NPY). Este neuropéptido forma parte del sistema lipoequilibrador, junto con la leptina y la hormona liberadora de corticotropina (CRH). Niveles altos de NPY en el fluido cerebroespinal se asocian con una elevada ingesta de comida y una actividad física disminuida. La leptina, producida por los adipocitos en respuesta a los altos niveles de grasa, se detecta por el núcleo arqueado en el hipotálamo. La información sobre las señales de hambre que llegan al cerebro implica a dos tipos de células nerviosas situadas en el núcleo arqueado del hipotálamo: 1) neuronas sensibles a la sensación de hambre; y 2) neuronas sensibles a la sensación de saciedad (36-38).

El conocimiento de estos mecanismos en la nutrición ha dado pie a dos nuevas variantes de la cronobiología: la crononutrición y la cronodieta. La crononutrición estudia cómo los valores plasmáticos de los nutrientes y su utilización cambian en nuestro organismo a lo largo del día o de la noche. La cronodieta, por su parte, trata de estudiar las mejores horas a las que comer ciertos alimentos para mejorar la salud (39-41).

De acuerdo con diversas investigaciones, durante el sueño el cuerpo convierte todos los componentes en energía y se prepara para realizar todas sus actividades durante las horas de luz solar (42,43). Los horarios de ingesta deberían estar coordinados con los del cerebro y con los de los órganos digestivos. Ejemplo de ello es la mayor capacidad del organismo para asimilar los carbohidratos rápidos por la mañana que por la noche, ya que los adipocitos “descansan” por la noche y se muestran “reacios” a eliminar grasa (44-46). Debido a este fenómeno, nuestro organismo procesa más lentamente los alimentos y los convierte más fácilmente en grasas durante la noche que por la mañana, y es

que cada vez más datos indican que no solo importa lo que se come, sino cuándo se come (44).

## GENÉTICA Y CRONOBIOLOGÍA

Estudios de microarrays pusieron de manifiesto que entre el 10% y el 30% del genoma humano queda bajo el control de relojes moleculares (45). Todos los ritmos diarios están seguramente implicados en diversos aspectos relacionados con la alimentación, como el circuito hambre-saciedad, los horarios de las comidas o el incremento de peso (33,45,47). Estos relojes regulan la producción de hormonas y la sensación de hambre/saciedad. Esto se refleja, por ejemplo, en que por la noche se produce leptina, que disminuye el hambre y favorece el sueño, y si se realiza una cena copiosa se rompe ese ciclo y puede ganarse peso (19,40).

## CRONOBIOLOGÍA Y ALIMENTACIÓN

A lo largo del tiempo los genes no han variado, pero la alimentación del ser humano, sí, al igual que sus costumbres alimentarias. Un horario regular de comidas ayuda a mantener el orden temporal interno del sistema circadiano, pero la sociedad actual de 24 horas hace que con frecuencia se abandonen estos patrones, no solo por el trabajo a turnos, sino también, y sobre todo en jóvenes, debido las horas de estudio, de ocio y de placer, lo que se conoce como *jet lag* social (25,26,47). Como consecuencia, algunos tipos de obesidad se relacionan con ingestas a ciertas horas del día (35,45).

## ALIMENTACIÓN Y HORARIOS

Un horario regular de comidas ayuda a mantener el orden temporal interno del sistema circadiano (47). Diversos estudios observacionales han constatado que la capacidad para regular el azúcar en la sangre varía a lo largo del día, y por la noche se vuelve mucho más lenta (8,35). Esta es la razón por la que las personas que trabajan en horarios nocturnos son más propensas a subir de peso o a tener diabetes (8,47). De igual forma, diversos experimentos en animales realizados por el grupo de estudio de cronobiología liderado por Garaulet mostraron que la inversión del ciclo de alimentación/ayuno, sin cambios en la ingesta calórica total, provocaba un aumento dramático de la ganancia de peso usando solo una dieta de alto contenido graso (8,45). Por otra parte, estudios en humanos llevados a cabo por Jakubowicz en condiciones controladas de laboratorio e incluyendo una dieta isocalórica mostraron que comer durante la noche y ayunar durante el día se acompañaba de una alteración de la tolerancia a la glucosa y una disminución de las concentraciones plasmáticas de la leptina (48).

Igualmente, se ha comprobado cómo cambios sutiles en el horario de las comidas que se reflejen en la distribución de la ingesta calórica durante un periodo normal de vigilia influyen en el éxito de las terapias de la pérdida de peso. Por ejemplo, un estudio experimental de 12 semanas de duración mostró que los sujetos a los que se les asignaba una alta ingesta de calorías durante el desayuno, de aproximadamente 700 kilocalorías (Kcal), perdían más peso que aquellos a los que se les asignaba un alto consumo de calorías durante la cena (también 700 kcal) (47).

## CÓMO INTERVIENE EL RELOJ BIOLÓGICO PARA PROCESAR LA COMIDA

Nuestro cuerpo utiliza un complejo sistema de hormonas y enzimas para procesar los nutrientes que se ingieren, y en este proceso intervienen los ritmos circadianos (19). Así, diversos estudios observacionales constataron que la capacidad para regular el azúcar en la sangre varía a lo largo del día y se vuelve mucho más lenta por la noche. Esta es la razón por la que las personas que trabajan en horarios nocturnos son más propensas a subir de peso o a tener diabetes (3).

En otro estudio se combinaron suplementos de dos aminoácidos (tirosina y triptófano) con dietas que utilizan el ritmo circadiano (actividades de día o de noche). De esta manera se detectaron ciertos alimentos que reducen el hambre y mejoran el humor (49). De esos estudios y de otros similares se ha concluido que, dependiendo de la composición de los alimentos, es mejor consumirlos a distintas horas del día. Así, alimentos como almendras, soja, carne de aves, coco y cereales integrales, ya que son ricos en tirosina, y esta sustancia se sintetiza con la dopamina y norepinefrina, hormonas que activan y regulan nuestro humor. Otros alimentos, como el pescado, la fruta, los frutos secos o la carne de pavo deben consumirse en la tarde-noche, ya que contienen trip-

tófano. Esta molécula ayuda a secretar serotonina y melatonina, relajantes, inductores del sueño y que favorecen que los ácidos grasos se conviertan en energía (24,39,41,44).

## NUTRICIÓN, RITMOS BIOLÓGICOS Y SALUD

En los últimos diez años, la investigación en nutrición ha experimentado un cambio importante desde la aproximación puramente epidemiológica y fisiológica hacia un abordaje más centrado en la biología molecular y genética (5,50). Este cambio en el estudio nutricional se debe principalmente al resultado de tres factores que han llevado a una creciente conciencia de que los efectos de la nutrición sobre la salud y la enfermedad no pueden entenderse sin un profundo conocimiento de cómo los nutrientes actúan en el plano molecular. En primer lugar, los resultados de varios proyectos genómicos de gran escala han modificado las estrategias de investigación nutricional al resaltar la importancia de los genes en la nutrición humana y han proporcionado una gran cantidad de nueva información genética para ser explorada (21). En segundo lugar, hay un creciente reconocimiento de la existencia de micronutrientes y macronutrientes que pueden comportarse como potentes señales dietéticas que influyen en la programación metabólica de las células y tienen un papel importante en el control de la homeostasis (24,44). En tercer lugar, en el campo de la nutrición, los investigadores han comenzado a reconocer cada vez más que la predisposición genética puede ser un factor importante en el desarrollo de las principales causas de mortalidad que están vinculados con la dieta, como las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo II y el cáncer (17).

Todo ello hace que la dieta sea un factor ambiental determinante del estado nutricional, que participa de manera importante en la incidencia de enfermedades crónicas prevalentes. Actualmente, la nutrición y la genética unen esfuerzos y se integran en un área de estudio, la denominada genética nutricional, que abarca tanto la nutrigenómica como la nutrigenética (24).

Así, el estudio combinado de la crononutrición y la cronodieta con la nutrigenética y la nutrigenómica puede ayudar a mejorar el tratamiento de enfermedades como el cáncer, así como ayudar a prevenir la aparición de alteraciones metabólicas o enfermedades como la obesidad. De esta forma, el seguimiento de unas pautas dietéticas, junto con unos horarios estrictos, abre una nueva y esperanzadora vía en el tratamiento de distintas patologías.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez-Carpio PA, Corominas Vilardell A, Salvá Miquel JA. Cronobiología y medicina: de la teoría a la realidad clínica. *Rev Clin Esp* 2004;204(3):154-7. DOI: 10.1016/S0014-2565(04)71421-6.
2. Rietveld WJ. General introduction to chronobiology. *Braz J Med Biol Res* 1996;29(1):63-70.
3. Ángeles-Castellanos M, Rodríguez K, Salgado R, Escobar C. Cronobiología médica. Fisiología y fisiopatología de los ritmos biológicos. *Rev Fac Med UNAM* 2007;50(6):238-41.
4. García-Maldonado G, Sánchez-Juárez IG, Martínez-Salazar GJ, Llanes-Castillo A. Cronobiología: Correlatos básicos y médicos. *Rev Med Hosp Gen Mex* 2011;74(2):108-14.

5. Richards J, Gumz ML. Advances in understanding the peripheral circadian clocks. *FASEB J* 2012;26(9):3602-13.
6. Wirz-Justice A. Chronobiology and mood disorders. *Dialogues Clin Neurosci* 2003;5(4):315-25.
7. Hernández-Rosas F, Santiago-García J. Ritmos circadianos, genes reloj y cáncer. *iMedPub Journals* 2010;6(2:3):1-8. DOI: 10.3823/059.
8. Garaulet-Aza M, Gómez-Abellán P. Clock genes. Circadian rhythms and predisposition to obesity. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* 2016;82(Special Issue):44-54.
9. Golombek DA, Casiraghi LP, Agostino PV, Paladino N, Duhart JM, Plano SA, et al. The times they're a-changing: effects of circadian desynchronization on physiology and disease. *J Physiol Paris* 2013;107(4):310-22.
10. Silver R, Kriegsfeld LJ. Circadian rhythms have broad implications for understanding brain and behavior. *Eur J Neurosci* 2014;39(11):1866-80.
11. Casiraghi LP, Alzamendi A, Giovambattista A, Chiesa JJ, Golombek DA. Effects of chronic forced circadian desynchronization on body weight and metabolism in male mice. *Physiol Rep* 2016;4(8):1-12. DOI: 10.14814/phy2.12743.
12. Loudon ASI, Semikhodskii AG, Crosthwaite SK. A brief history of circadian time. *Trends in Genetics* 2000;16(11):477-81. DOI: 10.1016/S0168-9525(00)02122-3.
13. Vitaterna MH, Takahashi JS, Turek FW. Overview of circadian rhythms. *Alcohol Res Health* 2001;25(2):85-93.
14. Laín Entralgo P. Historia de la medicina. Barcelona: Salvat; 1982.
15. Franco-Vega R. Los secretos que esconden los ritmos biológicos. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo* 2016;3(4):1-2.
16. García-Blanca J. Importancia de la cronobiología en la salud. *Discovery salud* 2011;141(9).
17. Roenneberg T, Mrosovsky M. Circadian clocks—the fall and rise of physiology. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2005;6(12):965-71. DOI: nrm1766.
18. Pittendrigh CS. Circadian rhythms and the circadian organization of living systems. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol* 1960;25:159-84.
19. Richards J, Gumz ML. Mechanism of the circadian clock in physiology. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2013;304(12):R1053-64. DOI: R-00066-2013.
20. Wulund L, Reddy AB. A brief history of circadian time: The emergence of redox oscillations as a novel component of biological rhythms. *Perspectives in Science*. 2015;6:27-37. DOI: 10.1016/j.pisc.2015.08.002.
21. Rosbash M. Molecular control of circadian rhythms. *Curr Opin Genet Dev* 1995;5(5):662-8. DOI: 0959-437X(95)80037-9.
22. Pot GK, Hardy R, Stephen AM. Irregularity of energy intake at meals: prospective associations with the metabolic syndrome in adults of the 1946 British birth cohort. *Br J Nutr* 2016;115(2):315-23. DOI: 10.1017/S0007114515004407.
23. Golombek D. Introducción. La Máquina del Tiempo. En: Golombek D, editor. *Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad*. 2.ª ed. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas Editorial; 2007. pp. 19-35.
24. Halberg F, Cornelissen G, Wang Z, Wan C, Ulmer W, Katinas G, et al. Chronomics: circadian and circaseptan timing of radiotherapy, drugs, calories, perhaps nutraceuticals and beyond. *J Exp Ther Oncol* 2003;3(5):223-60. DOI: 10.1111/j.1533-869X.2003.01097.x.
25. Wetterberg L. Light and biological rhythms. *J Intern Med* 1994;235(1):5-19.
26. Bloch G, Barnes BM, Gerkema MP, Helm B. Animal activity around the clock with no overt circadian rhythms: patterns, mechanisms and adaptive value. *Proc Biol Sci* 2013;280(1765):1-9. DOI:10.1098/rspb.2013.0019.
27. Huang RC. The discoveries of molecular mechanisms for the circadian rhythm: The 2017 Nobel Prize in Physiology or Medicine. *Biomed J* 2018;41(1):5-8.
28. Klarsfeld A, Birman S, Rouyer F. Nobel time for the circadian clock - Nobel Prize in Medicine 2017: Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash and Michael W. Young. *Med Sci (Paris)* 2018;34(5):480-4.
29. Bae K, Jin X, Maywood ES, Hastings MH, Reppert SM, Weaver DR. Differential functions of mPer1, mPer2, and mPer3 in the SCN circadian clock. *Neuron* 2001;30(2):525-36. DOI: S0896-6273(01)00302-6.
30. Liu Z, Huang M, Wu X, Shi G, Xing L, Dong Z, et al. PER1 phosphorylation specifies feeding rhythm in mice. *Cell Rep* 2014;7(5):1509-20. DOI: S2211-1247(14)00334-9.
31. Vanselow K, Kramer A. Role of phosphorylation in the mammalian circadian clock. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol* 2007;72:167-76. DOI: 10.1101/sqb.2007.72.036.
32. Richards J, Diaz AN, Gumz ML. Clock Genes in Hypertension: Novel Insights from Rodent Models. *Blood Press Monit* 2014;19(5):249-54. DOI: 10.1097/MBP.0000000000000060.
33. Bandin C, Martínez-Nicolás A, Ordovás JM, Madrid JA, Garaulet M. Circadian rhythmicity as a predictor of weight-loss effectiveness. *Int J Obes (Lond)* 2014;38(8):1083-8. DOI: 10.1038/ijo.2013.211.
34. Gómez-Santos C, Gómez-Abellán P, Madrid JA, Hernández-Morante JJ, Luján JA, Ordovás JM, et al. Circadian rhythm of clock genes in human adipose explants. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17(8):1481-5.
35. Garaulet M, Gómez-Abellán P, Alburquerque-Bejar JJ, Lee YC, Ordovás JM, Scheer FA. Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *Int J Obes (Lond)* 2013;37(4):604-11. DOI: 10.1038/ijo.2012.229.
36. Haynes WG, Sivitz WI, Morgan DA, Walsh SA, Mark AL. Sympathetic and cardiorenal actions of leptin. *Hypertension* 1997;30(3 Pt 2):619-23.
37. Nakamura Y, Yanagawa Y, Morrison SF, Nakamura K. Medullary Reticular Neurons Mediate Neuropeptide Y-Induced Metabolic Inhibition and Mastication. *Cell Metab* 2017;25(2):322-34. DOI: S1550-4131(16)30634-9.
38. Nakamura K, Nakamura Y. Hunger and Satiety Signaling: Modeling Two Hypothalamomedullary Pathways for Energy Homeostasis. *Bioessays* 2018;e1700252. DOI: 10.1002/bies.201700252.
39. Leech RM, Worsley A, Timperio A, McNaughton SA. Temporal eating patterns: a latent class analysis approach. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2017;14(1):3-016-0459-6. DOI: 10.1186/s12966-016-0459-6.
40. Pot GK. Sleep and dietary habits in the urban environment: the role of chrono-nutrition. *Proc Nutr Soc* 2017;5:1-10. DOI: 10.1017/S0029665117003974.
41. Almoosawi S, Vingeliene S, Karagounis LG, Pot GK. Chrono-nutrition: a review of current evidence from observational studies on global trends in time-of-day of energy intake and its association with obesity. *Proc Nutr Soc* 2016;75(4):487-500. DOI: S0029665116000306.
42. Munch M, Bromundt V. Light and chronobiology: implications for health and disease. *Dialogues Clin Neurosci* 2012;14(4):448-53.
43. Plano SA, Casiraghi LP, García Moro P, Paladino N, Golombek DA, Chiesa JJ. Circadian and Metabolic Effects of Light: Implications in Weight Homeostasis and Health. *Front Neurol* 2017;8:558. DOI: 10.3389/fneur.2017.00558.
44. Hourdequin L. *Cronobiología alimentaria: los alimentos para el día y la noche*. 1.ª ed. Barcelona: Ediciones Obelisco; 2011.
45. Garaulet M, Gómez-Abellán P. Chronobiology and obesity. *Nutr Hosp* 2013;28:114-20.
46. Covassin N, Singh P, Somers VK. Keeping Up with the Clock: Circadian Disruption and Obesity Risk. *Hypertension* 2016;68(5):1081-90. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.06588.
47. Gómez-Abellán P, Bandin-Saura MC, López-Mínguez J, Garaulet-Aza M. Chronobiology and obesidad. *Revista Eubacteria* 2015;33:53-60.
48. Jakubowicz D, Barnea M, Wainstein J, Froy O. High caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21(12):2504-12. DOI: 10.1002/oby.20460.
49. Garaulet M, Smith CE, Hernández-González T, Lee YC, Ordovás JM. PPAR-gamma Pro12Ala interacts with fat intake for obesity and weight loss in a behavioural treatment based on the Mediterranean diet. *Mol Nutr Food Res* 2011;55(12):1771-9. DOI: 10.1002/mnfr.201100437.
50. Ishida N. Molecular biological approach to the circadian clock mechanism. *Neurosci Res* 1995;23(3):231-40. DOI: 0168-0102(95)00940-X.



# Nutrición Hospitalaria



## Retos actuales de la investigación en nutrición aplicada: ¿persona o población? *Current challenges of nutrition applied research: ¿person or population?*

Ángel Gil Hernández

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Instituto de Investigación Biosanitario de Granada. Granada. CIBEROBN. Madrid

### Resumen

Durante la segunda mitad del siglo xx la nutrición se ha desarrollado de forma acelerada, basada en los conocimientos de ciencias básicas, como la bioquímica y la fisiología, y de ciencias aplicadas, como la epidemiología y la salud pública. En ese período se han establecido recomendaciones de nutrientes para determinados segmentos de población según su sexo, edad y condición fisiológica. No obstante, a pesar de los conocimientos generados, la desnutrición, tanto por defecto (deficiencia proteico-energética y de micronutrientes) como por exceso (sobrepeso y obesidad), representa una lacra para numerosos países.

En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de "garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades", y se determinaron una serie de metas específicas para la nutrición materna, la de los lactantes y la de los niños de corta edad, así como para la prevención y control de las enfermedades crónicas no transmisibles. A pesar de que existen recomendaciones de ingesta de nutrientes a nivel poblacional, los individuos responden de forma diferente a las intervenciones en los estilos de vida a causa de que sus variantes génicas influyen en la absorción y utilización metabólica de los nutrientes. Es decir, la respuesta de un individuo a la ingesta de alimentos (y, por lo tanto, de los nutrientes) resulta de la interacción de factores metabólicos, genéticos, ambientales y sociales.

La genómica nutricional es la ciencia que trata de facilitar una explicación a nivel molecular de cómo los nutrientes y otros componentes de los alimentos interactúan con el conjunto de genes de un individuo y su repercusión sobre el estado de salud. Las herramientas de las ciencias ómicas (genómica, epigenómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica) aplicadas a la nutrición posibilitan el desarrollo de la genómica nutricional. Mientras que el concepto de "nutrición personalizada" se refiere a la adaptación de la dieta a las necesidades y preferencias individuales, la "nutrición de precisión" predice si un individuo concreto va a responder a determinados nutrientes y patrones dietéticos, de forma que la utilización de la información genética y fenotípica del individuo puede contribuir a la prevención de la enfermedad.

Uno de los mayores retos de la nutrición es posibilitar una nutrición de precisión basada en el conocimiento para contribuir así a mejorar la salud de la población y disminuir la incidencia de enfermedades crónicas.

### Abstract

During the last half of the 20th century, Nutrition has evolved in a quick way based on the knowledge of both basic sciences as Biochemistry and Physiology and applied sciences as Epidemiology and Public Health. In that period the nutritional requirements for different population groups grouped by sex, age and physiological conditions have been established. However, in spite of the enormous knowledge in food and nutritional sciences, malnutrition by nutrient deficiencies (protein-energy undernutrition and micronutrient deficiencies) and by excess of nutrient intake (overweight and obesity) continues being a critical burden and challenge for numerous countries.

In September 2015, the General Assembly of the United Nations established the "Sustainable Development Goals" with the aim of "to warrant a healthy life and promote the welfare for all in all ages", and defined a number of targets to reach maternal, infant and childhood nutrition, as well as to prevent non-communicable chronic diseases. Even though there are food intake guidelines and general recommendations for population nutrient intakes, individuals respond differently to lifestyle interventions depending on their genetic variants, which in turn influence the absorption and metabolism of nutrients. Indeed, the response of an individual to food intake and nutrients is the result of the interaction of a number of metabolic, genetic, environmental and social factors.

Nutritional genomics is the science trying to facilitate an explanation at molecular levels of how nutrients and other bioactive food components interact with the genes of an individual and their effects on health. The new "omics" science tools (genomics, epigenomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics) applied to nutrition is currently allowing the development of nutritional genomics. While "personalized nutrition" refers to the adaptation of the diet to individual needs and preferences, "precision nutrition" predicts whether an individual is responding or not to specific nutrients and food and dietary patterns in such a way they can contribute to the prevention of disease based on the genetic information and phenotype of that particular individual.

One of the biggest challenges of nutrition today is to make possible precision nutrition in order to contribute to the improvement of the population and decrease the burden of non-communicable chronic diseases.

#### Palabras clave:

Ciencias ómicas.  
Genómica  
nutricional. Nutrición  
personalizada.  
Nutrición de  
precisión. Objetivos  
de desarrollo  
sostenible.

#### Key words:

Omics. Nutritional  
genomics.  
Personalized  
nutrition. Precision  
nutrition. Sustainable  
development goals.

#### Correspondencia:

Ángel Gil Hernández. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Parque Tecnológico de la Salud. 18100 Armilla, Granada  
e-mail: agil@ugr.es

Gil Hernández Á. Retos actuales de la investigación en nutrición aplicada: ¿persona o población?  
Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):39-43

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2123>

## INTRODUCCIÓN

En el año 2000, 189 países pertenecientes a las Naciones Unidas firmaron los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), que debían alcanzarse en el año 2015 y que incluían erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la educación básica para todos y la igualdad de oportunidades para el hombre y la mujer, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud en la maternidad, avanzar en la lucha contra el sida y otras enfermedades, asegurar un medioambiente sano y seguro y lograr una sociedad global para el desarrollo. Dentro de los ODM específicos relacionados con la nutrición, se acordó acabar con la malnutrición infantil, alcanzar una nutrición materna óptima, proveer alimentos de forma sostenible y contribuir a la disminución de las enfermedades crónicas (1,2).

Al finalizar el año 2015, aunque se habían realizado progresos sustanciales en numerosos países en relación con los ODM, la realidad mostró que la mayor parte de los objetivos estaban lejos de alcanzarse (2): 925 millones de personas siguen pasando hambre, 1.200 millones de personas subsisten con un dólar al día, 2.500 millones de personas no tienen acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas y unos 6,3 millones de menores de cinco años perdieron la vida en 2013, la mayoría por enfermedades tratables (un 49% menos respecto a 1990). Además, la desnutrición, que incluye la limitación del crecimiento fetal, el retraso del crecimiento, la emaciación y la carencia de vitamina A y zinc, junto con la lactancia materna subóptima, son las causas subyacentes de un 45% de las defunciones de niños menores de 5 años. Asimismo, la proporción de niños con insuficiencia ponderal en los países en desarrollo aún sigue siendo muy elevada (con una disminución del 28% al 17% entre 1990 y 2013).

Por otra parte, 41 millones de personas fallecieron en 2015 a causa de enfermedades crónicas no transmisibles, principalmente enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades inflamatorias, pulmonares y otras (3). En la escala de la malnutrición publicada en 2016, de un total de población mundial de alrededor de 7.000 millones de personas, aproximadamente una tercera parte tiene deficiencias por micronutrientes y casi 800 millones sufren desnutrición calórica. Asimismo, de un total de 5.000 millones de adultos, casi 2.000 millones tienen sobrepeso u obesidad y 1 de cada 12 personas sufre diabetes de tipo 2. Por lo que se refiere a los niños, de un total de 667 millones por debajo de 5 años, 150 millones presentan fallo de medro, 50 millones no alcanzan el peso adecuado para su edad (es decir, sufren emaciación) y 41 millones tienen sobrepeso (3).

Dada esta situación, en septiembre de 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel mundial con un gran objetivo general que consiste en "garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades". Los ODS son fruto del acuerdo alcanzado por los Estados miembros de las Naciones Unidas y se componen de una Declaración, 17 ODS, 169 metas y 230 indicadores que deberían utilizarse para realizar el seguimiento de los logros y para demostrar que los objetivos podrían alcanzarse plenamente en 2030 (4).

La nutrición es un aspecto de particular importancia dentro de los ODS. De hecho, se han establecido una serie de metas específicas de nutrición que se refieren a las indicadas por la Asamblea Mundial para la Salud (World Health Assembly) para la nutrición materna, la de los lactantes y la de los niños de corta edad (5), así como a las metas de nutrición indicadas por el Marco Global de Monitorización para la Prevención y Control de las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (*Global Monitoring Framework for the Prevention and Control of NCD*) (6).

Al menos 12 de los 17 ODS contienen indicadores muy relevantes para la nutrición que reflejan su papel central en el desarrollo sostenible. La mejora del estado nutricional representa una plataforma de progreso para la salud, la educación, el empleo, el empoderamiento de la mujer y la reducción de la pobreza y la desigualdad. A su vez, la pobreza y la desigualdad, el acceso al agua, la salubridad y la higiene, la educación, los sistemas alimentarios, el cambio climático, la protección social y la agricultura tienen un impacto muy importante en los resultados de la nutrición (3,5).

En un informe de 2016 del International Food Policy Research Institute (IFPRI) de Estados Unidos, se reveló que el estatus y el bajo empoderamiento de la mujer representan causas importantes de malnutrición en el mundo. Así, las madres adolescentes (menores de 18 años) tienen una mayor probabilidad de tener hijos con fallo de medro. Por el contrario, si las madres tienen educación secundaria, la probabilidad de tener niños con fallo de crecimiento es mucho menor. Por tanto, parece importante incorporar metas de nutrición en los sectores sociales y de desarrollo y medir el impacto de los presupuestos estatales en este ámbito (3).

Los países miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido metas globales para mejorar la nutrición materna, la del lactante y la del niño pequeño, y están comprometidos con el control de los avances. Las metas son vitales para identificar áreas prioritarias y propiciar los cambios a nivel mundial. En concreto, en relación a la talla, la meta es reducir un 40% el retraso en el crecimiento (talla baja para la edad) en los niños menores de cinco años. Por lo que se refiere a la anemia, la meta es reducir al 50% la anemia en mujeres en edad reproductiva. En los recién nacidos de bajo peso al nacer, se trata de reducir la incidencia hasta el 30%, y en el sobrepeso, no aumentar las cifras actuales. En cuanto a la lactancia materna, la meta es que al menos el 50% de las mujeres lacten de forma exclusiva en los primeros seis meses. Asimismo, otra de las metas es reducir y mantener por debajo del 5% la emaciación en niños (5).

Es obvio que para conseguir estos objetivos se necesitarán programas de acción concertados y el compromiso de todos: Gobiernos, agencias de Naciones Unidas (FAO, OMS, Unesco, etc.), organizaciones civiles (fundaciones y entidades sin ánimo de lucro), compañías privadas y otros donantes.

Uno de los retos más importantes de la salud pública a escala mundial es prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), y en ello la nutrición desempeña un papel muy importante. El consumo disminuido de frutas y verduras, la ingesta elevada de sal y de hidratos de carbono simple, así como la de alcohol, conjuntamente con la inactividad física, además del consumo de tabaco, se relacionan de forma muy directa con la prevalencia de

ECNT, muy especialmente con las enfermedades cardiovasculares (ECV), la *diabetes mellitus* de tipo 2, el cáncer y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Tan solo aplicando los conocimientos actuales, la mortalidad por ECNT podría reducirse en un 50% (6). En este sentido, el marco de “paso a paso”, sugerido por la OMS, ofrece una aproximación práctica y flexible en el ámbito de la salud pública para ayudar a los ministerios de salud a equilibrar las necesidades y prioridades al mismo tiempo que se implementan intervenciones basadas en la evidencia.

Para disminuir la incidencia y la prevalencia de las ECNT, se necesitan acciones integradas, comprensibles y amplias que combinen estrategias de población para reducir los factores de riesgo, así como acciones dirigidas a los individuos de alto riesgo. Una pequeña disminución de los factores de riesgo a nivel poblacional puede tener un efecto muy importante en la disminución de la carga actual que representan las ECNT. Las estrategias de prevención y control integradas son muy efectivas, ya que están focalizadas a factores comunes de riesgo para muchas de estas enfermedades, como las ECV, los infartos cerebrales y la diabetes de tipo 2. Este es el caso de una dieta poco saludable, de inactividad física y de consumo de tabaco (6).

Los estudios realizados por el grupo colaborador Global Burden of Disease (GBD) han provisto de herramientas que permiten la monitorización por países de los progresos realizados en relación a los ODS. En el último análisis realizado, se resalta la importancia no solo de los ingresos, de la educación y de la fertilidad como conductores de la mejora de la salud, sino que se enfatiza que las inversiones para conseguir los ODS no son suficientes (4).

## INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN

---

Más allá de los retos a los que se enfrentan la alimentación y la nutrición a escala mundial y de salud pública, actualmente la investigación en nutrición se dirige a investigar el papel de los nutrientes y de los componentes no nutritivos de los alimentos a nivel molecular, así como el de sus metabolitos, con transportadores, receptores y cascadas de señalización celular, y sus interacciones con el genoma. Asimismo, otro de los grandes desafíos de la nutrición es conocer cómo los nutrientes, compuestos bioactivos de los alimentos y determinados patrones de alimentación influyen en el microbioma humano y cómo las modificaciones en la ecología microbiana intestinal intervienen en la mayor o menor prevalencia de las ECNT. Los hallazgos sobre las funciones de los nutrientes y de otros componentes alimentarios utilizando técnicas moleculares han guiado a la nutrición a un nuevo territorio que va mucho más allá de los estudios de nutrición clásica, y actualmente estamos viviendo la era de “la nutrición molecular” (7).

Una de las contribuciones más importantes del descubrimiento del genoma humano ha sido la constatación de que existen millones de diferencias en las secuencias de los genes de diferentes individuos. Las diferencias fenotípicas que distinguen a los individuos en la especie humana se deben, en gran medida, a las diferencias en la secuencia de sus genes, fundamentalmente centradas en la existencia de polimorfismos genéticos de un

solo nucleótido (*Single Nucleotide Polimorphisms*—SNP—), a las variantes en el número de copias (*Copy Number Variants*—CNV—) de algunos genes, a otras variantes como inversiones, inserciones y deleciones, así como al patrón de metilación génica. Todo ello influye sobre la expresión de numerosos genes y, por lo tanto, sobre los tipos y las concentraciones de las proteínas codificadas, lo que se traduce en cambios metabólicos específicos que, finalmente, condicionan la existencia de fenotipos concretos (7,8).

Las variaciones en la secuencia génica y en su patrón de metilación, así como las variantes en el número de copias de los genes y otras variantes genómicas, pueden condicionar la actividad de numerosas enzimas y transportadores, influyendo sobre su actividad metabólica y, por lo tanto, determinando el fenotipo del individuo y condicionando sus necesidades específicas de nutrientes. Esto significa que, al contrario de lo que la nutrición clásica ha preconizado, se necesita atender a los requerimientos nutricionales de individuos concretos y no tanto de poblaciones, pasando de una nutrición poblacional a una “nutrición personalizada” (9-11).

## ÓMICAS Y NUTRICIÓN

---

La “genómica nutricional” es la nueva ciencia que explica los mecanismos moleculares por los que los componentes de los alimentos, tanto nutrientes como otros compuestos bioactivos de los alimentos, afectan a la salud de los individuos a través de su interacción con el genoma humano. A veces, se la denomina también “nutrigenómica”, en un sentido amplio, y su estudio incluye nuevas disciplinas, como la nutrigenética, la nutrigenómica en sentido estricto y la nutrieptogenética.

Así como la farmacogenómica ha evolucionado hacia los conceptos de “medicamento personalizado” y de “fármacos de diseño”, la genómica nutricional abre el camino a la “nutrición personalizada”. Es decir, conociendo el genotipo, el estado nutricional de un individuo y sus necesidades nutricionales particulares, la genómica nutricional debe proporcionar, en un futuro no muy lejano, un patrón de alimentación personalizado que conduzca a un estado de mejoría de la salud y de bienestar, ajustando de forma precisa su dieta con su dotación genética específica (7,10).

Durante el siglo pasado, los objetivos de la investigación nutricional fueron la identificación de los nutrientes y de los efectos que su carencia ocasiona en el metabolismo intermediario, el crecimiento, el mantenimiento y el desarrollo de las células y de los tejidos. Los estudios realizados llevaron a la formulación de las ingestas dietéticas recomendadas para cada nutriente, que cubre al 95% de los individuos de una población sana, y con ello se logró la erradicación de múltiples enfermedades deficitarias, como la pelagra, el beriberi, el escorbuto, etc. En la actualidad, la tecnología de la era genómica ha proporcionado nuevas y poderosas herramientas y ha posibilitado a los científicos cambiar el enfoque reduccionista tradicional de investigar los efectos de un solo nutriente sobre un sistema biológico por uno mucho más amplio, que permite explorar los efectos moleculares de uno o varios nutrientes en organismos biológicos completos.

A partir de los datos proporcionados por el proyecto del genoma humano, y a partir del conocimiento de polimorfismos genéticos o SNP, así como de las CVN y otras variantes genéticas, se ha constatado que existen ciertas variaciones en los individuos que alteran las interacciones entre los componentes de la dieta y las respuestas metabólicas, lo que conduce a una mayor o menor susceptibilidad en el desarrollo de determinadas enfermedades. Esta variación genética interindividual cuestiona hasta qué punto las recomendaciones dietéticas, usualmente basadas en estudios epidemiológicos, son válidas para todos los grupos raciales y étnicos.

El estudio de las variantes génicas de los individuos y de sus repercusiones sobre la utilización metabólica de los nutrientes es lo que se denomina nutrigenética. Por lo tanto, esta parte de la nutrición estudia la respuesta distinta de los individuos a la dieta en función de SNP y CVN y otras variantes funcionales en el genoma. Además, también incluye la identificación y la caracterización de variantes genéticas que se relacionen con una respuesta diferente a los componentes de la dieta para los genotipos de interés. En fin, el objetivo de la nutrigenética es generar recomendaciones específicas sobre la mejor composición de la dieta para el óptimo beneficio de cada individuo; es decir, conseguir una "nutrición personalizada" (7,9-11).

Tradicionalmente se ha supuesto que la expresión génica en los eucariotas no estaba influida directamente por los nutrientes, sino por la acción de hormonas, factores de crecimiento y citoquinas. Sin embargo, la dieta representa un potente mecanismo para modificar el ambiente celular de numerosos órganos y, por consiguiente, del individuo. Así, durante los últimos años se han encontrado numerosas evidencias de que los cambios ambientales provocados por los nutrientes y otros componentes de los alimentos en el entorno celular modifican la expresión de numerosos genes. Numerosos estudios han demostrado que los nutrientes y otros compuestos químicos de la dieta influyen sobre la expresión o la estructura de un conjunto de genes del genoma humano. A esta nueva ciencia que estudia los efectos de los nutrientes y compuestos bioactivos de los alimentos sobre la expresión génica se la denomina en sentido estricto nutrigenómica. Este hecho abre la perspectiva de modificar la expresión génica, tanto en individuos sanos como en enfermos, a través de la manipulación de la dieta (7).

Una aproximación habitual en nutrigenómica consiste en determinar en un órgano o un tejido todos los micro RNA (mRNA) presentes en función del tratamiento con un nutriente o un alimento particular. Además, pueden determinarse todas las proteínas que aparecen o desaparecen en dicho órgano o tejido por efectos del consumo del nutriente o alimento. Asimismo, es posible realizar un estudio diferencial de los metabolitos presentes. Es decir, mientras que la nutrigenética utiliza la secuenciación génica como herramienta fundamental, la nutrigenómica utiliza la transcriptómica para evaluar las acciones de los nutrientes sobre la expresión genética y la proteómica y la metabolómica y sus repercusiones metabólicas y sobre el fenotipo del individuo (7,10).

La epigenética estudia los cambios de determinadas "marcas" en el genoma que pueden ser copiadas de una generación celular

a otra y que pueden alterar la expresión genética, pero que no implican cambios en la secuencia de bases del ADN. Estas "marcas" incluyen la metilación de citosinas dentro de dinucleótidos citosina-fosfato-guanina (dinucleótidos CpG) y las modificaciones postraduccionales de las histonas, que forman parte de los nucleosomas, incluyendo acetilación, metilación, fosforilación y otros procesos

Actualmente se supone que el epigenoma es el resultado de las exposiciones de un individuo y de sus generaciones anteriores a las influencias ambientales, incluido el estado nutricional y la exposición a la dieta. De este modo, la nutriepegénica es una disciplina que estudia el marcado epigenético y cómo los componentes de la dieta influyen en él. Diferencias en dicho marcado pueden contribuir a explicar el riesgo de padecer enfermedades de individuos concretos, así como algunas variaciones interindividuales en la respuesta a intervenciones nutricionales asociadas con cambios en la expresión génica (7,12).

La epigenética depende de la presencia de enzimas y de nutrientes y puede ocurrir en un gen específico o de manera global. La S-Adenosil-metionina es el donante de grupos metilo universal para todas las metiltransferasas que metilan tanto al ADN como a las histonas y su disponibilidad puede verse limitada por la de los nutrientes que intervienen en el metabolismo de los fragmentos monocarbonados, como metionina, glicina, histidina y serina, así como folato, vitamina B<sub>12</sub>, riboflavina, piridoxina, colina y betaína (7).

Algunos estudios han mostrado una relación entre la ingesta de determinados nutrientes durante el embarazo que intervienen en los procesos de metilación y el patrón de metilación de los neonatos. Asimismo, tanto la restricción energética como el consumo excesivo de grasa durante el embarazo y los primeros meses de vida pueden originar modificaciones epigenéticas que conducen posteriormente en la vida adulta a un mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, como obesidad, síndrome metabólico y diabetes (7,12).

Los valores de referencia de ingesta dietética se han establecido para grandes grupos de población con límites seguros por diferentes organismos nacionales e internacionales, y se han estratificado por sexo y edad. Asimismo, se han generado numerosas guías dietéticas o alimentarias con particularidades para ciertos países y se han promovido ciertos estilos de vida saludable de forma general. Sin embargo, los individuos responden de forma diferente a las intervenciones en los estilos de vida, especialmente aquellos que cambian su dieta, debido a que las variantes génicas influyen en la absorción y su utilización metabólica. Es decir, la respuesta de un individuo a la ingesta de alimentos y, por lo tanto, de nutrientes, resulta de la interacción de factores metabólicos, genéticos, ambientales y sociales. La secuenciación del genoma humano y la continua búsqueda de nuevas variantes que responden a los nutrientes y a otros compuestos de los alimentos, así como a alimentos y a dietas globales, como es el caso de la dieta mediterránea, están contribuyendo a la emergencia y desarrollo de la nutrición personalizada, al constatar las necesidades particulares de una serie de individuos que comparten determinados haplotipos o conjuntos de variantes génicas.

Mientras que el concepto de nutrición personalizada se refiere a la adaptación de la dieta a las necesidades y preferencias individuales, con la evolución de las tecnologías ómicas y del manejo bioinformático de millones de datos (*big data*) la “nutrición de precisión” predice si un individuo determinado va a responder a determinados nutrientes y patrones dietéticos, de forma que puede contribuir a la prevención de la enfermedad al utilizar información genética y del individuo de forma global (10).

La nutrición de precisión se lleva a cabo en tres niveles: a) nutrición convencional basada en las guías generales de recomendación dietética y en determinantes sociales; b) nutrición individualizada, que añade información fenotípica sobre el estado nutricional de una persona concreta (antropometría, actividad física, biomarcadores clínicos y bioquímicos, etc.); y c) nutrición basada en el genotipo o en variaciones genéticas comunes o raras.

El objetivo último es integrar estas fuentes de información para asegurar que todos los profesionales de salud (médicos, dietistas, farmacéuticos, genetistas, etc.) tengan los conocimientos necesarios en ciencias nutrigenómicas para alcanzar el nivel apropiado de nutrición de precisión que integre los aspectos fenotípicos y genotípicos, así como los factores metabólicos, sociales y ambientales. Por consiguiente, el consejo dietético específico para cada genotipo particular debería ser más útil, especialmente en relación con la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. De hecho, algunas compañías han comenzado a comercializar pruebas genéticas con el objeto de dar información a los consumidores de cómo deberían cambiar su dieta para prevenir la enfermedad o mejorar su salud; es decir, a ofrecer nutrición personalizada (10,11).

En conclusión, la nutrición se ha desarrollado de forma muy importante en el siglo xx, alcanzado grandes hitos, pero, a la vez, existen grandes desafíos definidos a escala mundial por los ODS. Más allá de que la nutrición puede y debe contribuir a que los ODS se alcancen utilizando los conocimientos ya adquiridos, esta

ciencia multidisciplinar tiene que evolucionar para complementar las recomendaciones de poblaciones con recomendaciones a grupos o individuos con riesgo genético de padecer enfermedades crónicas basándose en los conocimientos de las nuevas ciencias ómicas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. United Nations. The Millennium Development Goals. [consultado 4 de septiembre 2017] Disponible en: <http://www.un.org/millenniumgoals/bkgd.shtml>
2. United Nations. The Millennium Development Goals Report. New York 2015. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.un.org/millenniumgoals/2015\\_MDG\\_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf)
3. International Food Policy Research Institute. Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030. Washington, DC 2016;1-157.
4. GBD 2015 SDG Collaborators. Measuring the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: a baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* 2017;388:1813-50.
5. WHO. 2014. Global Nutrition Targets 2025: Policy Brief Series. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/nutrition/publications/globaltargets2025\\_policybrief\\_overview/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/globaltargets2025_policybrief_overview/en/)
6. WHO 2015. Prevención de las enfermedades crónicas. Una inversión vital. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/chp/chronic\\_disease\\_report/en/](http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/en/)
7. Gil A. Introducción a la nutrición molecular. En: Gil A, editor. Tratado de Nutrición, 3.ª edición. Tomo II: Bases moleculares de la nutrición. Editorial Médica Panamericana; 2017. pp. 1-25.
8. Ordovás JM. Nutrigenetics, plasma lipids, and cardiovascular risk. *J Am Diet Assoc* 2006;106:1074-81.
9. Hesketh J. Personalised nutrition: how far has nutrigenomics progressed? *Eur J Clin Nutr* 2013;67:430-5.
10. Ferguson LR, De Caterina R, Görman U, Allayee H, Kohlmeier M, Prasad C, et al. Guide and Position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalised Nutrition: Part 1-Fields of Precision Nutrition. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2016;9:12-27.
11. Kohlmeier M, De Caterina R, Ferguson LR, Görman U, Allayee H, Prasad C, et al. Guide and Position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalized Nutrition: Part 2-Ethics, Challenges and Endeavors of Precision Nutrition. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2016;9:28-46.
12. Choi SW, Friso S. Epigenetics: a new bridge between nutrition and health. *Adv Nutr* 2010;1:8-16.



## Alimentos y gastronomía de cercanía: ¿un valor en alza? *Nearby food and gastronomy: a rising value?*

Cristina Ascorbe Landa

Escuela de Hostelería de Leioa. Leioa, Vizcaya

### Resumen

**Introducción:** a partir de las definiciones de “alimento”, “gastronomía” y “cercanía”, puede establecerse que la cercanía alimentaria es aquella que acorta la distancia en tiempo y espacio a lo largo de toda la cadena alimentaria. La gastronomía de cercanía invita a disfrutar del “conjunto de los platos y usos culinarios propios de un determinado lugar”.

**Objetivos:** el presente artículo aporta una respuesta a la cuestión de si los alimentos y la gastronomía de cercanía constituyen un valor en alza en el siglo XXI.

**Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica de artículos y publicaciones de organismos nacionales e internacionales que describen las demandas del consumidor en materia de alimentos y gastronomía. Estas reclamaciones podrían concretarse en los siguientes términos: proporcionar alimentos saludables y de calidad organoléptica, contribuir al desarrollo sostenible y reducir el despilfarro de alimentos, conservar los patrimonios culturales alimentarios y generar un turismo gastronómico sostenible, mantener nuestros paisajes y su diversidad genética, reforzar la cohesión social y dotar a los alimentos y a la gastronomía de un significado y una identidad y, por último, restablecer la confianza del consumidor en la alimentación.

**Resultados:** los alimentos y la gastronomía de cercanía brindan una oportunidad que contribuye a satisfacer las demandas del consumidor en materia de alimentación y gastronomía en el comienzo de este nuevo siglo.

**Conclusiones:** las oportunidades que puede proporcionar este tipo de alimentos y de gastronomía deben ponerse en valor, de tal manera que los consumidores reflexionen sobre ellas y valoren la posibilidad de modificar sus hábitos alimentarios.

#### Palabras clave:

Ecología de la nutrición. Dieta saludable. Desarrollo sostenible. Antropología. Diversidad genética. Turismo. Conducta alimentaria.

### Abstract

**Introduction:** based on the definitions of “food”, “gastronomy” and “proximity”, it can be established that proximity food is that which reduces time and distance throughout the food chain. Proximity gastronomy invites us to enjoy the “set of dishes and culinary traditions specific to a certain location”.

**Objectives:** the aim of this article is to address the question of whether the relevance of proximity food and gastronomy is increasing in the twenty-first century.

**Methods:** a literature review of articles and publications of national and international organisations was made, which describe the demands of consumers in terms of food and gastronomy. These demands may be summarised as follows: provide healthy food of organoleptic quality; contribute to sustainable development and reduce food waste; preserve cultural food heritage and promote sustainable gastronomy tourism; preserve our landscapes and their genetic diversity; reinforce social cohesion and attribute meaning and identity to food and gastronomy; and, restore confidence in food.

**Results:** proximity food and proximity gastronomy offer an opportunity that contributes to satisfy the consumer demands in terms of diet and gastronomy at the beginning of the new century.

**Conclusions:** the opportunities that this type of food and gastronomy can offer should be communicated and emphasized, enabling consumers to reflect on them and giving them the chance to modify their food habits.

#### Key words:

Nutrition ecology. Healthy diet. Sustainable development sustainability. Anthropology. Genetic diversity. Tourism. Food habits.

#### Correspondencia:

Cristina Ascorbe Landa. Escuela de Hostelería de Leioa. Campus Universitario, s/n. 48040 Leioa, Vizcaya  
e-mail: [cristinaascorbe@hostelerialeioa.net](mailto:cristinaascorbe@hostelerialeioa.net)

## INTRODUCCIÓN

El diccionario de la Real Academia Española define alimento como el “conjunto de sustancias que los seres vivos comen o beben para subsistir” y “cada una de las sustancias que un ser vivo toma o recibe para su nutrición”. El término “gastronomía” tiene tres acepciones: “Arte de preparar una buena comida”, “afición al buen comer” y “conjunto de los platos y usos culinarios propios de un determinado lugar”. La cercanía nos indica “proximidad o inmediatez en el espacio o en el tiempo (1).

Álvarez y Medina (2) indican que “lo alimentario” se ha definido como el conjunto articulado de prácticas, procesos sociales y productos que abarcan desde los recursos naturales sobre los cuales se produce la materia prima para la elaboración de alimentos hasta el consumo de dichos alimentos y sus consecuencias.

Atendiendo a estas definiciones, podríamos establecer que la cercanía alimentaria es aquella que acorta la distancia, tanto en el tiempo como en el espacio, a lo largo de la cadena alimentaria. Los alimentos se producen en las mismas zonas en las que van a ser transformados y consumidos. Puesto que este proceso ha de hacerse en un plazo mínimo, la cercanía acorta el tiempo para la transformación y los desplazamientos de los alimentos y de los productos elaborados entre la industria alimentaria y el consumidor final. La cercanía gastronómica nos invita a los aficionados al comer a preparar buenas comidas y a acercarnos a los recetarios locales.

El presente artículo quiere aportar una respuesta a la cuestión de si los alimentos y la gastronomía de cercanía son un valor en alza en el siglo XXI.

Se ha realizado una revisión bibliográfica relacionada con la situación actual de la alimentación en los ámbitos que exige el consumidor actual, en la que se ha tenido en cuenta las literaturas científica y gris a partir de documentos e informes publicados por instituciones relevantes en el ámbito de interés, tanto nacionales e internacionales.

El análisis puede resumirse en las siguientes demandas del consumidor al sector de la alimentación:

- Proporcionar alimentos saludables y de calidad organoléptica.
- Contribuir al desarrollo sostenible y reducir el despilfarro de alimentos.
- Conservar los patrimonios culturales alimentarios y generar un turismo gastronómico sostenible.
- Mantener nuestros paisajes y su diversidad genética.
- Reforzar la cohesión social y dotar a los alimentos y a la gastronomía de significado e identidad.
- Restablecer la confianza del consumidor en la alimentación.

Para cada una de estas reclamaciones, se propone que la alimentación y la gastronomía de cercanía pueden ofrecer una oportunidad para que se les considere como valores en alza.

## PROPORCIONAR ALIMENTOS SALUDABLES Y DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

La pirámide alimentaria elaborada para el programa Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad (NAOS) muestra

las recomendaciones de frecuencia del consumo de alimentos paralelamente con las de distintas actividades de ejercicio físico. Alimentos como las frutas, verduras y hortalizas, cereales, productos lácteos, pan y aceite de oliva deben ser la base de la dieta y consumirse a diario, mientras que otros productos solo deberían tomarse de forma ocasional, como bollos, dulces, refrescos, “chucherías” o patatas fritas y similares (3).

Contreras percibe falta de calidad organoléptica cuando afirma que, desde un punto de vista organoléptico, no solo los gastrónomos se interesan por la compatibilidad entre la tecnología alimentaria y el mantenimiento del sabor propio de cada tipo de alimentos. Los consumidores tienen la sensación de que la tecnología ha estado exclusivamente al servicio del productor, del transportista y del vendedor, pero no al servicio de sus papilas (4).

De igual manera, Cáceres y Espeitx recogen las quejas del consumidor por la falta de sabor de los alimentos: en lo que a los sabores se refiere, la producción de la agroindustria actual pierde a menudo la partida. Asimismo, apuntan que las lamentaciones ante la pérdida de calidad de los alimentos (casi siempre referida a su vertiente organoléptica) son frecuentes. Las quejas se dirigen en particular a las frutas y las hortalizas, los embutidos, el pollo y la carne, que ya no saben igual o simplemente ya no saben. Los tomates se convierten para muchos en el paradigma de esta situación y el recuerdo del tomate en la mata y de su sabor en la mesa parecen ser profundamente añorados (5).

Butrón señala que el bienestar económico, junto con la incorporación de ambos miembros de la pareja al mundo laboral, conllevó un cambio de valores culturales que afectaron directamente a la alimentación doméstica como eje en torno al que se ordenaba toda la vida social de las sociedades tradicionales. El vacío que dejó el ama de casa en las labores de intendencia se suplió con una mayor dedicación al tiempo de ocio. Además, indica que, cuanto mayor es el nivel de vida, menos son las ocasiones en las que se comparte mesa familiar a diario y más se desayuna, se come o se cena en el restaurante, con la consiguiente pérdida de la necesidad de saber administrar, de una manera lógica y saludable, la dieta diaria (6).

## OPORTUNIDAD

La proximidad y la inmediatez de los productos de cercanía favorecen el consumo de alimentos frescos y más nutritivos, ya que han tenido poco o ningún tratamiento en la industria alimentaria y no se les ha añadido altos niveles de sal, azúcares y grasas saturadas, lo que se traduce en una dieta mucho más nutritiva y saludable. La cercanía permite reducir el tiempo de desplazamiento del centro de producción al de venta, donde los alimentos llegan en estado óptimo. Como no pasa mucho tiempo entre la recogida de estos productos y su consumo, la cercanía ofrece productos de temporada que están en su mejor sazón y los alimentos resultan más sabrosos.

Aranceta-Bartrina y cols. consideran que dedicar tiempo a las relaciones personales es un complemento a la pirámide de la alimentación saludable, y así convienen en que la posibilidad

de comer en compañía y la cocina participativa mejoran el nivel nutricional de los hábitos alimentarios y refuerzan los vínculos afectivos entre las personas que comparten alimentos, tareas culinarias y espacio vital. Parte de la educación alimentaria de los más jóvenes en la familia ha estado y está vinculada a ese proceso participativo (7).

## **CONTRIBUIR AL DESARROLLO SOSTENIBLE Y REDUCIR EL DESPILFARRO DE ALIMENTOS**

La Asamblea General de las Naciones Unidas define el desarrollo sostenible como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (8). Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) tiene como objetivo en la Agenda de 2030 el desarrollo sostenible.

En un mundo en el que el hambre sigue siendo uno de los desafíos más urgentes del desarrollo, debe colaborar para que los sistemas alimentarios reduzcan la pérdida y el desperdicio de alimentos. Hasta un tercio de todos los alimentos se estropea o se desperdicia antes de ser consumido por las personas. Es un exceso en una época en la que casi mil millones de personas pasan hambre, y representa una pérdida de mano de obra, agua, energía, tierra y otros insumos utilizados en la producción de estos alimentos. La pérdida y el desperdicio de alimentos hacen referencia a su merma en las etapas sucesivas de la cadena de suministro de alimentos destinados al consumo humano. Los alimentos se pierden o se desperdician en toda la cadena de suministro, desde la producción inicial hasta el consumo final de los hogares. La disminución puede ser accidental o intencional, pero en última instancia conduce a una menor disponibilidad de alimentos para todos (9).

Aranceta-Bartrina y cols. consideran la alimentación sostenible como complementaria a la alimentación saludable cuando se refieren a ella como la sostenibilidad en los procesos de obtención, distribución, transporte y preparación de los alimentos; puntos de gran importancia en el mantenimiento del ecosistema y de la salud del planeta. Reducir el despilfarro de alimentos, reutilizar las sobras con seguridad y reciclar adecuadamente (las tres erres) son prácticas relacionadas con los hábitos alimentarios y de consumo que contribuyen a la sostenibilidad medioambiental (7).

La globalización alimentaria y la especialización regional conllevan que los alimentos recorran largas distancias entre el lugar de producción y/o transformación y el consumo. Según Cáceres y Espeitx, el modelo de producción alimentaria especializada por regiones (con lo que supone a nivel del transporte) promueve el cuestionamiento, por parte de sectores críticos, del actual modelo de desarrollo económico y tecnocientífico. El incremento de la productividad agrícola propicia la deslocalización de la agricultura, no solo porque supone el abandono de aquellas áreas productivas que no son competitivas o rentables, sino también porque la producción se desplaza del autoabastecimiento a la comercialización entre zonas muy alejadas entre sí. La liberalización del comercio

mundial traslada el control de la producción al capital extranjero y fomenta las importaciones a bajo precio, lo que tendría como consecuencia la destrucción de los sistemas de producción locales, la emigración forzosa de la población local y el aumento de la pobreza, la desnutrición o el hambre (5).

## **OPORTUNIDAD**

Aranceta-Bartrina y cols. consideran los productos de temporada y cercanía como aquellos que “suponen una acción decisiva en el marco de la sostenibilidad” (7), y es que los alimentos y la gastronomía de cercanía conllevan menos tiempo de desplazamiento. Cuando el producto se comercializa en la zona en la que se produce, se evita el consumo de combustibles contaminantes perjudiciales para el medioambiente. El menor coste del transporte hace que el precio final pueda ser más barato y el proceso más sostenible en términos medioambientales. Además, los alimentos de cercanía pueden generar menos despilfarro de alimentos: como la cadena de distribución es más corta, hay menos posibilidades de que los productos se deterioren en el proceso, se echen a perder y tengan que tirarse.

## **CONSERVAR LOS PATRIMONIOS CULTURALES ALIMENTARIOS Y GENERAR UN TURISMO GASTRONÓMICO SOSTENIBLE**

Álvarez y Medina destacan cómo la creciente democratización de la sociedad civil y la ampliación de los derechos ciudadanos han impulsado en diversos países de uno y otro lado del Atlántico la alarma sobre dos tendencias significativas que revelan algunos de los rasgos más seductores de la cultura contemporánea. Subrayan cómo, por una parte, diversos grupos de la sociedad civil iniciaron por su cuenta diversos procesos de activación patrimonial con el objetivo de resaltar el valor cultural de determinados bienes, sitios o prácticas que les permitiesen afirmar su identidad social y/o modificar su posición subordinada y desigual en la sociedad. Por otra parte, resaltan cómo los propios Estados eran los que promovían, con diferente suerte y diversos sentidos, la participación de agentes y grupos sociales “tradicionalmente ausentes en estos procesos” en la patrimonialización (2).

Oliveira, parafraseando a Hall y Mitchell (10), define el turismo gastronómico como la visita a productores (tanto primarios como secundarios) de alimentos, festivales gastronómicos, restaurantes, bodegas y lugares específicos donde la degustación de alimentos y toda la experiencia inherente son el motivo principal para viajar, y pone como ejemplos la visita a una explotación agrícola o a una unidad fabril de producción de alimentos, el desplazamiento a un festival gastronómico, viajar con el propósito de ir a un determinado restaurante o hacer una ruta gastronómica (11). Sin embargo, para Butrón, el turismo gastronómico es un turismo interesado, *a priori*, “por la identidad del pueblo que pisa, por su cultura, sus raíces y el paisaje que lo envuelve todo. El desarrollo de las sociedades que lo acogen está en juego” (6).

## OPORTUNIDAD

Un pueblo que cultiva y consume productos cercanos es soberano en sus modos alimentarios y decide sus propias políticas agroalimentarias. Los alimentos cercanos posibilitan la producción para autoconsumo y ventas en mercados locales, disminuyendo de esta manera la pobreza, la desnutrición o el hambre. Los alimentos y la gastronomía de cercanía crean puestos de trabajo en las zonas cercanas a su producción y en toda la cadena alimentaria (centros de producción, industria, comercialización o venta y restauración). La promoción de la gastronomía local atrae la inversión, a la vez que convierte las áreas de producción y venta de alimentos en destinos turísticos que llevan dinero a la zona. La salvaguarda de los patrimonios alimentarios, junto con la atracción turística por la gastronomía, son una oportunidad para generar ingresos económicos que pueden reinvertirse en toda la cadena alimentaria y en la hostelería y el turismo.

## MANTENER NUESTROS PAISAJES Y SU DIVERSIDAD GENÉTICA

El Convenio Europeo del Paisaje del Consejo de Europa destaca que el paisaje desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social y, a su vez, es un relevante factor de calidad de vida y del bienestar individual y colectivo. Igualmente, este convenio insiste en que el paisaje es un recurso favorable para la actividad económica, capaz de contribuir a la creación de empleo (12). La FAO describe la diversidad genética como una herramienta secreta para luchar contra el cambio climático cuando afirma que la capacidad de las plantas y de los animales que usan los agricultores para soportar condiciones volátiles y adaptarse cuando el entorno cambia es el resultado directo de su diversidad genética. Muchas variedades y razas adaptadas localmente de cultivos y ganado (así como árboles, peces, insectos y microorganismos) están mal documentadas y pueden perderse antes de que se reconozcan sus posibles roles en la adaptación al cambio climático (13).

## OPORTUNIDAD

Los alimentos cercanos pueden favorecer el cultivo de variedades autóctonas que han estado en peligro debido a la uniformidad alimentaria, fomentando la diversificación de la agricultura local que conserva la diversidad genética y reduce la dependencia de los monocultivos. De esta forma, se beneficia la reserva genética y el suelo. La demanda del producto cercano contribuye al mantenimiento del medio rural y litoral. Los campos y espacios de cultivo bien explotados y en funcionamiento alejan el desarrollo urbanístico de la zona. Nuestra actitud como consumidores de cercanía puede fomentar la protección del patrimonio paisajístico y territorial agroalimentario.

## REFORZAR LA COHESIÓN SOCIAL Y DOTAR A LOS ALIMENTOS Y A LA GASTRONOMÍA DE SIGNIFICADO E IDENTIDAD

Contreras apunta que la evolución de la producción y de la distribución agroalimentarias ha hecho que se pierda progresivamente todo contacto con los agentes y el ciclo de producción de alimentos: su origen real, los procedimientos y las técnicas empleadas para su producción, su conservación, su almacenamiento y su transporte. Además, también precisa que, con la llamada “cocina industrial”, ni la composición ni la forma de los alimentos evocan un significado preciso y familiar, sino que pueden evocar cualquier cosa (4).

De León Arce considera que la “aculturización” producida en “la aldea global”, donde la presión de las multinacionales hace de la publicidad un valioso instrumento de convicción, establece una uniformidad en productos, elaboraciones y, en general, en los hábitos alimentarios (14). Por su parte, Cáceres y Espeitx estiman que cada sociedad construye una cultura alimentaria, y aunque todas partes de unos mismos elementos fundamentales, se despliegan en una gran diversidad de manifestaciones: sobre lo que es comestible o no, sobre prácticas y técnicas culinarias, sobre la forma de distribución y redistribución en el conjunto de la sociedad y en las formas de distribución intrafamiliar y sobre las consideraciones dietéticas, estéticas, religiosas, morales y éticas (5).

## OPORTUNIDAD

Los alimentos y la gastronomía cercana favorecen la diversidad cultural y hacen que identifiquemos unos alimentos, recetas y gastronomía con determinados territorios. De alguna manera, nos dotan de identidad en este mundo globalizado. La alimentación cercana nos pone de nuevo en contacto con el ciclo de producción de los alimentos, a la vez que genera espacios adecuados (tiendas de barrio/pueblos y mercados) para poner en relación al medio rural con el medio urbano, al consumidor con el productor, creando un clima que genera vínculos entre ellos.

## RESTABLECER LA CONFIANZA DEL CONSUMIDOR EN LA ALIMENTACIÓN

La llamada “artificialización” de la alimentación y el desconocimiento respecto de los modos de fabricación de los alimentos y de las verdaderas materias primas utilizadas en su elaboración provocan en el consumidor moderno una considerable incertidumbre, además de desconfianza y ansiedad (4). Butrón, refiriéndose a la alimentación en España, indica que desde la intoxicación masiva con aceite desnaturalizado de colza en 1981, la gripe aviario o la crisis de las vacas locas en la década de los noventa el consumidor mira con recelo aquellos productos en los que no puede leer perfectamente en sus etiquetas el contenido del envase (6). Por su parte, De León Arce, en referencia a la seguridad alimentaria,

menciona que es un problema global que afecta a todos, por lo que en un mercado globalizado la intervención de los poderes públicos resulta fundamental para garantizar a cada ciudadano, de un extremo a otro del mundo, que los alimentos que consume son realmente sanos y seguros (14).

## OPORTUNIDAD

La alimentación y la gastronomía de cercanía pueden resolver los problemas que la propia industria ha generado en los consumidores, restableciendo la confianza y la seguridad en la inocuidad sanitaria de sus propios productos (en relación a las consecuencias de su ingesta y a las que su producción puede tener para el medioambiente) y en su calidad organoléptica.

## CONCLUSIONES

Los alimentos y la gastronomía cercana nos ofrecen la oportunidad de satisfacer las demandas de los consumidores. Ahora bien, las oportunidades que este tipo de alimentos y gastronomía pueden brindar deben ponerse en valor, de tal manera que los consumidores reflexionen sobre ellas y valoren la posibilidad de cambiar sus hábitos a la hora de comprar y alimentarse. Los prescriptores de salud, las instituciones públicas y las escuelas han de redoblar los esfuerzos para fomentar este tipo de alimentación para que nuestra sociedad esté más sana, se desarrolle de una manera sostenible y esté más conectada e identificada con los territorios que habita. Si se reestablece la confianza en la alimentación, quizá consigamos encontrar soluciones a los problemas sociales que, derivados de dicha desconfianza, nos atañen a todas y a todos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. [consultado 12 de julio de 2017]. Disponible en: <http://dle.rae.es/>
2. Álvarez M., Medina X. Identidades en el plato. El patrimonio cultural alimentario entre Europa y América. Observatorio de la alimentación. Icaria; 2008.
3. Pirámide NAOS. [consultado 12 de julio de 2017]. Disponible en: [http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/piramide\\_NAOS.htm](http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/piramide_NAOS.htm)
4. Contreras J. Los aspectos culturales en el consumo de carne. En: Gracia M, editor. Somos lo que comemos. Estudios de alimentación y cultura en España. Barcelona: Ariel Antropología; 2008. pp 221-48.
5. Cáceres-Nevot J, Espeix-Bernat E. Comensales, consumidores y ciudadanos. Una perspectiva sobre los múltiples significados de la alimentación en el siglo XXI. Montesinos; 2010.
6. Butrón I. Comer en España. De la subsistencia a la vanguardia. Península; 2011.
7. Aranceta Bartrina J, Arija Val V, Maiz Aldalur E, Martínez de Victoria Muñoz E, Ortega Anta RM, Pérez-Rodrigo C, et al. Guías alimentarias para la población española (SENC, diciembre 2016); la nueva pirámide de la alimentación saludable. *Nutr Hosp* 2016;33(Supl. 8):1-48.
8. Asamblea General de las Naciones Unidas. Presidente del 65º periodo de sesiones. Desarrollo sostenible. [consultado 12 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
9. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pérdida y desperdicio de alimentos. [consultado 12 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>
10. Oliveira S. La gastronomía como atractivo turístico primario de un destino. *El Turismo Gastronómico en Mealhada-Portugal. Estudios y perspectivas en Turismo* 2001;20(8):738-52.
11. Paisajes de Oportunidad. Convención Europea del Paisaje y Participación: las acciones piloto del proyecto PAYS.MED.URBAN; 2011:4.
12. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La diversidad genética: una herramienta secreta para luchar. [consultado 12 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/275178/icode/>
13. De León Arce A. Políticas alimentarias y seguridad del consumidor. Alimentación, consumo y salud. Obra social Fundación "la Caixa"; 2008.
14. Hall M, Mitchell R. Wine and food tourism. In: Douglas N, Derritt R (edits). *Special interest Tourism: context and cases*. Brisbane: John Wiley & sons; 2001. pp. 307-39.



# Nutrición Hospitalaria



## Cocina-alimentación-futuro *Cooking-feeding-future*

Pere Castells Esqué

*Gastrocultura Mediterránea. Barcelona*

### Resumen

La alimentación actual se mueve entre varios dilemas. El gran prestigio actual de la cocina influye en los hábitos alimentarios. Muchos de los cambios incorporados están directamente relacionados con la cocina. La globalización ha favorecido una amplia oferta de alimentos disponibles, procedentes de todos los continentes, universales y, además, en cualquier estación del año. Como contraposición, surge el interés por los productos de proximidad, de cercanía y, al mismo tiempo, por incorporar al repertorio de alimentos productos que hasta el momento no eran de consumo habitual; por ejemplo, en la cultura europea, insectos y algas.

#### Palabras clave:

Hábitos alimentarios.  
Gastronomía. Cocina.  
Antropología.

Frente a sociedades que despilfarran alimentos, el gran desafío pendiente es conseguir que toda la población tenga acceso a una alimentación justa y sana. Productos naturales frente a sintéticos. Sociedades envejecidas que plantean nuevas demandas, la gran revolución "texturizante", y, por otro lado, la posibilidad de personalizar la alimentación a perfiles genéticos individuales.

### Abstract

Current diet moves between several dilemmas. The prestige of popular chefs has an influence on eating habits. Many changes incorporated are directly related to culinary practices and gastronomy. Globalization has favored a wide range of available foods in developed societies, coming from all continents, universal, and also, available in any season of the year. In contrast, there is growing interest in locally produced foods, proximity and at the same time, to incorporate new products that until now were not conventionally consumed as usual foods, for example in our European culture, such as insects and algae.

#### Key words:

Food habits.  
Gastronomy. Cooking.  
Anthropology.

Faced with societies that waste food, the great challenge remains to ensure that the entire population has access to a fair and healthy diet. Natural foods versus synthetic products. Aging societies that pose new demands, the great "texturizing" revolution and on the other hand, the possibility of personalizing the diet according to individual genetic profiles.

#### Correspondencia:

Pere Castells Esqué. Gastrocultura Mediterránea S.L.  
C/ Príncipe Jordi, 1-5. 08014 Barcelona  
e-mail: [info@gastroculturamediterranea.com](mailto:info@gastroculturamediterranea.com)

## LA GRAN IRRUPCIÓN DE LA COCINA EN LA ALIMENTACIÓN INFLUIRÁ EN LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS VENIDEROS. ¿QUÉ IMPORTANCIA TENDRÁN EL PLACER Y LA NUTRIGENÓMICA?

La alimentación del futuro pasa por la cocina. El gran prestigio de la cocina hace que muchos hábitos alimentarios que están produciéndose estén directamente relacionados con la cocina (1).

### PRODUCTOS UTILIZADOS EN LA COCINA

Si se analizan los diferentes elementos que entran en juego, es lógico empezar por los productos que la globalización ha hecho que sean universales; productos de diferentes partes del mundo que podemos tener en nuestras mesas (2). Pero aquí surge toda una serie de contradicciones:

- *Proximidad frente a globalización*, como si una excluyera a la otra. En nuestra cultura alimentaria actual, pero sobre todo en la futura, deberán tener cabida y ser compatibles todas las tendencias alimentarias: la más estricta cultura de los productos de proximidad, con todas sus ventajas culturales y de sostenibilidad, pero también debemos salvaguardar a las comunidades que viven del consumo de alimentos de otras partes del mundo. Y deberemos ser capaces de hacerlo compatible (2).
- *Introducción masiva de insectos y algas*. En diferentes culturas en las que estos productos no se utilizan, cada vez son más altas las voces que indican que, para un futuro sostenible y global, deberemos recurrir al consumo de insectos y algas (3).
- *Alimentación suficiente para todos frente a derroche alimentario*. Esta es la gran asignatura del futuro: conseguir que toda la población tenga acceso a una alimentación justa y sana, y seguramente esto también pasa por la absoluta obligación de preservar los alimentos. El equilibrio entre las sociedades en las que el alimento sobra y se derrocha frente a las que tienen dificultades para obtener alimentos pasa por establecer una armonía en la que la palabra clave es la “distribución”, minimizando todos los problemas socio-económico-políticos (3,4).
- *Productos naturales frente a sintéticos*. El concepto de “producto natural” es difícil de definir y normalmente huyo de él como calificativo. En este caso, lo utilizo como diferencia respecto al concepto “sintético”. Desde mi punto de vista y de cara al futuro, no debemos rechazar ninguna posibilidad que pueda hacer que tengamos una sociedad más equilibrada en todos los sentidos, también desde un punto de vista alimentario, y, por lo tanto, si en algún momento debe ponerse encima de la mesa que una parte de la alimentación pueda ser sintética, debería hacerse. Lo preocupante en este punto será el control que desde este ámbito podría realizarse sobre la población, si se diera el caso de una dependencia demasiado importante de productos alimentarios que no surgieran del hábitat natural (1).



**Figura 1.**

Dieta blanda de *request* con unas gotas de “garum de archovas” y algas.

### TEXTURAS BLANDAS PARA LAS PERSONAS MAYORES: UNA GRAN NECESIDAD FUTURA

Proyectos gastronómicos como el de Tōufood irán introduciéndose en el ámbito alimentario para conseguir recetas de alta gastronomía para dieta blanda (5). La esperanza de vida va en aumento, y este hecho irá acompañado de cambios en los hábitos alimentarios de poblaciones de personas mayores, que serán mayoritarias en un futuro. El espejo en el que hay que mirarse es Japón, donde la cultura del mimo a la gente mayor es máxima y la presencia de productos adecuados a sus diferentes necesidades está al alcance de todos. Además, en este país las dificultades derivadas de la deglución en personas de edad avanzada son mínimas. En el resto del mundo, con algunas diferencias, hay un porcentaje muy elevado de población que no tiene conciencia de sus necesidades de dieta blanda y la “disfagia no diagnosticada” le provoca problemáticas que pueden llegar a ser graves. Debemos ser conscientes de que será necesario que una parte importante de la población global, básicamente personas de edad avanzada, se alimente de dietas total o parcialmente blandas (6).

Desde la cocina ha ido construyéndose un conocimiento que puede aplicarse a este entorno social y, además, habrá que hacerlo fácil y de una forma habitual. Como ya hemos dicho, el ejemplo de Japón es el modelo a seguir. Los elementos claves de toda esta revolución deben ser los “texturizantes”. Por lo tanto, el futuro pasa por poder cambiar las texturas de los alimentos, producir elaboraciones que han revolucionado la cocina y aplicar las metodologías como forma para ayudar a esa parte de la población (Fig. 1).

Uno de los problemas será la adaptación de productos al consumo cotidiano. El ejemplo de Japón, en donde los supermercados tienen espacios para dieta blanda, puede ser un buen modelo, pero en sociedades como la mediterránea no ha funcionado esta idea de zonas especiales para la gente mayor. Seguramente nadie se percibe como “persona vieja”.

Uno de los puntos interesantes será ver cómo se adapta a la cocina social de geriátricos y hospitales. Ya tuvimos un ejemplo

en 2011, cuando la Organización Alemana de Bienestar Social (Wohlfahrtswerk Baden-Württemberg) se planteó el reto de aplicar la cocina de vanguardia en la alimentación de personas mayores de geriátricos. El éxito fue espectacular y aún continúa. El objetivo era intentar minimizar la pérdida nutricional que se observa en los residentes de geriátricos en general y, sobre todo, en los que tienen que comer dietas blandas. Esta experiencia demostró que el placer en la comida es muy importante en el estado físico y mental de la población de edad avanzada (7).

Los riesgos o complicaciones derivados de la disfagia pueden ser muy graves. Cuando una persona no consigue deglutir los alimentos de manera eficaz, tampoco consigue ingerir los nutrientes necesarios, pero también el paso de los alimentos a los pulmones puede provocar infecciones con posibles complicaciones.

En ambos casos (dificultad para ingerir alimentos líquidos y sólidos), mantener una dieta equilibrada y saludable y sin riesgos depende de la textura de los alimentos. Es decir, la base del tratamiento de la disfagia es modificar su textura. Se requieren unas elaboraciones con una textura blanda y suave que pueden conseguirse a partir de técnicas culinarias básicas, y la alta restauración ha demostrado sobradamente que pueden ser extraordinariamente apetecibles.

## **TEXTURAS BLANDAS PARA LA OBESIDAD**

La textura se visualiza como un elemento importante en las dietas antiobesidad para las sociedades futuras. El desarrollo culinario de gelificantes, espesantes, emulsionantes y espumantes ha posibilitado la aparición de elaboraciones muy sabrosas con poco aporte calórico. La alta restauración ha “vaciado la materia” para conseguir que sus clientes tomen toda una serie de elaboraciones muy sabrosas, pero con poca carga calórica. El famoso “aire de zanahoria” de Ferran Adrià en El Bulli era una espuma con gran contenido de aire que ocupaba un gran volumen. Esta elaboración prácticamente acalórica fue la portada de *The New York Times* del 2003 para simbolizar la nueva cocina. Los volúmenes y las texturas más grandes pueden influir en la saciedad de las personas con síntomas de obesidad, pero, además, los sabores pueden ser extraordinarios (8,9).

Las autoridades europeas y americanas están financiando proyectos que van en esta línea, dado que consideran que puede ser uno de los problemas que más preocupe a la gente que en el futuro. El proyecto europeo Gastrohealth era una muestra de esta intencionalidad: trataba de corregir la obesidad utilizando las texturas de los alimentos como un elemento de saciedad. Uno de los objetivos finales era proporcionar elaboraciones contra de la obesidad, creadas por agentes gelificantes, espesantes, emulsionantes y espumantes y basadas fundamentalmente en frutas y verduras. La alta restauración ya ha hecho una parte importante de este trabajo con la creación de elaboraciones transformadas en recetas, que ahora hay que adaptar a las dietas antiobesidad con los controles nutricionales que sean necesarios para poder minimizar esta problemática que, como marcan las estadísticas, va a más.

## **PLACER, TRADICIONES Y NUTRIGENÓMICA**

Dentro de muy poco podrá conocerse el código genético individual y, por tanto, podrán averiguarse los condicionantes alimentarios. En el mundo de la alimentación del futuro, ya está planteándose pasar de los “nichos” de mercado a la individualización e, incluso, a momentos de individualización en los que, en instantes determinados, el placer marcará las pautas y, en otros, lo hará la nutrigenómica. Hay teorías para todos los gustos: una indica que el conocimiento de la nutrigenómica hará que todos se adapten a alimentos que, según la genética personal, sean los más adecuados, y estos serán los que se consuman; otra indica que esta información se quedará como una más de muchas otras de tipo personal de la que se dispondrá sin utilizarse en beneficio propio. Seguramente dependerá de cada persona y de cada momento o situación personal.

Lo que seguramente continuará marcando el futuro es que los alimentos contienen una información que es determinante para su consumo. No es lo mismo que nosotros hayamos elaborado unos dulces, que nos los regale un vecino o que los compremos en un lugar o en otro. Todo tiene su importancia y las redes sociales cada vez influyen más en esta información.

Como conclusión final, podríamos decir que para la especie humana la alimentación no se limita a su aportación energética, sino que hay muchos más factores que irán aumentando en un futuro. Toda nuestra evolución por selección natural ha estado condicionada por optimizar al máximo los recursos alimenticios, pero las circunstancias han ido cambiando, y ahora, y más aún en el futuro, se vivirán los contrastes alimentarios más radicales: poblaciones sin acceso a alimentación y otras con excesiva disponibilidad, lo que produce y producirá un aumento de la obesidad hasta límites que se prevén problemáticos para la salud. La sociedad futura tiene la obligación de solucionar ambos problemas. Las poblaciones desnutridas requieren planes globales que faciliten los alimentos básicos para su subsistencia ligados a planes de salud. Por otro lado, las sociedades de la abundancia deben mirar hacia la nutrigenómica y la cocina como la oportunidad para tener dietas nutricionalmente personalizadas con los elementos organolépticos que hagan posible cambiar la tendencia del aumento de peso global del planeta. En este contexto, toda la sociedad se juega la buena salud alimentaria del futuro.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Castells P. La cocina del futuro. Barcelona. Editorial Tibidabo; 2016.
2. McGee H. La cocina y los alimentos. Barcelona: Random House Mondadori; 2007.
3. Barham P. The Science of Cooking. Heidelberg: Springer-Verlag; 2001.
4. Hervé T. Los secretos de los pucheros. París: Ed. Acrobacia; 2008.
5. Cassi D, Bocchia E. La ciencia y los fogones de la cocina molecular italiana. Gijón: Ediciones Trea; 2005.
6. Fundació Alcía; Bullitaller. Lèxic científic gastronòmic: les claus per entendre la cuina d'avui. Barcelona: Planeta; 2006.
7. Brillat-Savarin JA. Physiologie du goût, ou Méditations de gastronomie transcendante. París: Sautelot i Cie libraires; 1826.
8. Vega C, Ubbink J. Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? Trends in Food Science & Technology 2008;19:372-82.
9. Koppmann M. Manual de gastronomía molecular. Buenos Aires: Siglo XXI Editores; 2009.



# Nutrición Hospitalaria



## Ensayo sobre salud, nutrición y gastronomía *Essay on health, nutrition and gastronomy*

Ramón Perisé y Gema Serrano Ríos

*Restaurante Mugaritz. Rentería, Guipúzcoa*

### Resumen

Avances científicos, tecnológicos y médicos o nuevos modelos de organización social y política han sido el centro de las conjeturas de las temáticas de ciencia ficción, en las que la comida aparecía como un tema tangencial, pero siempre presente.

La mayoría de las experiencias trascendentales de nuestra vida activan el circuito del placer. En las sociedades occidentales, la elección de la comida ha dejado de ser una cuestión de supervivencia para convertirse en algo relacionado con el placer sensorial y, en ocasiones, con el placer intelectual. Actualmente existe una nebulosa de alimentos a los que se les añade, quita, sustituye, concentra o aumenta la biodisponibilidad de algunos componentes con el objetivo de diseñar un alimento funcional. También han aparecido los mal llamados "superalimentos".

¿Cómo abastecer de alimento a una población creciente con una disponibilidad del suelo menguante? La fuente de proteína para la alimentación es otro de los caballos de batalla para el futuro: cualquiera de ellas está directa o indirectamente relacionada con la explotación del suelo. La interacción entre ciencia, tecnología y cocina hace que nuevas técnicas de conservación, más allá de obtener productos seguros, permitan conocer la manera en que estas tecnologías modifican la textura de los alimentos y que puedan pensarse nuevas soluciones para los consumidores que añen calidad organoléptica y nutricional con innovación.

#### Palabras clave:

Alimentos.  
Necesidades  
nutricionales.  
Gastronomía. Placer.  
Seguridad.

### Abstract

Scientific, technological and medical research, or new models of social and political organization have been at the center of fiction themes, with food appearing as a tangential theme but always present.

Most of the transcendental experiences of life activate the circuit of pleasure. In Western societies food choice is not a matter of survival to become something related to sensorial pleasure and, sometimes, intellectual pleasure. Currently there is a nebula of food, functional foods, to which components are added, removed, replaced, concentrated or the bioavailability of some components is increased. Along those, the so-called "superfoods" have emerged.

How to supply food to a growing population with a dwindling soil availability? The source of food protein is another issue for the future; any of them is directly or indirectly related to land exploitation. The interaction between science, technology and cuisine makes new preservation techniques, beyond obtaining safe products, to get insight into the way in which these technologies modify the texture of food and that can be thought of in new solutions for consumers that combine organoleptic and nutritional quality with innovation.

#### Key words:

Food. Nutritional  
requirements.  
Gastronomy.  
Pleasure. Safety.

#### Correspondencia:

Ramón Perisé. Restaurante Mugaritz. Aldura Gunea  
Aldea, 20. 20100 Rentería, Guipúzcoa  
e-mail: [ramon@mugaritz.es](mailto:ramon@mugaritz.es)

## INTRODUCCIÓN

La ciencia ficción en libros, cómics y películas ha imaginado el futuro a través de utopías y distopías. El contacto de los escritores con los avances científicos de su época y la libre imaginación han hecho que, en muchas ocasiones, las especulaciones sobre un futuro improbable se hayan convertido en realidad años después. Avances científicos, tecnológicos y médicos, o nuevos modelos de organización social y política, han sido el centro de las conjeturas de las temáticas de ciencia ficción, en las que la comida aparecía como un tema tangencial, pero siempre presente, pues la fisiología humana parece no alterarse nunca o hacerlo muy poco, unida normalmente a implantes cibernéticos, por lo que se mantiene la necesidad de comer para nutrirse o con un fin hedónico, incluso en los futuros más remotos.

La ciencia ficción no puede predecir el futuro, solo la ciencia puede atisbar uno probable. Este artículo juega a reflexionar sobre el futuro de la alimentación observando con ojos críticos la comida y las maneras de comer que plantean algunas películas de ciencia ficción, enfrentándolas a los últimos avances científicos y tecnológicos observados con ojos no menos críticos.

Uno de los límites de la ficción es la urgencia de la inmediatez de la realidad: la desnutrición crónica presente en muchos países del mundo (1), vinculada a menudo a conflictos bélicos, el aumento de la obesidad (2), asociada a niveles socioeconómicos bajos en los países desarrollados, la disminución de la fertilidad del suelo, el cambio climático, la contaminación y el aumento de la población mundial. Estos problemas plantean un escenario futuro muy complejo, lejos de cualquier ficción, en el que la necesidad de soluciones reales es imprescindible.

## LO QUE EL CUERPO NECESITA

Determinadas secuencias (como las de la película *Matrix*, durante el primer desayuno de Neo en el mundo real a bordo del aerodeslizador *Nabucodonosor*) nos muestran un futuro con una comida puramente funcional en el que el componente hedónico, el placer de comer, simplemente no se contempla. No obstante, toda la tripulación de la nave *Nabucodonosor* desayuna junta, sentada en la misma mesa, preservando el acto social de la comida.

Actualmente existen propuestas, como Soylent (<https://www.soylent.com>), que bajo la premisa "la comida está hecha de químicos, puede descomponerse y reconstruirse y podemos hacerla mejor", propone un batido que "contiene una completa mezcla de todo lo que el cuerpo necesita para crecer". Los fabricantes de Soylent afirman que es más saludable, rápido y beneficioso para nuestro planeta que cualquier comida.

La mayoría de las experiencias trascendentales de nuestra vida activan el circuito del placer, que se define desde un punto de vista anatómico y bioquímico (3). Encontrar alimento ha sido hasta hace bien poco cuestión de vida o muerte, por lo que los circuitos del placer (y el displeacer) asociados a la comida forman parte esencial de nuestra relación con ella: el gusto por el dulce, fuente rápida de energía; el rechazo del amargo, indicador de tóxicos; la

ambivalencia del ácido, marcador de fermentación e inmadurez de la fruta; el umbral del salado, detector de minerales, y la avidez por el umami, fuente de proteínas, junto con el placer que nos proporcionan las comidas grasas y densas.

En las sociedades occidentales la elección de la comida ha dejado de ser una cuestión de supervivencia para convertirse en algo relacionado con el placer sensorial y, en ocasiones, con el placer intelectual (4).

El cuerpo humano no ha evolucionado a la misma velocidad que la cultura y la tecnología. Se habla de una suerte de desconexión entre nuestro cuerpo y sus funciones con el entorno urbano y la manera de vivir del hombre moderno, el conocido como *mismatch* (5): genética de la edad de piedra y nutrición de la era espacial.

Resulta paradójico que, en un mundo donde la búsqueda de la comida ha dejado de ser una prioridad vital, los sentidos no han cambiado y continúan activando los circuitos del placer, empujándonos a la misma comida que hace millones de años, con la misma voracidad, para prepararnos para un periodo de escasez que probablemente nunca llegará (6). Hemos empezado a relacionar la comida con el placer intelectual, en lo que quizá sea el primer paso hacia una evolución en el que el placer sensorial relacionado con la comida desaparecerá porque no lo necesitaremos para conseguirla.

Soylent se vende con varios sabores, por lo que no elimina totalmente la parte hedónica, pero es un alimento monotextura completo que aspira a sustituir a la comida, reportándonos el placer intelectual de saber que somos muy respetuosos con el planeta, que no perderemos tiempo comiendo y que lo hacemos de manera saludable. Tendremos todas las necesidades nutricionales cubiertas, pero ¿es todo lo que el cuerpo necesita? Un futuro en el que la parte del placer ha desaparecido de la nutrición y de la alimentación es un futuro en el que la gastronomía no existe.

## NUEVAS FUENTES DE NUTRIENTES

Distintas investigaciones confirman que la alimentación tiene un claro impacto en la salud, algo que, por otro lado, ya era bien conocido y practicado por Hipócrates de Cos hace más de 25 siglos. En los años setenta del siglo pasado se habló de la teoría de la transición epidemiológica (7) en las sociedades del mundo desarrollado: el estilo de vida y el aumento de la esperanza de vida modificaron las causas de enfermedad y mortalidad. En Japón, conscientes del envejecimiento de la población y del consecuente aumento de los costes sanitarios, los científicos que estudian la relación entre nutrición, satisfacción sensorial y fortificación como elementos para favorecer aspectos específicos de la salud desarrollaron el concepto de alimento funcional, los "alimentos suplementarios para la salud", que llevó a la creación en 1991 de los Food for Specified Health Use (FOSHU).

A finales de los noventa diversos estudios concluyeron que, si se pudiese demostrar la relación entre cierto compuesto y un beneficio para la salud, quizá sería necesario que los productores enriqueciesen el alimento con el compuesto funcional más allá del contenido natural que tuviese el alimento (8).

The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe (FUFOSE) (9) afirma que “un producto alimenticio puede ser considerado funcional si, junto con el impacto nutricional básico, tiene beneficios adicionales en una o más funciones del organismo humano, mejorando sus condiciones generales y físicas y/o disminuyendo el riesgo de la evolución de enfermedades. El monto de consumo y la forma del alimento funcional deben ser los normalmente esperados con propósitos dietéticos. Por lo tanto, no pueden estar en la forma de pastilla o cápsula, solamente en forma normal de alimento”.

Actualmente existe una nebulosa de alimentos a los que se les añade, se les quita, se les sustituye, se les concentra o se les aumenta la biodisponibilidad de algunos componentes con el objetivo de diseñar un alimento funcional. También han aparecido los mal llamados “superalimentos” (10), una mala interpretación de su funcionalidad, pero su éxito no hace más que subrayar el paso adelante de la sociedad respecto a la comprensión de la relación entre la causa y el efecto, la ingestión de un alimento y su efecto sobre la salud. Más aún, muestran la desconexión entre el alimento funcional (o supuestamente funcional) y su componente organoléptico sociocultural, y se aceptan algas (como la espirulina) o frutas andinas en polvo (como la maca), ajenas a una dieta mediterránea estándar.

Este cambio de mentalidad, unido a los avances en la tecnología de los alimentos y a la ingeniería genética, generará alimentos personalizados, en cuya composición se incluirán ingredientes que se obtendrán de nuevas fuentes y que sustituirán a otros no tan saludables o que permitirán la inclusión de compuestos beneficiosos. Para esta personalización se usarán herramientas como la lipidómica de membrana.

En un mundo donde la alimentación será personalizada y centrada en la funcionalidad, quizá existirán los restaurantes de comida funcional personalizada en los que el trabajo del cocinero será transformar la comida y los ingredientes funcionales en algo familiar.

## CULTIVAR EN UN PLANETA DONDE NO HAY ESPACIO

El aumento previsto de la población mundial (hasta los mil millones de personas en los próximos 12 años) (11), junto con el empobrecimiento del suelo por diversas causas (el cambio climático, la contaminación, la sobreexplotación, etc.), llevará a la reducción de la tierra cultivable per cápita a la mitad en 2020 (0,22 ha) respecto a 1960 (0,45 ha) (12). Se ha creado un círculo vicioso y romperlo es uno de los grandes desafíos de la humanidad. ¿Cómo abastecer de alimento a una población creciente con una disponibilidad de suelo menguante sabiendo que el 95% de los alimentos se producen directamente o indirectamente del suelo? (13).

Varias iniciativas se han puesto en marcha imaginando un planeta donde nada crece, como el proyecto del Massachusetts Institut of Technology (MIT) Open Agriculture Initiative (14), cuya misión es “crear sistemas alimentarios futuros más saludables,

más atractivos y más inventivos” con la filosofía de “crear un ecosistema de código abierto de tecnologías alimentarias que permitan y promuevan la transparencia, la experimentación en red, la educación y la producción hiperlocal”. Proponen una “máquina del clima”, una suerte de cultivo hidropónico tecnificado en el que pueden controlarse todas las variables, llegando incluso a estresar a las plantas para forzar la producción de determinadas sustancias.

La fuente de proteínas para la alimentación es otro de los caballos de batalla para el futuro, ya que cualquiera de ellas está directa o indirectamente relacionada con la explotación del suelo. Algunas de las propuestas para afrontar este problema son:

- El consumo de insectos (o entomofagia), propuesto por la FAO (15).
- Las proteínas vegetales. Hampton Creek (<https://www.eat-just.com/en-us>) es una empresa de tecnología alimentaria que asume que “las herramientas de nuestro sistema alimentario son limitadas” y que, bajo la filosofía de que “no se trata de limitaciones, sino de manera de pensar. El mundo no cree que sea posible tener una comida más sana y sostenible que a la vez sea accesible y deliciosa”, explora en el mundo vegetal la manera de formular sustitutos a productos con bases de proteína animal, como su ya emblemática mayonesa sin huevo Just Mayo. Ahora, esta misma empresa entra en la carrera para producir “carne limpia” con base vegetal (16).
- La carne sintética (17), propuesta por el Mark Post, es en la actualidad una tecnología en desarrollo muy cara (18), pero para la que augura un gran futuro, ya que ofrece una alternativa a la carne animal.

No hay que olvidar que todo lo biológicamente comestible no es culturalmente comible (19), y es precisamente la cultura de la comida que está por venir la que determinará qué es comible y qué no. Los restaurantes serán los centros que generarán esta cultura, popularizando las tendencias, bien sea comer verduras que no hayan visto el sol ni hayan conocido la tierra o bien comer insectos, carne vegetal o carne sintética.

Para los pescadores, la solución para el descarte de la pesca no es popularizar el consumo de descarte, sino no pescar descarte. Quizá la cultura del comer del futuro que necesita occidente y que solo reportará beneficios sea comer menos.

## RETOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La industria alimentaria nació para cumplir dos objetivos fundamentalmente: alargar la vida útil de los alimentos y hacerlos más seguros para poder abastecer de comida a más población. Actualmente, se ha sumado un nuevo objetivo: hacer la comida más “fácil” para el consumidor: que apenas tenga que cocinar para que no “pierda” tiempo, vendiendo la ilusión de un circuito que va del campo a la mesa en el que los platos preparados son la tendencia de consumo destacada (20).

La manera de vivir del mundo occidental ha moldeado la industria alimentaria, que se ha adaptado a las necesidades de los consumi-

dores. Para poder disponer de alimentos seguros en cualquier lugar y a cualquier hora del día, la investigación de la industria alimentaria ha buscado en las tecnologías más punteras. Pero ¿hasta qué punto somos conscientes de que disponer de cualquier producto a cualquier hora del día tiene una deuda con la salud?

Intentar conservar los alimentos ha sido una de las obsesiones del ser humano para poder disponer de ellos, primero en época de escasez y, después, fuera de temporada. Ahora la obsesión probablemente sea la seguridad alimentaria y la fecha de caducidad lo más consultado de las etiquetas (21). Desde las técnicas de conservación más básicas usadas durante gran parte de la historia de la humanidad, como el secado, la salazón, la fermentación o el ahumado, hasta la uperización, que marcó un punto de inflexión, y otras técnicas más novedosas, como la congelación Cell Alive System (CAS), las altas presiones hidrostáticas, los pulsos de luz o el plasma a presión para la desinfección alimentaria, la comida se ha transformado. Dicho de otro modo: los procesos de conservación la han dotado de unas características organolépticas que han calado en el imaginario colectivo popular.

Seguimos disfrutando del bacalao o las anchoas en salazón, del jamón curado, de la trucha y la cecina ahumadas, de los quesos, las aceitunas o el chucrut, aunque en el mundo occidental ya no necesitamos ninguno de estos métodos para conservar el pescado, la carne, la leche o los vegetales, ya que hemos creado una cultura de su sabor, su aroma y su textura.

Los centros tecnológicos dedicados a la alimentación conocen bien no solo lo que el consumidor busca, sino también que cada vez es más necesario invertir en I+D para mantener estas cualidades nutricionales y de salud de los alimentos. Tecnologías de conservación como las altas presiones tienen ventajas sobre otras de conservación, ya que permiten, entre otros aspectos, una menor degradación de algunos compuestos que otros procesos, como los térmicos. Esta tecnología de conservación, más allá de preservar ciertos compuestos, conserva mejor las cualidades organolépticas de los alimentos.

La interacción entre ciencia, tecnología y cocina hace que estas nuevas técnicas de conservación, más allá de obtener productos seguros, permitan conocer la manera en que estas tecnologías modifican la textura de los alimentos y que puedan pensarse nuevas soluciones para los consumidores que aúnen calidad organoléptica y nutricional con innovación. Las altas presiones, por ejemplo, pueden ser consideradas una manera diferente de cocinar empleada por la industria alimentaria para elaborar productos con unas texturas novedosas.

En un futuro en el que no existen las temporadas, en el que los productos son globales, la tierra es casi estéril y en el que nadie cocina, los restaurantes serán una rareza donde los cocineros serán unos artesanos en extinción, depositarios de una sabiduría popular y vinculados a la naturaleza, puesto que se habrá desarrollado una cultura y un gusto por los alimentos tratados con las tecnologías más modernas.

Quizá las personas del futuro ya no anhelarán la paella del domingo que sabe como la de la abuela, sino la paella del domingo que sabe como la hacía tal o cual industria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO statistical pocketbook and agriculture. Rome: FAO; 2015
2. WHO. Obesity and overweight [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
3. Linden JD. La brújula del placer: por qué los alimentos grasos, el orgasmo, el ejercicio, la marihuana, la generosidad, el alcohol, aprender y los juegos de azar nos sientan tan bien. Barcelona: Paidós Iberica; 2011.
4. Prescott J. Taste Matters. Why we like the foods we do. London: Reaktion Books; 2012.
5. Forencich F. Change Your Body, Change the World: Reflections on Health and the Human Predicament. Exuberant Animal; 2010.
6. Valenzuela BA. Biochemical Evolution of Nutrition: From the naked ape to the obese ape. *Rev Chil Nutr* 2007;34(4):282-90.
7. Omran AR. The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change. *Milbank Q* 2005;83(4):731-57.
8. Diplock AT, Charleux JL, Crozier-Willi G, Kok FJ, Rice-Evans C, Roberfroid M, et al. Functional food science and defence against reactive oxidative species. *Br J Nutr* 1998;80(Suppl. 1):S77-112.
9. ILSI. The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe (Fufose) [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://ils.eu/fufose>
10. Manera M. ¿Existen los superalimentos? Eroski Consumer. 13 de diciembre de 2012 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/alimentos\\_a\\_debate/2012/12/13/214626.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/alimentos_a_debate/2012/12/13/214626.php)
11. Organización de las Naciones Unidas. Población. 2017 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
12. Estado Mundial del Recurso Suelo: Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2016 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
13. 2015 año internacional de los suelos. Los suelos sanos son la base de una alimentación saludable. Organización de las Naciones Unidas 2015 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4405s.pdf>
14. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Open Agriculture Initiative [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.media.mit.edu/groups/open-agriculture-openag/overview>
15. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3264s/i3264s00.pdf>
16. Olega J. Por fin podrá comer carne de unicornio. ABC Tecnología-redes 2017 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: [http://www.abc.es/tecnologia/redes/abci-podras-comer-carne-unicornio-y-vendra-imprimida-201707042151\\_noticia.html](http://www.abc.es/tecnologia/redes/abci-podras-comer-carne-unicornio-y-vendra-imprimida-201707042151_noticia.html)
17. Post MJ. An alternative animal protein source: cultured beef. *Ann NY Acad Sci* 2014;1328:29-33. DOI:10.1111/nyas.12569
18. Barbieri A. Esta es la carne artificial que salvará el planeta y su receta. La Vanguardia 2016 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/natural/20160414/401101928741/carne-artificial-laboratorio-planeta.html>
19. Fischler C. L'omnivore. Paris: Odile Jacob; 1990.
20. Informe del consumo de alimentación en España 2016. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica 2017 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: [http://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informe\\_del\\_consumo\\_de\\_alimentos\\_en\\_espana\\_2016\\_webvf\\_tcm7-460602.pdf](http://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informe_del_consumo_de_alimentos_en_espana_2016_webvf_tcm7-460602.pdf)
21. Estudio Nutricional de Hábitos Alimentarios de la Población Española. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria 2015 [consultado 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/02BC4353.pdf>



# Nutrición Hospitalaria



## Educación para una gastronomía saludable: retos y oportunidades en la alimentación institucional

### *Healthy gastronomy education: challenges and opportunities in the institutional food service*

Teresa Valero Gaspar<sup>1</sup>, José Manuel Ávila Torres<sup>1</sup> y Gregorio Varela-Moreiras<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Española de la Nutrición. Madrid. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Boadilla del Monte, Madrid

## Resumen

**Introducción:** la población demanda una gastronomía saludable (un binomio entre gastronomía y nutrición), por lo que debe incluir los conocimientos de alimentación y la salud. Salud, educación y gastronomía se complementan entre sí. La alimentación institucional debe ser saludable y, a su vez, placentera.

**Objetivos:** recopilar actividades, recursos e intervenciones que se han llevado a cabo en diversos centros de alimentación institucional (comedores escolares, residencias y hospitales), donde se incluyen los conocimientos sobre gastronomía y alimentación saludable como método de enseñanza a diferentes niveles.

**Métodos:** se ha realizado una revisión de las acciones y/o materiales elaborados para educar en gastronomía saludable desde distintos ámbitos de la alimentación institucional. Además, se ha realizado una búsqueda de artículos científicos en las bases de datos PubMed, Dialnet y Google académico.

**Resultados:** los talleres del gusto son un material educativo complementario y muy útil para el profesorado de Educación Infantil y Primaria. Los menús de las instituciones geriátricas deben tener un buen aporte nutricional y una buena calidad organoléptica que estimule el bienestar y la socialización de los usuarios, ya que en la vejez se producen pérdidas sensoriales que afectan al placer de comer. El modelo alimentario en el hospital está adaptado principalmente a las necesidades de salud de los usuarios, y debe alcanzar una idoneidad gastronómica que produzca bienestar durante la estancia.

**Conclusiones:** la alimentación institucional plantea retos en la elaboración, la conservación, la calidad y el valor nutritivo de los alimentos, así como en la seguridad alimentaria y en sus implicaciones en la salud de las poblaciones, y, desde el punto de vista gastronómico, como rutina diaria en grupos de población vulnerables (escolares, personas hospitalizadas o adultos mayores).

### Palabras clave:

Gastronomía.  
Educación. Gusto.  
Escolar. Hospital.  
Geriatría.

## Abstract

**Introduction:** the population demands a healthy gastronomy (binomial Gastronomy and Nutrition), so it must include knowledge of food and health. Health, Education and Gastronomy complement each other. The institutional food service must be healthy and at the same time pleasant.

**Objectives:** collect activities, resources and interventions that have been carried out in various institutional food services (school lunches, nursing homes and hospitals) where knowledge about gastronomy and healthy eating has been included as a teaching method at different levels.

**Methods:** a review of the actions and/or materials developed to educate on healthy gastronomy from different areas of collective catering has been carried out, as well as the search for scientific articles in the *PubMed*, *Dialnet* and *Google academic* databases.

**Results:** the Taste Workshops are complementary and useful educational material for the teachers of Infant and Primary School Education. The menus of nursing home must have a good nutritional contribution and organoleptic quality that stimulates the well-being and socialization of the users, considering that in old age sensory losses affects the pleasure of eating. The alimentary model in the hospital is adapted mainly to the health needs of the users and must reach a gastronomic suitability that will produce well-being during the stay.

**Conclusions:** institutional food service poses challenges in food preparation and conservation, quality and food safety, nutritional value of food and its implications for the health of populations, and from the point of view of gastronomy, since it involves a daily routine in groups of vulnerable population such as schoolchildren, hospitalized people or the elderly.

### Key words:

Gastronomy.  
Education. Taste.  
Schoolchildren.  
Hospital. Geriatrics.

### Correspondencia:

Teresa Valero Gaspar. Fundación Española de la Nutrición. C/ General Álvarez de Castro, 20, 1.ª planta. 28010 Madrid  
e-mail: tvalero@fen.org.es

Valero Gaspar T, Ávila Torres JM, Varela-Moreiras G. Educación para una gastronomía saludable: retos y oportunidades en la alimentación institucional. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):56-60

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2127>

## INTRODUCCIÓN

La definición de “gastronomía” fue acuñada por el jurista francés Jean Anthelme Brillat-Savarin en su tratado *Fisiología del gusto* en el año 1825 (1). Según Brillat-Savarin, la gastronomía abarca un amplio ámbito, más allá de qué alimentos comemos y cómo lo hacemos (técnicas culinarias): también incluye cómo se consumen (con la mano, con cubiertos, con palillos...), dónde (sentados en una mesa, de pie, en el suelo...), cuándo y con qué frecuencia (número de veces al día que se come, tiempo de consumo), con quién se come (familia, reuniones sociales...) y hasta por qué (2).

La Real Academia Española define “gastronomía” como el “arte de preparar una buena comida”, “afición al buen comer” y “conjunto de los platos y usos culinarios propios de un determinado lugar” (3). Según la nueva definición incluida en la resolución del Parlamento Europeo sobre el Patrimonio Gastronómico Europeo: Aspectos Culturales y Educativos (4), podemos decir que incluye el conjunto de conocimientos, experiencias, artes y artesanías que permiten comer saludable y placenteramente. Además, la población cada vez demanda más una gastronomía saludable (binomio entre gastronomía y nutrición), por lo que también debe incluir los conocimientos relacionados con la alimentación y la salud: composición, propiedades nutricionales, dietéticas, sensoriales, biodisponibilidad de nutrientes, higiene de los alimentos y seguridad alimentaria (5).

Por otro lado, la educación constituye una herramienta muy útil para transmitir los conocimientos sobre alimentación, nutrición y, cómo no, gastronomía. La salud es lo que realmente importa y, para preservarla, la educación, junto con la comunicación, tienen mucho que decir (6). La gastronomía se ha convertido en una herramienta de educación nutricional que no debe desperdiciarse. Junto con la nutrición, van de la mano para promocionar la salud y prevenir enfermedades asociadas a una alimentación desequilibrada (7). Salud, educación y gastronomía son patas de una misma mesa; podría decirse que se complementan entre sí (6).

La restauración colectiva institucional abarca aquellos lugares (como centros de enseñanza, hospitales, centros de atención a personas mayores, establecimientos penitenciarios, etc.) en los que se llevan a cabo estrategias de intervención nutricional encaminadas a fomentar prácticas de alimentación saludable y a disminuir los riesgos de una ingesta inadecuada (8). Algunas de las personas que utilizan estos lugares son considerados como grupos vulnerables en el terreno nutricional (escolares, pacientes hospitalizados o adultos mayores) y requieren, al igual que el resto de la población, una alimentación saludable y placentera adaptada a sus circunstancias especiales.

El objetivo de la presente revisión consiste en recopilar distintas actividades y/o recursos elaborados por la Fundación Española de la Nutrición (FEN), además de intervenciones que se han llevado a cabo en diversos centros de alimentación institucional (comedores escolares, hospitales, residencias, etc.) en los que se han incluido los conocimientos sobre gastronomía y alimentación saludable como método de enseñanza.

## METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión de las acciones y/o materiales elaborados para educar en gastronomía saludable desde distintos ámbitos de la alimentación institucional, además de una búsqueda de artículos científicos relacionados. Se han consultado las bases de datos PubMed, Dialnet y Google académico en español e inglés. Se buscaron las siguientes palabras clave: gastronomía y nutrición, gastronomía saludable, alimentación institucional, alimentación institucional saludable, *healthy gastronomy*, *gastronomy promotion in hospitals*, *gastronomy promotion in schools*, *gastronomy promotion in nursing homes*.

## RESULTADOS

### GASTRONOMÍA SALUDABLE Y ENTORNO ESCOLAR

La alimentación del comedor escolar afecta a uno de los grupos más vulnerables de nuestra sociedad, ya que se encuentra en una etapa importante de crecimiento y desarrollo físico y mental: la población infantil. Por ello, los comedores escolares deben servir como lugares de aprendizaje continuo en alimentación, nutrición, gastronomía, comportamiento en la mesa, etc., necesarios para instaurar unos hábitos alimentarios correctos que se mantendrán a lo largo de toda la vida (9).

Dentro de las funciones del comedor, se encuentra la gastronómica. Los menús de los comedores escolares deben dar a conocer nuevos ingredientes y sabores a través de preparaciones culinarias sencillas, teniendo en cuenta en lo posible los gustos y las preferencias de los niños usuarios (8). Educar el gusto de los más pequeños elaborando recetas atractivas para ellos puede “despertar” el interés por probar y comer los alimentos menos aceptados, por ejemplo, realizando talleres de cocina en los centros.

En el año 2013, la Foundation for Science, Health and Education (Fundación SHE), en su Programa Sí! Salud Integral (10), del Dr. Valentín Fuster, llevó a cabo los talleres del gusto. El objetivo fue transmitir a los adultos (padres y abuelos) la importancia de enseñar a los niños a disfrutar de una alimentación saludable. Sobre todo, se trató de que los adultos se involucraran para que a los niños les gustara comer aquello que “deben comer”, especialmente de acuerdo con las recomendaciones del programa.

Con estos talleres de base, se diseñó una serie de vídeos (también con el nombre de Talleres del Gusto) para que el profesorado de Educación Infantil los utilizara como material educativo complementario (11), y que incluía una explicación teórica y la elaboración de varias recetas en colaboración con un chef, una dietista-nutricionista y una mascota (Tabla I).

Educar al alumnado de los centros escolares en alimentación, nutrición y gastronomía, motivándolos a adoptar unos hábitos de vida saludables a través del aprendizaje de la cocina, es uno de los aspectos planteados en el informe del Parlamento Europeo *Patrimonio gastronómico europeo: aspectos culturales y educati-*

Tabla I. Recetas de los vídeos Talleres del Gusto

| Número de vídeo | Tema                           | Recetas  |
|-----------------|--------------------------------|--|
| Vídeo 1         | ¿Cuántos sabores hay?          | Batido de zumo de naranja y miel.<br>Bocata de queso fresco y zanahorias.<br>Crema de guisantes con mango.<br>Compota de manzana con nata y galletas Digestive.<br>Pizza de tomate fresco con orégano, aceitunas negras y alcachofas |
| Vídeo 2         | ¿Cómo cocinamos los alimentos? | Recetas con huevo: hervido, escalfado, frito, tortilla.<br>Tomate: en ensalada, frito, empanado, microondas.<br>Pisto con huevo escalfado  |
| Vídeo 3         | La temperatura en la comida    | Crema de espárragos caliente.<br>Gazpacho andaluz.<br>Piña asada con sopa de coco  |
| Vídeo 4         | ¿Cuántos alimentos hay?        | Canelones de verduritas y atún.<br>Cuscús con verduritas y conejo estofado.<br>Huevo frito con arroz y tomate  |
| Vídeo 5         | El mundo de los nutrientes     | Migas exprés con avíos de matanza.<br>Merluza rebozada con patatas a la gallega.<br>Ensalada de patata   |
| Vídeo 6         | Comer con cultura              | Arroz thai tres delicias.<br>Crema de coliflor con huevo y trufa.<br>Butifarra fresca con puré de patatas a la canela  |
| Vídeo 7         | ¡A moverse todo el mundo!      | Macarrones al pesto.<br>Zumo de piña, naranja y plátano.<br>Bocadillo de pollo pekinés   |
| Vídeo 8         | No te olvides de las bebidas   | Gazpacho de melón.<br>Boquerones a la soja.<br>Bocadillo de cereales, queso de barra y membrillo   |
| Vídeo 9         | ¿Por qué no lo puedo comer?    | Flan de leche de soja.<br>Frutillas con caldo de hierbabuena.<br>Natillas de harina de maíz exprés   |

vos (4), a partir del cual, y gracias a la labor de la FEN y de la Real Academia de Gastronomía (RAG), se ha logrado concienciar a las Administraciones y sus responsables de la necesidad de incluir estos conocimientos y experiencias en el sistema educativo.

Con la iniciativa de ambas instituciones, y en colaboración con el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD), a través del Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE), y con el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (MSSSI) y la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan), se creó en el año 2016 el Programa de Alimentación, Nutrición y Gastronomía para Escolares de Educación Infantil-PANGEl (12), entre cuyos objetivos se encuentran: educar al alumnado de los centros escolares en alimentación, nutrición y gastronomía, motivándolos a adoptar unos hábitos de vida saludables; transmitir la importancia de una alimentación variada, equilibrada, satisfactoria, saludable y, en lo posible, de acuerdo con los principios de la dieta y estilos de vida mediterráneos; crear en ellos la motivación por comer bien, disfrutar con la comida y enseñarles a pasarlo bien comiendo, conociendo y preparando los alimentos. El material está compuesto por diez unidades didácticas

que incluyen apartados como: “Hay que saber”, “¡Vamos a contar un cuento!”, “Tú me cuentas... y cantamos”, “Pinto, pinto”, “Somos cocinillas”, “¡Aprende con Nutriñeco!” y “En mi casa pruebo...”.

En el mismo año 2016 se elaboraron los *Contenidos transversales y complementarios a los Programas de Alimentación, Nutrición y Gastronomía de Educación Infantil y Primaria* (13), que refuerzan los objetivos comunes perseguidos en ambas etapas educativas, presentando un nuevo enfoque: la relación directa del escolar con lo que come y la actividad física que realiza. El material está compuesto por cuatro unidades didácticas que incluyen apartados como: “Hay que saber”, “¡Leemos un cómic!”, “Tú me cuentas... y adivinamos”, “Pinto, pinto”, “Somos cocinillas”, “¡Aprende con Nutriñeco y Martín!” y “En mi casa pruebo...”.

En Educación Secundaria Obligatoria, desde la Fundación Alicia llevan a cabo el Programa Tú y Alicia por la Salud (TAS) (14), cuyo objetivo es mejorar los hábitos alimentarios y de actividad física de los adolescentes españoles a través de diferentes actividades teóricas, de trabajo y prácticas, tanto en la escuela como fuera de ella. El programa incluye la cocina como herramienta básica para mejorar la alimentación, fomenta la práctica de actividad física a

través del ocio activo y enseña a los alumnos a encontrar el equilibrio entre lo que comen y la actividad física que hacen para poder tener un estilo de vida saludable. Los últimos datos publicados por Roura y cols. (15) muestran una imagen actualizada de los hábitos alimentarios y de la actividad física de los adolescentes españoles antes de iniciarse el programa. Uno de cada cinco participantes presentaba sobrepeso u obesidad e ingería frutas y bebidas por debajo de las recomendaciones, mientras que el consumo de carne, bollería y fritos era excesivo. Además, los adolescentes que tenían un peor índice de masa corporal eran los que presentaban peores hábitos alimentarios y de actividad física.

En Europa, la Fundación Británica de Nutrición (BNF), a través de su web Food a Fact of Life, ofrece recursos para alumnos de 11 a 16 años con contenidos teóricos y recetas para elaborar con sus profesores. Con los materiales del curso Food Life Skills, los alumnos tienen la oportunidad de adquirir habilidades con el manejo de alimentos, aprender sobre higiene y seguridad alimentaria, gastronomía saludable y otras aplicaciones prácticas.

## GASTRONOMÍA SALUDABLE Y ENTORNO GERIÁTRICO

El colectivo de adultos mayores es un grupo muy heterogéneo, al igual que sus necesidades nutricionales. Diversos estudios muestran un alto porcentaje de riesgo de desnutrición o desnutrición en los adultos mayores, más prevalente en los institucionalizados (16-19). Su amplia variabilidad interpersonal hace necesaria la prescripción de pautas individualizadas que tengan en cuenta su salud, la patología subyacente, circunstancias personales de absorción y metabolismo, el consumo de medicamentos, el consumo de alcohol, las características socioculturales, el grado de autonomía, los cambios en la actividad física y los hábitos de consumo alimentario (20,21).

En las instituciones geriátricas, la oferta de menús es un servicio muy importante para los usuarios: la comida y las actividades lúdicas son momentos vitales de gran impacto en la calidad de vida del anciano. Los menús deben tener un buen aporte y densidad nutricional y calidad organoléptica que estimule el bienestar y la socialización de los usuarios. Por ello, es de vital importancia contar con una unidad de Nutrición y Dietética que se encargue de la planificación, composición, elaboración y supervisión de los menús ofertados y que diseñe un manual de dietas adaptado a la población residente, además de evaluar la calidad percibida por los usuarios del servicio a nivel gastronómico y nutricional (8). Y es que comer es un acto social y, por tanto, debe desarrollarse en un ambiente agradable para que sea placentero para el anciano. Como decía Jean Anthelme Brillat-Savarin en su publicación sobre *Fisiología del gusto*: "El placer de la mesa es propio de cualquier edad, clase, nación y época. Puede combinarse con todos los demás placeres y subsiste hasta el final para consolarnos de la pérdida de los otros" (22).

Como en esta etapa fisiológica las pérdidas sensoriales modifican la elección de los alimentos y se produce una pérdida en el placer de comer (por ejemplo, la percepción del sabor se ve reducida y cambia también la percepción de los sabores bási-

cos), este puede reforzarse aumentando la ingesta de minerales como el zinc, el cromo y el yodo, que aumentan la sensibilidad de los receptores gustativos, o añadiendo a las comidas hierbas aromáticas, además de realizar presentaciones vistosas y texturas que puedan ser consumidas por todos los residentes (alimentos blandos, triturados, purés, cremas...), sin olvidarnos de un adecuado grado de hidratación (8,22).

## GASTRONOMÍA SALUDABLE Y ENTORNO HOSPITALARIO

La desnutrición hospitalaria en España todavía alcanza cifras muy altas, como las encontradas en el estudio PREDyCES (23%) (23), a pesar de que, indudablemente, en general los centros hospitalarios han experimentado cambios sustanciales en los últimos años, en especial debidos a la progresiva profesionalidad, al establecimiento de estándares de calidad y a la planificación de dieta a nivel individual (8), aunque deba avanzarse de manera urgente en la incorporación de los profesionales de Nutrición y Dietética a este ámbito. La alimentación en el entorno hospitalario se considera una herramienta de mejora en el proceso de curación de los enfermos y, por lo tanto, en la reducción de su estancia hospitalaria (24).

Los menús ofertados en hospitales deben seguir las pautas de la alimentación saludable, teniendo en cuenta el grupo de población al que van dirigidos. La alimentación de los pacientes tiene unas peculiaridades muy especiales debido a sus situaciones fisiopatológicas diferentes y a su estado de ánimo debido a su salud (8). Por ello, es necesario el diseño de un código de dietas (conjunto de dietas disponibles en un centro hospitalario), herramienta fundamental que detalla la composición nutricional, las características más importantes de la dieta, sus indicaciones y las posibles deficiencias (24).

La Unidad de Nutrición y Dietética del hospital deberá satisfacer al máximo a los usuarios de los centros, cubriendo sus necesidades nutricionales en todas las variantes del menú basal y consiguiendo un grado de idoneidad gastronómica, proporcionándoles un bienestar culinario en su estancia. El modelo alimentario en el hospital está adaptado principalmente a las necesidades de salud de los usuarios, pero también debe tener en cuenta aspectos como su presentación, temperaturas, texturas y demás aspectos organolépticos (8). Además, las dietas servidas en el hospital pueden utilizarse como base para educar a los pacientes y a sus familias en unos hábitos alimentarios saludables que los acompañarán después del alta. Las recomendaciones al alta (25) son un material educativo diseñado para realizar correctamente el tratamiento dietético-nutricional de cada patología, que tienen que tener en cuenta tantos los aspectos gastronómicos como los nutricionales.

## CONCLUSIONES

Todas las personas deben disponer de una alimentación de calidad, en la que la gastronomía está llamada a jugar un papel fundamental (26). Para ello, y empezando desde los más peque-

ños, es necesario incorporar los conocimientos sobre alimentación, nutrición y gastronomía en el currículo escolar, como se destaca en el *Informe sobre el patrimonio gastronómico europeo: aspectos culturales y educativos* (4), además de considerar el comedor escolar como un espacio de aprendizaje donde desarrollar y reforzar unos hábitos alimentarios saludables, gracias a los conocimientos adquiridos en el aula y fuera de ella (27).

Puede y debe aprovecharse el impacto social que tiene actualmente la gastronomía española, con el eco mediático de los programas y concursos de cocina, para hacer de ella y de la cocina ámbitos de estudio y formación transversales a todas las áreas del conocimiento, con especial impacto en la población infantil (28).

Los menús en las instituciones geriátricas deben tener un buen aporte nutricional y una buena calidad organoléptica que estimule el bienestar y la socialización de los usuarios, ya que los adultos mayores se encuentran en una etapa fisiológica en la que las pérdidas sensoriales modifican la elección de los alimentos y se produce una pérdida del placer de comer (8).

El modelo alimentario en el hospital debe tener en cuenta las pautas de una alimentación saludable adaptada a las diferentes patologías, además de considerar la presentación, temperaturas, texturas y demás factores organolépticos (8). Los menús servirán de base para educar a los pacientes en unos hábitos alimentarios que les acompañarán al alta en casa.

La alimentación institucional plantea retos en la elaboración y conservación de alimentos, calidad y seguridad alimentaria, valor nutritivo de los alimentos y sus implicaciones en la salud de las poblaciones, y desde el punto de vista gastronómico, ya que supone una rutina diaria en grupos de población vulnerables como son los escolares, las personas hospitalizadas o los adultos mayores, entre otros (20,29,30).

## BIBLIOGRAFÍA

- Jean-Anthelme B. *Physiologie du goût*. París: Flammarion; 1826.
- Zahari MSM, Jalis MH, Zulfiy MI, Radzi SM, Othman Z. Gastronomy: an opportunity for Malaysian culinary educators. *International Education Studies* 2009;2(2):66.
- Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*; 2017. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=lzvvHNh>
- Parlamento Europeo. Resolución del Parlamento Europeo, de 12 de marzo de 2014, sobre el patrimonio gastronómico europeo: aspectos culturales y educativos; 2014.
- Varela Moreiras G, Ansón Oliart R, Martínez de Victoria Muñoz E. Nutrición, cocina y gastronomía. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición*. Tomo IV. Nutrición humana en el estado de salud. 3.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017. p. 619-31.
- Ansón R, Varela Moreiras G. *Gastronomía saludable*. 1.ª ed. León: Editorial Evergráficas; 2007.
- Beltrán de Miguel B, Solano Pérez L, Cuadrado Vives C. Nutrición culinaria: ingrediente indispensable en la promoción de la salud. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2017;21:22-3.
- Aranceta Bartrina J, Lladó Jordán G, Pérez Rodrigo C. Nutrición Comunitaria. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición*. Tomo IV. Nutrición humana en el estado de salud. 3.ª ed. Madrid: Editorial Panamericana; 2017. p. 497-516.
- Valero Gaspar T, Del Pozo de la Calle S, Ruiz Moreno E, Ávila Torres OM, Varela-Moreiras G, Cuadrado Vives C. Programa de comedores escolares de la Comunidad de Madrid (2001-2015): diseño, protocolo, metodología y actualización. *Nutr Hosp* 2016;33(6):1291-98.
- Foundation for Science, Health and Education. *SilPrograma de Salud Integral*. [consultado 1 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.programasi.org/es/>
- Valero Gaspar T, Rodríguez Alonso P, Ruiz Moreno E, Del Pozo de la Calle S, Ávila Torres JM, Varela Moreiras G. A new educational tool to learn about hydration: taste workshops for children. *Nutr Hosp* 2016;33(Supl. 3):67-70.
- Achón y Tuñón M, Alonso Aperte E, Ansón Oliart R, Ávila Torres J, Beltrán de Miguel B, Cuadrado Vives C, et al. Programa de Alimentación, Nutrición y Gastronomía para Educación Infantil. *El gusto es mío*. 1.ª ed. Madrid: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones; 2016.
- Ansón Oliart R, Ávila Torres J, Cuadrado Vives C, Dal Re Saavedra M, Del Pozo de la Calle S, Gordo Santos A, et al. Contenidos transversales y complementarios a los Programas de Alimentación, Nutrición y Gastronomía de Educación Infantil y Primaria. *El gusto es mío*. 1.ª ed. Madrid: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones; 2016.
- Programa TAS Tú y Alicia por la salud. Fundación Alicia [consultado 1 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://programatas.com>
- Roura E, Mila-Villaruel R, Lucía Pareja S, Adot Caballero A. Assessment of Eating Habits and Physical Activity among Spanish Adolescents. The "Cooking and Active Leisure" TAS Program. *PLoS One* 2016;11(7):e0159962.
- Méndez Estévez E, Romero Pita J, Fernández Domínguez M, Troitiño Álvarez P, García Dopazo S, Jardón Blanco M, et al. ¿Tienen nuestros ancianos un adecuado estado nutricional?: ¿influye su institucionalización? *Nutr Hosp* 2013;28(3):903-13.
- Montejano Lozoya R, Diego F, Rosa M, Clemente Marín G, Martínez-Alzamora N. Estudio del riesgo nutricional en adultos mayores autónomos no institucionalizados. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1438-46.
- Vaca Bermejo R, Ancizu García I, Moya Galera D, de las Heras Rodríguez M, Torramadé JP. Prevalencia de desnutrición en personas mayores institucionalizadas en España: un análisis multicéntrico nacional. *Nutr Hosp* 2015;31(3).
- Villaruel RM, Formiga F, Alert PD, Sangra RA. Prevalencia de malnutrición en la población anciana española: una revisión sistemática. *Medicina Clínica* 2012;139(11):502-8.
- Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez Cuétara. *Universidad CEU San Pablo. Alimentación institucional y de ocio en el siglo XXI: entorno hospitalario/gastronomía y ocio*. 1.ª ed. Madrid: International Marketing & Communication; 2012.
- Instituto Tomás Pascual Sanz, Universidad CEU San Pablo. *Retos de la nutrición en el siglo XXI ante el envejecimiento poblacional*. 1.ª ed. Madrid: IM&C; 2009.
- Ruiz López M, Artacho Martín-Lagos R, Quiles Morales J. Nutrición del adulto mayor. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición*. Tomo IV. Nutrición humana en el estado de salud. 3.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017. pp. 433-63.
- García de Lorenzo A, Álvarez Hernández J, Planas M, Burgos R, Araujo K. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain. *Nutr Hosp* 2011;26(4).
- Calleja Fernández A, Vidal Casariego A, Cano Rodríguez I, Ballesteros Pomar MD. Adecuación del código de dietas a las necesidades nutricionales del paciente hospitalizado. *Nutr Hosp* 2016;33(1):80-5.
- Servicio Madrileño de Salud. *Recomendaciones dietético-nutricionales del servicio madrileño de salud*. 1.ª ed. Madrid: Consejería de Sanidad; 2013.
- Bernabéu-Mestre J, Sánchez MEG, Trencastro-López EM. La gastronomía ante los retos epidemiológico-nutricionales del siglo XXI. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2017;21(3):209-12.
- Valero Gaspar T. Programa de Comedores Escolares de la Comunidad de Madrid: Evolución de la normativa y evaluación dietética del menú escolar (2007-2014). Madrid: Universidad CEU San Pablo; 2017.
- García González A, Alonso Aperte E. Enseñanza superior: la necesidad de un nuevo enfoque multidisciplinar. En: Rivero Urgell M, Moreno Aznar L, Varela-Moreiras G, Moreno Villares J, Aliaga Pérez A, García Perea A, et al., editors. *Libro Blanco de la Nutrición Infantil en España*. 1.ª ed. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza; 2016. pp. 393-400.
- Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez Cuétara. *Universidad CEU San Pablo. Alimentación Institucional y de ocio en el siglo XXI: entorno escolar*. 1.ª ed. Madrid: International Marketing & Communication; 2012.
- Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez Cuétara. *Universidad CEU San Pablo. Alimentación institucional y de ocio en el siglo XXI: entorno geriátrico*. 1.ª ed. Madrid: International Marketing & Communication; 2012.



# Nutrición Hospitalaria



## ¿Conocemos lo que comemos? Una perspectiva nutricional *Do we know what we eat? A nutrition perspective*

Emilio Martínez de Victoria Muñoz

*Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Universidad de Granada. Centro de Investigación Biomédica. Armilla, Granada*

### Resumen

Se sabe que existe una clara relación entre los hábitos alimentarios y la salud. Los hábitos alimentarios de la población han ido evolucionando debido a distintos factores (laborales, sociales, etc.). Es importante saber lo que comemos cuando compramos en el supermercado, cuando elegimos un menú o un plato en un restaurante o qué técnicas culinarias utilizamos.

Hoy en día, en los supermercados hay una oferta muy elevada de productos alimentarios procesados con numerosos ingredientes. En el etiquetado nos informan de los ingredientes que contienen y del contenido en nutrientes claves, como sal, azúcares añadidos, grasa total y saturada y colesterol. La utilidad de esta información para elegir el alimento adecuado depende de si el consumidor la lee y si tiene una educación básica en los principales conceptos de alimentación y nutrición. En general, el valor nutricional de un determinado alimento no es el criterio prioritario en su elección, antes están el precio, la disponibilidad o las propiedades sensoriales (sabor) de ese producto.

En el restaurante, las nuevas técnicas culinarias y el uso de adyuvantes tecnológicos no hacen fácil conocer qué estamos comiendo y qué contenido en nutrientes tienen los alimentos. Sabemos que las técnicas culinarias pueden modificar el valor nutricional de un plato debido a la pérdida de nutrientes o a los cambios en peso por ganancia o pérdida de agua o grasa. También es importante conocer cuánto comemos. El aumento en el tamaño de las raciones ofertadas de distintos alimentos en los últimos cuarenta años y la pérdida de referencia de las raciones recomendadas en las guías dietéticas basadas en alimentos pueden llevar a ingestas elevadas de energía y algunos nutrientes que tienen un efecto negativo para la salud.

### Abstract

It is known the existence of a clear relationship between dietary habits and health. People's dietary habits have been evolving due to different factors (labor, social, etc.). It is important to know what we eat when we buy at supermarkets, when we choose a menu or a course or which culinary techniques we use.

Nowadays, there is a wide offer of processed food products at supermarkets which numerous ingredients. The food label informs us about the ingredients and part of the food composition as salt, added sugars, total fat, saturated and cholesterol. The usefulness of this information in order to choose the right food depends on the consumer to have an education on the main concepts of food and nutrition and to read them. In general, nutritional value of a specific food product is not one of the main criteria on its election, being the price, availability and sensory properties (flavor) of the product the main ones.

At restaurants, the new culinary techniques and the use of processing aids don't make knowing what we are eating and which is its nutrient content easy. We know that culinary techniques can alter the nutritional composition of a recipe due to nutrient loss or the gain or loss of fats and/or water. It is also important to know how much we eat. The increase of the size of the available portions in the last 40 years and the absence of recommended portions in the food-based dietary guidelines could provoke high energy and other nutrients intakes that could have a negative effect on health.

#### Palabras clave:

Hábitos alimentarios. Selección de alimentos. Composición de alimentos. Etiquetado nutricional. Tamaño de raciones.

#### Key words:

Food habits. Food choices. Food composition. Nutrition label. Serving size.

#### Correspondencia:

Emilio Martínez de Victoria Muñoz. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Universidad de Granada. Centro de Investigación Biomédica. Parque Tecnológico de la Salud. Avenida del Conocimiento, s/n. 18016 Armilla, Granada  
e-mail: emiliom@ugr.es

Martínez de Victoria Muñoz E. ¿Conocemos lo que comemos? Una perspectiva nutricional. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):61-65

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2128>

## INTRODUCCIÓN

Es evidente, y cada día tiene una mayor base científica, que los estilos de vida, y, entre ellos, los patrones de alimentación (es decir, nuestra dieta), tienen una influencia clave en el mantenimiento de la salud y en la prevención de la enfermedad (1-3). También es cierto que la comunidad científica, las instituciones públicas que establecen las políticas alimentarias y de salud de la población y la propia industria alimentaria han intentado mediante mensajes publicitarios y programas de márketing nutricional y educación alimentaria que la población realice elecciones correctas y saludables de los alimentos que forman parte de su dieta. El mensaje incluye declaraciones como “maneja tu colesterol”, “es bueno para bajar peso”, etc.

Los hábitos alimentarios de la sociedad actual (al menos en los países de nuestro entorno) han ido evolucionando en la primera década de este siglo. La estructura social y familiar, el tamaño de las ciudades y los horarios laborales y académicos han propiciado que, especialmente, el desayuno y la comida se realicen fuera de los hogares, en restaurantes o comedores. Asimismo, los hábitos de compra de alimentos han cambiado. La compra principal, en general, se realiza semanalmente en grandes superficies aprovechando los fines de semana y solo algunos alimentos (como el pan) suelen comprarse en tiendas de cercanías a diario. Además, el tiempo y las ganas disponibles para cocinar han ido disminuyendo cuando, al final de la jornada laboral, volvemos a casa. Todo ello hace que la alimentación haya cambiado su estructura y contenido en la sociedad actual. Además, esta “urgencia vital” no nos permite reflexionar sobre los alimentos que adquirimos para el consumo. Nuestras pistas son la marca, el envase atractivo o conveniente, el estado fisiológico de más o menos hambre, el estado de ánimo, etc.

## ¿SABEMOS LO QUE COMEMOS?

Estos condicionantes antes mencionados nos llevan a seleccionar, dentro de la amplia gama que aparece en los lineales de un súper o un hipermercado, alimentos más o menos procesados, listos para cocinar (si tenemos tiempo) o listos para comer, de los que apenas sabemos nada sobre su valor nutricional, ya que desconocemos sus ingredientes y las técnicas de procesado que han sufrido: qué tipo de grasa o grasas se han utilizado, qué cantidad de sal contienen, si tienen o no azúcares añadidos, si se han utilizado coadyuvantes tecnológicos para mejorar la textura o el color, como gomas, colorantes alimentarios, almidones, metilcelulosa, etc. Si exceptuamos los alimentos no envasados o no procesados (verduras, frutas, pescados y carnes frescas y huevos), nuestros criterios para valorar el valor nutricional de nuestra dieta son casi inexistentes. Solo nos guía, en el día a día, la facilidad de “uso” o abuso, las propiedades orosensoriales, o mejor, nuestra respuesta a esas propiedades, la palatabilidad y los reclamos publicitarios, tanto nutricionales como de salud, que en la mayoría de los casos no han sido demostrados por la evidencia científica, pero que nos hacen sentir bien y considerar nuestra

dieta como muy saludable. Elegimos alimentos con vitaminas o minerales añadidos, aunque tengan una grasa poco saludable y exceso de sal o azúcar, alimentos bajos en calorías, en grasa, sin tener en cuenta los demás nutrientes y su calidad, alimentos con antioxidantes, etc.

Cuando se hace una elección para el consumo, a los alimentos se les asigna una etiqueta como saludables o no, altos o bajos en calorías, ricos en nutrientes o no, antioxidantes, etc. Estos juicios están basados en la información que da el etiquetado nutricional cuando los conocimientos previos en nutrición no son suficientes para poder llegar a ellos. Existen también estudios que informan acerca de cómo se estima el contenido calórico de un alimento o su carácter saludable o no dependiendo del peso corporal del consumidor (4). También el nivel socioeconómico cambia la percepción de si un alimento es más saludable que otro. Así, los alimentos ultraprocesados son percibidos como más saludables por los consumidores con menor nivel socioeconómico frente a los menos procesados, que obtienen este atributo de salud por las clases de mayor poder adquisitivo (5).

Esto no solo ocurre en el supermercado o en el hipermercado, también cuando comemos fuera de casa, en un restaurante o en un comedor. Cuando nos sentamos a la mesa, en ocasiones, nos es difícil reconocer los alimentos y, en general, los ingredientes (especies, adyuvantes tecnológicos, etc.) que incluye la receta. Este hecho es más frecuente cuando visitamos un restaurante de alta cocina con distinciones gastronómicas (estrellas, soles, etc.). En este caso, asistimos a un espectáculo y nos dejamos guiar por los sentidos, la percepción sensorial, el sabor. No pensamos en su valor nutricional, en ese momento no interesa. Asistimos a un espectáculo y nos sumergimos en él sin segundas intenciones. Esto es la excepción más que la regla.

Sin embargo, también los grandes chefs que no solo nos fascinan con su espectáculo gastronómico sino que, además, crean tendencias en la cocina de cada día (en los productos preparados para comer de los supermercados), deben pensar que el alimento que se sirve es algo más que sabor o un momento hedónico, es necesario para nuestra salud y para nuestra calidad de vida, y deben pensar en ello cuando elaboran un plato.

El chef Andoni Luis Aduriz, del restaurante Mugaritz, uno de los mejores del mundo, ha empezado a integrar en su cocina sabor y salud. En un trabajo reciente con el centro de investigación AZTI (6), han analizado los menús ofrecidos en su restaurante en función de los perfiles nutricionales y las declaraciones nutricionales y de salud que la European Food Safety Authority (EFSA) ha establecido. Además, han hecho propuestas para la sustitución de ingredientes de los platos por otros que mejoren su perfil nutricional sin afectar a sus aspectos orosensoriales.

Por el contrario, en nuestros menús más cotidianos en casa o en comedores (en empresas, escuelas, hospitales, etc.), el reconocimiento de los componentes del plato a ingerir es, en la mayoría de los casos, fácil (pescado, carne, verduras, etc.). No obstante, siempre nos queda mirar el menú y conocer los ingredientes que contiene cada plato. De hecho, en muchos locales de alta restauración los nombres de los platos abarcan varios renglones. Pongamos un ejemplo: “Milhojas de aguacate con sar-

dinas marinadas, cebolla roja y brotes tiernos”. Este plato contiene moluscos, patata, frutas y especias diversas con otros componentes que ayudan a conseguir la textura deseada por el chef. En otros casos, en la carta y en el plato aparece una composición fácilmente reconocible como “verduras a la plancha” (Fig. 1).

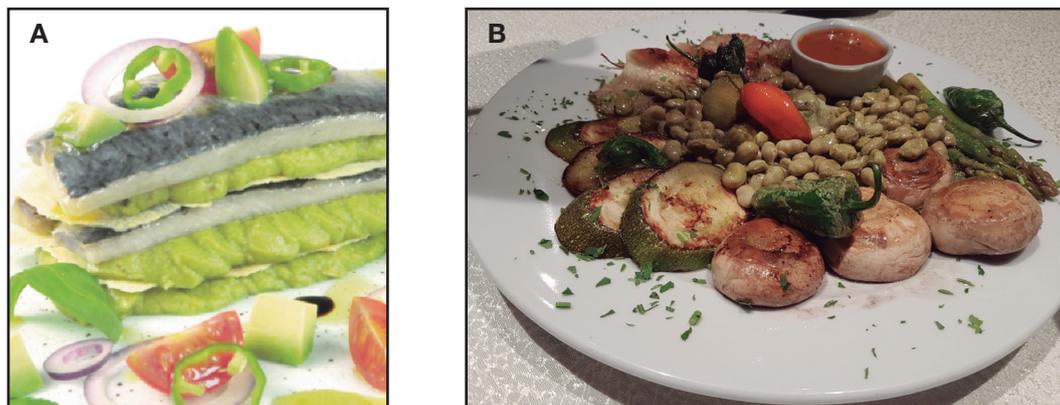
Esta situación es trasladable a la hora de la compra, cuando nos enfrentamos a miles de referencias diferentes en una gran superficie (hipermercado, supermercado). En este caso nos encontramos gran cantidad de alimentos procesados de cuarta gama (listos para cocinar) o quinta gama (listos para comer), que incluyen ingredientes que no podemos conocer si no recurrimos al etiquetado del alimento que nos lista todos ellos, por orden de cantidad, incluidos los aditivos alimentarios y coadyuvantes tecnológicos. Aun así, en muchos casos la lectura del etiquetado puede ser complicada, ya que, por ejemplo, el aceite de palma (un ingrediente que recientemente ha acaparado mucha atención mediática) puede aparecer en el etiquetado con diferentes nombres: estearina de palma, palmitato, *Elaeis guineensis*, etc.

En este contexto, y suponiendo que nos paremos a leer de forma crítica la etiqueta del alimento que ponemos en nuestro carrito de la compra, para un consumidor medio es difícil tener una opinión clara de la composición nutricional de un determinado producto alimentario que le permita seleccionarlo o no como parte de su dieta. También debemos tener en cuenta que, en muchas ocasiones, los fabricantes de determinado producto alimentario, por diferentes razones, cambian la receta y modifican el contenido de distintos ingredientes en el producto final. Esto ocurre, por ejemplo, con el contenido en azúcares añadidos. De hecho, el United States Department of Agriculture (USDA) retiró en 2012 de su página web la base de datos de azúcares añadidos debido, según recogen en ella (<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/usda-database-for-the-added-sugars-content-of-selected-foods-release-1/>), a los constantes cambios en la formulación de alimentos multiingredientes, que son los que mayoritariamente contribuyen al consumo de azúcares en la dieta.

Otro hecho se relaciona con nuestras experiencias gastronómicas y su traslado a la dieta habitual utilizando platos preparados similares a los probados en locales de alta cocina, como antes mencionamos. En estos casos, nos encontramos que una misma receta (por ejemplo, fideuá de marisco) comprada en un supermercado y lista para calentar en microondas es marcadamente diferente a la receta que un cocinero hace en su local. Tienen ingredientes comunes (fideos, verduras y distintos pescados y mariscos), pero la versión lista para comer contiene elementos que no aparecen en la primera (goma guar, maltodextrina de maíz, azúcar, extracto de malta, no se especifica el tipo de pescado, etc.).

Por último, no debemos olvidar los fraudes alimentarios que, aunque no afectan a la salud, nos ofrecen alimentos e ingredientes que no deberían estar presentes en determinados alimentos (7). Como ejemplo reciente de importante calado social, tenemos la presencia de carne de caballo en hamburguesas comercializadas como de vacuno.

Entrando en el capítulo de la cocina en casa, cuando se cocinan los alimentos que se compran no somos conscientes de que los procesos culinarios afectan a sus propiedades sensoriales. Así, el cocinado de una carne la hace más tierna; si le añadimos aceite, se realza su sabor, igual que si añadimos sal y otras especias (salpimentar). Pero también las técnicas culinarias, al igual que el procesado industrial de los alimentos que se compran y se consumen, afectan a su valor nutricional tanto cuantitativa como cualitativa. Cuando se asa un pollo, su carne pierde en el proceso agua y grasa que se vierte en el caldo que se recoge en el recipiente de cocinado. También el hervido de la pasta hace que aumente su peso al incorporar el agua del hervido. Estos procesos determinan el denominado rendimiento en peso del alimento, que es una parte importante para determinar la composición nutricional de una receta, ya que modifica su peso final sobre el que calcular su contenido en nutrientes. Además, cuando se aplica una técnica culinaria como hervido, fritura, horneado, asado, etc., el calor y el medio para aplicarlo afectan al contenido en nutrientes



**Figura 1.**

Dos platos con nombres e ingredientes cuyo reconocimiento es fácil (o no). El plato de aguacate (A) es del Chef Javier Hernández, del restaurante Candado Golf, de Málaga. Fuente: Rueda F. El Aguacate. TROPS;2017.

de ese alimento. Hay una pérdida de algunos nutrientes que son termosensibles, como algunas vitaminas (vitamina C, por ejemplo). También algunos minerales son arrastrados por el agua de cocción y se pierden si esta no se recupera. En otras ocasiones, como en las frituras, se intercambian nutrientes: se ganan o se pierden entre el alimento que se fríe y el aceite de fritura. Estos cambios en el contenido en nutrientes se engloban en el término “retención de nutrientes tras el cocinado”. Existen diversas tablas que recogen tanto los rendimientos en peso de diferentes alimentos tras su cocinado como los factores de retención de nutrientes. El resultado es que la composición nutricional de esa receta no es la suma aritmética de la composición nutricional de sus ingredientes antes de cocinarlos (8).

Cocinar con una determinada grasa (por ejemplo, aceite de oliva virgen extra –AOVE–), así como con otros ingredientes de la dieta mediterránea, es un aspecto olvidado en los atributos nutricionales y de salud de los alimentos que consumimos. Sabemos más de los aspectos tecnológicos y agrícolas que de los relacionados con tecnologías culinarias. Añadir AOVE a los alimentos que cocinamos, o cuando lo añadimos como grasa de aderezo en ensaladas y otros platos, puede cambiar de forma favorable no solo la palatabilidad (la respuesta a las propiedades orosensoriales del alimento), resaltando y aportando sabores y aromas, sino también su valor nutricional, además de la energía añadida.

El alto contenido del AOVE en componentes biológicamente activos, especialmente antioxidantes, protege otros nutrientes presentes en los alimentos que le acompañan, lo que aumenta el valor nutricional de la receta. Por ejemplo, la adición a pescados azules evita la oxidación de omega 3 por acumulación de fenólicos en la capa externa hidrófila. Lo mismo ocurre con el tomate y sus carotenoides, que potencian sus acciones positivas sobre la salud. Otro aspecto importante es su papel en el marinado de la carne antes de su cocinado, ya que hay datos que apuntan a una disminución en la formación de aminas heterocíclicas con carácter aterogénico y en la formación de acrilamida (9).

La fritura, una técnica singular de la cocina mediterránea, también tiene aspectos nutricionales debido a los cambios que se producen en la composición del alimento que se sumerge en el aceite. En ese intercambio nutricional entre la grasa (AOVE) de la fritura y el alimento, hay migración de componentes biológicamente activos hacia el alimento, así como de ácidos grasos monoinsaturados, que modifican la composición original de ese alimento. Si la fritura se realiza de forma correcta, la incorporación de grasa y, en consecuencia, de energía al alimento, será mínima.

Por todo ello, cuando se consulta una base de datos de composición de alimentos, es imprescindible que los alimentos incluidos tengan una descripción muy detallada porque, de lo contrario, podría llegarse a un conocimiento erróneo de los nutrientes que contienen. Para ello, se han desarrollado sistemas exhaustivos de descripción de alimentos que nos informan de todas sus características, desde las más simples (si es de origen animal o vegetal o qué parte del animal o de la planta se ingiere) hasta otras menos habituales y que en ocasiones no tenemos en cuenta, como el tipo de envase en el que está ese alimento, si está en contacto con algún líquido y la composición de ese líquido, si se le ha quitado

una parte de su estructura (grasa separable), si va dirigido a algún grupo de población especial, etc. Ejemplos de sistemas de descripción de alimentos son LanguaL (10) o FoodEx2, elaborado por la EFSA (11), y que recientemente ha adoptado la Food and Agriculture Organization (FAO) para la descripción de alimentos de las bases de datos que publica.

## ¿SABEMOS CUÁNTO COMEMOS?

Otra pregunta que debemos hacer es: ¿sabemos cuánto comemos? Antes respondíamos a la pregunta de si conocíamos nuestros alimentos desde una perspectiva nutricional y si ese conocimiento nos llevaba a tener un patrón alimentario y una dieta variada y equilibrada nutricionalmente; es decir, saludable.

Sin embargo, el índice de calidad de nuestra dieta no solo viene determinado por los alimentos que ingerimos, su perfil nutricional y, por tanto, el contenido en componentes saludables (calcio, fibra, hierro, vitaminas, grasa insaturada, etc.) y menos saludables (azúcar añadida, sal, grasa total, saturada y trans), sino por el tamaño de las raciones que forman parte de nuestro menú diario, que viene determinado por la medida de los envases que compramos en los supermercados (que se ha incrementado en diez veces desde los años setenta hasta el 2000), de las raciones que nos sirven en restaurantes y comedores, como las raciones *king size* de restaurantes (un 250%), o las que nos servimos en el hogar e incluso las recogidas en libros de recetas, que han sufrido un incremento de hasta el 42% desde los años treinta del siglo pasado (12). No tiene sentido tomar un alimento con un perfil nutricional adecuado si lo ingerimos en cantidades no adecuadas. Por ejemplo, la ración normal de un alimento con grasa insaturada que deberíamos incluir en nuestra dieta, como el aguacate, sería medio fruto, unos 60 g, o su equivalente si nos servimos una ración de una receta que lo incluye, como el guacamole. Sin embargo, si nos servimos una ración equivalente a fruto y medio (180 g), la cantidad de calorías que ingerimos es muy superior, con lo que ese perfil nutricional positivo se traduce en un exceso de calorías ingeridas.

Distintos autores han descrito por qué las raciones de consumo de distintos alimentos procesados en los envases disponibles en los lineales de los supermercados, y servidas en los restaurantes y comedores y en el hogar, han ido aumentando desde mediados del siglo pasado hasta la actualidad. Young y Nestlé (13) analizaron las porciones de distintos alimentos de diferentes marcas en los supermercados y en los restaurantes desde el momento de salida al mercado (alrededor de mediados del siglo pasado) y en el año 2002. Como ejemplos, las hamburguesas de distintas marcas pasaron de 110 g a 340 g; las raciones de patatas fritas, de 75 g a 200 g; los vasos de soda, de 210-360 ml a máximos de 500-1000 ml, etc.

También debemos mencionar que las raciones medias que distintos chefs afirman servir más frecuentemente en sus restaurantes superan, en mucho, las raciones recomendadas por las instituciones encargadas de elaborar las guías dietéticas basadas en alimentos. Así, las raciones que declaran servir en los res-

taurantes los responsables de la cocina son: pasta, 172 g; filete de carne, 344 g; guarnición de vegetales, 86-115 g, cuando la USDA recomienda como raciones adecuadas: de pasta, 30 g; de carne, 158 g, o de vegetales, entre 57 y 86 g. Además, según los cocineros, estos tamaños están determinados, en un 65-70%, por la presentación y el precio del plato. En último lugar, solo el 10% (14) tenía en cuenta el contenido de calorías.

La distorsión de las raciones puede afectar a la elección de sus tamaños seleccionados para el consumo por la población en algunos alimentos. La presencia de raciones grandes en supermercados y en los restaurantes nos hace ver como típicas y de referencia raciones que distan mucho de las recomendadas. Distorsionamos al alza los tamaños de raciones.

Las guías dietéticas basadas en alimentos (FBDG) recomiendan un cierto número de raciones, pero en muchas ocasiones, por desconocimiento o por no tener en ellas suficientes instrucciones, igualamos esas raciones a las presentes en los lineales y las que nos sirven en restaurantes. Los tamaños de ración influyen en la percepción que los consumidores tienen de la ración normal o recomendada. Por ello, debemos disminuir los tamaños de las raciones que vendemos o servimos para acercarnos más a las raciones recomendadas. Otra posibilidad es establecer en el etiquetado de forma clara y explícita el número de raciones que contiene ese alimento o producto alimentario, y cuál es la ración típica, así como informar al consumidor de que el consumo de raciones grandes puede influir en su peso corporal. También sería bueno que la industria alimentaria ajustara las unidades de venta de alimentos listos para comer o cocinar a las raciones recomendadas (15).

Todos estos cambios han llevado a los consumidores a distorsionar su percepción de lo que es una ración normal, apropiada, para una dieta equilibrada, lo que conduce a un consumo excesivo de alimentos, independientemente de su perfil nutricional, y a un balance positivo de energía que está en la raíz, junto con otros

factores de diferente índole, de las actuales cifras pandémicas de sobrepeso y obesidad en el mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. WHO/FAO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of the joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series, No. 916 (TRS 916). Geneva; 2003.
2. Gil A, Ruiz-López MD, Fernández-González M, Martínez de Victoria E. The FINUT healthy lifestyles guide: Beyond the food pyramid. *Adv Nutr* 2014;5(3):358S-67S.
3. Badimon L, Chagas P, Chiva-Blanch G. Diet and Cardiovascular Disease: Effects of Foods and Nutrients in Classical and Emerging Cardiovascular Risk Factors. *Curr Med Chem* 2017.
4. Larkin D, Martin CR. Caloric estimation of healthy and unhealthy foods in normal-weight, overweight and obese participants. *Eat Behav* 2016;23:91-6.
5. Machín L, Cabrera M, Curutchet MR, Martínez J, Giménez A, Ares G. Consumer Perception of the Healthfulness of Ultra-processed Products Featuring Different Front-of-Pack Nutrition Labeling Schemes. *J Nutr Educ Behav* 2017;49(4):330-8.
6. Navarro V, Serrano G, Lasa D, Adúriz AL, Ayo J. Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. *Int J Gastron Food Sci* 2012;1(1):37-45.
7. Spink J, Moyer DC. Defining the public health threat of food fraud. *J Food Sci* 2011;76(9):R157-63.
8. Reinivuo H, Bell S, Ovaskainen ML. Harmonisation of recipe calculation procedures in European food composition databases. *J Food Compos Anal* 2009;(22)5:410-3.
9. Sacchi R, Paduano A, Savarese M, Vitaglione P, Fogliano V. Extra virgin olive oil: from composition to "molecular gastronomy". *Cancer Treat Res* 2014;159:325-38.
10. Ireland J, Møller A. What's New in LanguaL™? *Procedia Food Sci* 2013;2: 117-21.
11. European Food Safety Authority. The food classification and description system FoodEx2 (revision 2). EFSA supporting publication 2015:EN-804. p. 90.
12. Wansink B, van Ittersum K. Portion size me: downsizing our consumption norms. *J Am Diet Assoc* 2007;107(7):1103-6.
13. Young LR, Nestlé M. Expanding portion sizes in the US marketplace: implications for nutrition counseling. *J Am Diet Assoc* 2003;103(2):231-4.
14. Condrasky M1, Ledikwe JH, Flood JE, Rolls BJ. Chefs' Opinions of Restaurant Portion Sizes. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(8):2086-94.
15. Schwartz J, Byrd-Bredbenner C. Portion distortion: typical portion sizes selected by young adults. *J Am Diet Assoc* 2006;106(9):1412-8.



## Necesidades sentidas del consumidor en relación a la industria alimentaria *Needs and feelings of the consumers regarding the Food Industry*

Pedro J. Domínguez Jiménez

Nielsen España. Madrid

### Resumen

El consumidor español ha evolucionado conforme lo ha hecho su nivel económico y los cambios en sus hábitos de vida. La crisis económica entre los años 2007 y 2015 tuvo como consecuencia una búsqueda de ahorro ante las incertidumbres laborales y desplazamientos de consumo hacia productos más económicos y básicos.

#### Palabras clave:

Consumidor.  
Alimentación.  
Compra. Salud.  
Tendencias.

Ahora nos encontramos con un consumidor que tiene todavía residentes algunos comportamientos de la crisis pasada, junto con otras actitudes muy relevantes, como la búsqueda de alimentos cómodos y convenientes, alimentos indulgentes (*premium*, *boom* de la gastronomía), aumento de su concienciación y la búsqueda de alternativas saludables en la alimentación.

También existen otras consideraciones que influyen en este comportamiento, como el hecho de que el consumidor cada vez está más conectado (redes sociales, internet) y, por tanto, más expuesto a la información (o desinformación, en algunos casos).

### Abstract

The Spanish consumer has evolved according to the economic level and changes in life styles. The economic crisis between 2007 and 2015 resulted in the search for savings to face job uncertainties and consumer shifts towards more economic and basic products.

#### Key words:

Consumer. Food.  
Shopping. Health.  
Trends.

Now we find a consumer who still has some behaviors from the recent crisis, along with other very relevant attitudes, such as the search for comfortable and convenient foods; indulgent foods (*Premium*, the boom of gastronomy), increased consumer awareness and the search for healthy alternatives in food.

There are also other considerations that influence this behavior such as the fact that the consumer is increasingly connected (social networks, internet) and therefore more exposed to information (or misinformation in some cases).

#### Correspondencia:

Pedro J. Domínguez Jiménez. Nielsen España.  
C/ Salvador de Madariaga, 1. 28027 Madrid.  
e-mail: [pedro.j.dominguez@nielsen.com](mailto:pedro.j.dominguez@nielsen.com)

El consumidor español ha evolucionado conforme lo ha hecho su nivel económico y los cambios en sus hábitos de vida y, desde luego, la alimentación no se ha sustraído a estas tendencias.

Parece haber pasado lo peor de la crisis económica que nos impactó entre los años 2007 y 2015 y que tuvo como consecuencia una búsqueda de ahorro ante las incertidumbres laborales y de todo tipo y desplazamientos de consumo hacia productos más económicos y básicos (1). Aunque el precio y la salud no son dos cosas contrarias, sí es cierto que, probablemente, en cierta medida, algunos ahorros nos llevaron en aquel momento hacia la sustitución de aceites vegetales (oliva virgen extra, que suele tener un precio elevado) por otro tipo de grasas o carnes procesadas de peor calidad (2).

Pero el consumidor ahora ha salido de esta tesitura, como así lo indican claramente los indicadores, y, aunque tímida, la recuperación del consumo es evidente (Fig. 1) (3).

Ahora nos encontramos con un consumidor que tiene todavía residentes algunos comportamientos de la crisis pasada (búsqueda del precio y promociones en los productos no diferenciados), junto con otras actitudes muy relevantes (4). En este momento, los crecimientos de las categorías de alimentación vienen asociadas a estos parámetros:

1. Alimentos cómodos y convenientes. Nuestra forma de vida hace que cada vez tengamos menos tiempo para la cocina y la preparación de alimentos. Así, los productos refrigerados o los platos preparados están teniendo un comportamiento muy relevante en ventas.
2. Alimentos indulgentes. Nuestra sociedad y, por tanto, los individuos, nos dejamos "ir" de vez en cuando. Estamos en una sociedad hedonista en la que el placer es también una condición que le pedimos a los alimentos en ciertos momentos de consumo. Así, asistimos a un *boom* de la alta gastronomía, de los productos *gourmets*, de la *premiunización* de ciertas marcas y categorías de productos con notable éxito. Sirva de ejemplo la evolución de chocolates de alta gama con cacao de diferentes orígenes, los cafés encapsulados con variedad de sabores y gradación en su fortaleza...
3. Aumento de la concienciación del consumidor respecto a la sostenibilidad en todos sus sentidos (alimentos ecológicos,

sostenibles para el medioambiente, responsables socialmente...). Los alimentos ecológicos están teniendo un alto desarrollo (con secciones en las tiendas de alimentación) y crecen por encima de la media en su compra.

4. Sin embargo, y pese a todo lo anteriormente expuesto, si hay algo que realmente destaque por encima de todo lo anterior es la búsqueda de alternativas saludables en la alimentación. El consumidor tiene cada vez más conciencia de que necesita cuidarse.

La población envejece (la tasa de mortalidad es cada vez menor y la de nacimientos, muy pequeña), y esto hace que el colectivo de personas en la tercera edad sea mayor y su necesidad de cuidarse, evidente. También existe cada vez mayor proporción de intolerancias y alergias que necesitan una correspondencia en la oferta alimentaria. Incluso existe una creencia de que ciertos productos pueden ser utilizados casi como medicamentos. Lo cierto es que existe una corriente entre todas las capas de la población de cuidarse por dentro (salud) y por fuera (estética), y, en este sentido, la oferta de productos es cada vez mayor, y con un éxito sobresaliente (Figs. 2,3) (5,6).

También es cierto que existen otras consideraciones que influyen en este comportamiento, como el hecho de que el consumidor está cada vez más conectado (redes sociales, internet) y, por



Figura 2. Tendencias que contribuyen al interés por la salud y el bienestar.



Figura 1. Tasa de variación de la cesta de la compra en España. Fuente: Panel de detallistas Nielsen.



Figura 3.

Ejemplo del aumento del consumo de alimentos.

tanto, más expuesto a la información (o desinformación, en algunos casos), y que las normas de etiquetado y envasado han ido avanzando para dar una información más veraz y útil respecto a sus componentes, posibles alérgenos y a aplicaciones saludables (7). Tanto la industria como la Administración se esfuerzan para que cada vez estemos mejor informados (Fig. 4).

La salud se ha convertido en una obligación para la industria alimentaria, la Administración y, por supuesto, todos nosotros como consumidores. Tanto es así, que indicamos que estamos dispuestos a premiar las alternativas realmente saludables (8,9) (Fig. 5).

Pero tenemos que poner todo lo anterior en un punto justo. Una cosa son las tendencias de consumo y de vida y, otra, las realidades en lo que respecta a la salud. Desde aquí podríamos hacer las siguientes consideraciones respecto a las cosas que compramos e ingerimos:

1. Precio y salud no están en la misma dimensión. Nada tienen que ver, en principio, estas dos cosas, aunque hay veces que se justifica una prima de precio por modelos de producción escrupulosos con el entorno, con la manipulación de materias primas o para productos determinados.



Figura 4.

Ilustraciones de información y etiquetado de alimentos para una mayor información al consumidor.



Figura 5.

Imagen que ilustra cómo diferentes regiones están dispuestas a pagar más por alimentos saludables.

2. La información es imprescindible, pero sus fuentes son importantes. Esto significa que uno debe aconsejarse por verdaderos profesionales o redes de información competentes.
3. Somos cuerpo y mente y nada de lo que nos desequilibre como personas es bueno para nosotros. Es decir, los caprichos tienen cabida, pero con moderación. Es importante la salud, pero también la felicidad. Pero ¿quién ha dicho que estas dos palabras sean incompatibles?
4. Por último, cabe señalar que no existen remedios infalibles o magia en lo que respecta a la salud. Las dietas variadas y equilibradas son las de probada garantía y, en este sentido, la moderación es algo que debemos tener siempre en cuenta. Consumir de forma equilibrada es hacer compras equilibradas siendo conscientes de lo que se termina echando en nuestra cesta de la compra.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Usín Enales S. Experiencia de compra de los consumidores de centros comerciales en Vizcaya 2013 [consultado 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12458/Tesis%20Sandra%20Usin.pdf?sequence=3>
2. Ferrari J. Director de Nielsen: "La crisis ha cambiado nuestra forma de pensar y de actuar". 20 minutos 2017 [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/3028303/0/gustavo-nunez-nielsen-consumo-tecnologia-millennials-television-crisis-economica/#x-tor=AD-15&xts=467263>
3. Nielsen. El consumidor toma el control. Nielsen 360 [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://recursos.anuncios.com/files/859/52.pdf>
4. Larrouy D. El gran consumo se adapta a su nueva vida tras la crisis. Cinco Días 2017 [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/01/05/empresas/1483648617\\_160306.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/01/05/empresas/1483648617_160306.html)
5. Alcón R. Cuidarnos, un punto de partida en la alimentación. Nielsen FMCG & Retail 2017 [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.nielsen.com/es/es/insights/news/2017/a-starting-point-in-the-diet.html>
6. Nielsen. Los españoles compran un 4% más de superalimentos, el doble que en productos de gran consumo en general [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.nielsen.com/es/es/press-room/2017/spaniards-buy-4-percent-more-super-foods.html>
7. Nielsen. Nueva era, nuevo consumidor. Cómo y por qué compramos alrededor del mundo. [consultado 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: <http://>

[www.nielsen.com/content/dam/corporate/mx/reports/2013/NUEVA%20ERA%20NUEVO%20CONSUMIDOR-REPORTE%202013.pdf](http://www.nielsen.com/content/dam/corporate/mx/reports/2013/NUEVA%20ERA%20NUEVO%20CONSUMIDOR-REPORTE%202013.pdf)

8. Nielsen. La lista sensible de la compra. [consultado 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.nielsen.com/es/es/insights/news/2017/the-sensitive-list-of-purchases.html>
9. Nielsen. Tres de cada diez consumidores dispuestos a comprar carne y marisco o pescado de primera aunque cueste un poco más [consultado 15 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.nielsen.com/es/es/press-room/2017/three-out-of-ten-consumers-willing-to-buy-meat-and-seafood-or-prime-fish-although-it-costs-a-little-more.html>



# Nutrición Hospitalaria



## Papel de las organizaciones de consumidores en la alfabetización alimentaria de la población

*The role of consumer organisations in nutritional education*

Juan Moreno Rodríguez

Unión de Consumidores de Andalucía (UCA-UCE). Sevilla

### Resumen

**Objetivos:** conocer mejor al consumidor para poder informarle, mejorar su protección y fomentar su responsabilidad, incidiendo en el papel de las organizaciones de consumidores en la alfabetización alimentaria de la población española.

**Métodos:** más de 2.000 familias de todas las comunidades autónomas participaron en la *Encuesta sobre hábitos de consumo 2016*, cuyo objetivo era conocer mejor el perfil del nuevo consumidor español y fomentar el consumo responsable. Se analizaron los hábitos de consumo, los factores que influyen en la compra y el nivel de información de consumidores.

**Resultados:** el 65% de los consumidores elige el supermercado como lugar de compra habitual; la compra de productos frescos se impone al resto. Los datos reflejan hábitos alimentarios de los ciudadanos menos saludables de lo recomendable y un bajo conocimiento sobre alimentos libres de alérgenos, ecológicos o transgénicos. El 75% reconoce que la situación económica le ha obligado a cambiar en parte sus hábitos de consumo y alimentación. Lo más valorado a la hora de seleccionar un producto son la calidad y el precio, factores que junto con la proximidad del establecimiento condicionan la elección del lugar de compra. El 71% de los consumidores dicen buscar información sobre productos antes de comprarlos y encontrarla en el etiquetado. Valoran la información sobre caducidad, ingredientes, precio, lugar de origen e información nutricional. Solo el 71% diferencia entre fecha de caducidad y de consumo preferente.

**Conclusiones:** para una asociación de consumidores, la educación nutricional no solo debe contemplar la difusión de información acerca de alimentos y nutrientes, sino también proporcionar herramientas para saber qué hacer y cómo actuar para mejorar la nutrición, creando entornos que faciliten buenas opciones alimentarias y capacidades que permitan a individuos, instituciones y empresas comprometerse con la adopción de prácticas más saludables.

#### Palabras clave:

Consumidores.  
Alimentos. Compra.  
Información. Elección.  
Protección.

### Abstract

**Objectives:** to gain a better understanding about consumers in order to be able to inform them, improve their protection and promote their responsibility, emphasizing the role of consumer organizations in improving the food literacy of the Spanish population.

**Methods:** more than 2,000 families from all the Autonomous Regions of Spain participated in the "Survey on consumer habits 2016", which aimed to better understand the profile of the new Spanish consumer and encourage responsible consumption. We analysed consumer habits, factors that influence purchase and level of information of consumers.

**Results:** some 65% of consumers choose supermarkets as their usual place of purchase; the purchase of fresh products is imposed on the rest. The data reflect dietary habits of citizens are less healthy than recommended and little knowledge about food allergen-free, ecological or transgenic foods. About 75% acknowledge that the economic situation forced them to change partially consumption and food habits. When selecting a product, people value the most quality and price, factors that together with the proximity of the point-of-purchase influence the choice of place of purchase. 71% of consumers say they look for information about products before buying them and find it on labels. They value information on expiration date, ingredients, price, place of origin and nutritional information. Only 71% difference between expiration date and preferential consumption.

**Conclusions:** for a consumer association, nutrition education should not only contemplate the dissemination of information about food and nutrients, but also provide tools to know what to do and how to act to improve nutrition, creating environments that provide good food options and capabilities that allow to individuals, institutions and companies to commit to adopting healthier practices.

#### Key words:

Consumers.  
Food. Purchase.  
Information. Choice.  
Protection.

Moreno Rodríguez J. Papel de las organizaciones de consumidores en la alfabetización alimentaria de la población. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):70-74

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2130>

#### Correspondencia:

Juan Moreno Rodríguez. UCA-UCE. C/ Relator, 30.  
41002 Sevilla  
e-mail: [presidencia@uniondeconsumidores.com](mailto:presidencia@uniondeconsumidores.com)

## INTRODUCCIÓN

“Una buena alimentación empieza por estar bien informado e incorporar prácticas saludables”. En materia de alfabetización alimentaria de la población, desde la Unión de Consumidores hemos hecho muy nuestras las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1) para que nuestras actividades como organización nos involucren en:

- La promoción de hábitos alimentarios saludables y duraderos.
- La educación alimentaria en el más amplio sentido, involucrando al ciudadano individual, las familias, la comunidad. . .
- Desarrollo tanto de actividades formativas como de guías alimentarias para promover dietas saludables.
- Promoción de entornos y ambientes favorables para una buena nutrición y opciones alimentarias saludables.

Para una asociación de consumidores, la educación nutricional no debe contemplar solo la difusión de información acerca de los alimentos y sus nutrientes, sino que también debe proporcionar herramientas para saber qué hacer y cómo actuar para mejorar la nutrición, creando tanto entornos que faciliten la elección de buenas opciones alimentarias como capacidades que permitan a individuos, instituciones y empresas comprometerse con la adopción de prácticas alimenticias y nutricionales que promuevan una buena salud.

## CONOCER AL CONSUMIDOR PARA ACTUAR

Durante el año 2016, la Unión de Consumidores, en el entorno de la Mesa de Participación, grupo de trabajo constituido con otras asociaciones de consumidores, como la Confederación Española de Organizaciones de Amas de Casa, Consumidores y Usuarios (CEACCU), la Federación de Usuarios Consumidores Independientes (FUCI), la Confederación de Consumidores y Usuarios (CECU) y la Unión de Consumidores de España (UNAE), junto a Mercadona, realizó una *Encuesta de hábitos de compra y consumo* entre más de 2.000 consumidores que presentó a finales del pasado año con el objetivo de conocer mejor a la ciudadanía española en relación a su consumo alimentario para que, a partir de los resultados obtenidos, poder informarle, mejorar su protección y conocimiento y fomentar un consumo responsable y sostenible en esta materia (2).

La encuesta quedó dividida en cuatro áreas: las dos primeras analizaban en profundidad los hábitos de compra; la tercera, la información y formación que tiene el consumidor en temas de nutrición y etiquetado, y la cuarta analizaba su conocimiento y su predisposición a colaborar.

## HÁBITOS DE COMPRA

En esta primera parte, analizábamos el lugar habitual de compra, el modo en que se realiza y los factores que influyen en el

acto de compra, así como la frecuencia de compra y consumo de alimentos en general.

De forma global, los datos desvelan que el consumidor elige el formato supermercado como su lugar de compra habitual, y que la situación económica ha cambiado parte de sus hábitos de consumo.

Los datos reflejan que los hábitos alimentarios no son todo lo saludables que se desearía, y que el conocimiento sobre alimentos libres de alérgenos, ecológicos y/o transgénicos dista mucho de lo necesario.

## Principales conclusiones

- La mayoría de los encuestados (65%) señala a los supermercados como el lugar habitual de compra. A medida que aumenta la edad aumenta el porcentaje de encuestados que compran en tiendas de cercanía, comercio local y mercados municipales.
- La cesta de la compra habitual vía *on line* no supera el 2% de los consumidores encuestados. En el sector agroalimentario, “la compra habitual” a través de internet se da en tan solo un 2%. El 59% afirma ir a la compra andando; el 35%, en su vehículo particular; el 4%, en transporte público, y solo un 2% lo hace a través de internet.
- La situación económica de los últimos años ha provocado cambios en los hábitos de compra en el 75% de los encuestados. Fundamentalmente, y por este orden, los consumidores hoy buscan más las ofertas (37%), aprovechan más la comida (23%), han reducido el gasto en alimentación (10%) o diversifican su compra (6%).
- Los consumidores optan mayoritariamente por el consumo de productos frescos frente al congelado o los platos preparados. El producto que más adquiere el consumidor en formato congelado es el pescado.
- La mayoría de los consumidores (80%) compra los productos frescos al peso.
- Casi el 20% de los encuestados opta por productos libres de alérgenos, bien por cuestiones de salud (8%) o porque los consideran más sanos (11%). Esta percepción es mayor entre los más jóvenes.
- La mayoría de los encuestados (46%) no consume productos ecológicos por su precio. Además, un 24 % desconoce qué son los productos ecológicos. Este desconocimiento es mayor en el ámbito rural (30%) frente al urbano (23%).
- La mayoría de los encuestados realiza la compra de alimentos perecederos dos o tres veces por semana (47%), mientras que la compra de los alimentos no perecederos la realiza una vez a la semana (36%).
- Las frecuencias de consumo de los distintos alimentos analizados distan de lo idóneo y reflejan unos hábitos alimenticios poco saludables. Se detecta, sin embargo, una alimentación más equilibrada en las zonas rurales frente a las urbanas, pues tienen un mayor consumo de pescado y legumbres y un menor consumo de alimentos industriales, bebidas alcohólicas y bebidas refrescantes.

- Menos de una cuarta parte de los consumidores encuestados se alimenta fuera del hogar. Como es lógico, la frecuencia de las comidas fuera del hogar es mayor en el ámbito urbano que en el rural.

## FACTORES QUE DETERMINAN LA COMPRA

En esta segunda parte de la encuesta analizábamos los factores que determinan la compra, dónde preferimos comprar los alimentos, si las nuevas tecnologías tienen alguna influencia en nuestra decisión de compra y si reclamamos ante algún problema.

Los datos desvelan que el consumidor elige el formato supermercado como su lugar de compra habitual y que el motivo principal que le induce a ello es la proximidad, seguido de la calidad y del precio. De ello podemos deducir que el consumidor busca principalmente un establecimiento cercano que ofrezca una relación calidad precio razonable, por encima de las ofertas.

Respecto de las tecnologías, se observa que los jóvenes de ámbito urbano son los que más al día están, mientras que, a la hora de reclamar, se prefiere a las asociaciones de consumidores y al servicio de atención al cliente del vendedor por igual.

## Principales conclusiones

- El 71% de los consumidores encuestados indica que, a la hora de seleccionar un producto de alimentación, su elección se basa principalmente en su calidad y, a continuación, en el precio. Del estudio de los datos obtenidos, se extrae que el 50% de los consumidores elige los productos de alimentación en función de su calidad y el 21%, por el precio.
- La calidad, el precio y la cercanía son los tres factores que mayoritariamente tienen en cuenta los consumidores encuestados a la hora de decidir su lugar de compra, lo que viene a ratificar que el consumidor quiere adquirir productos con una relación calidad/precio aceptable, lo más cerca posible de su domicilio.
- Si bien la calidad, el precio y la cercanía son los principales motivos de elección de un establecimiento, también son las principales razones por las que los consumidores dejan o cambian su lugar de compra.
- En cuanto al uso de las nuevas tecnologías, más de dos tercios de los consumidores encuestados indican que no les interesan o no utilizan las aplicaciones para teléfono móvil que les faciliten la compra o les proporcionen ofertas y promociones en alimentación.
- La compra por internet gana seguidores y mejora su percepción, aunque solo el 57% de los encuestados la valora positivamente y solo el 15% dice que la utiliza o la utilizará. Solo un 23% la valora negativamente, lo que puede ser un indicador de que la tendencia y el futuro de la venta *on line* de alimentos seguirá creciendo al ritmo que marque la demografía y las nuevas generaciones accedan a hacer la compra.

- Más de la mitad de los encuestados indica que no compran por internet porque prefiere ver el producto o no le hace falta hacerlo. El consumidor sigue prefiriendo comprar de manera presencial y poder ver el producto.
- La mayoría de los encuestados ha ejercido su derecho a reclamar cuando ha tenido algún problema a la hora de realizar la compra de alimentos. Los medios preferidos para reclamar son las asociaciones de consumidores y el servicio de atención al cliente de la empresa a partes iguales.

## INFORMACIÓN Y ETIQUETADO DE ALIMENTOS

En la tercera parte se analizaba la percepción del consumidor sobre la información de los alimentos, los elementos que más valora del etiquetado, las necesidades de información y la forma en que las recibe.

Del mismo modo, sobre la información nutricional, se analiza la percepción del consumidor en cuanto a sus hábitos alimenticios, los elementos informativos que considera más relevantes para una alimentación saludable y la necesidad y predisposición a participar en acciones formativas e informativas.

## Principales conclusiones

- En general, el consumidor percibe que, en el ámbito de la alimentación, dispone de información suficiente. Sin embargo, se trata de una impresión que no se traduce en un mayor conocimiento o en una información suficientemente útil a la hora de tomar elecciones de consumo.
- Nos encontramos con un consumidor más activo, exigente y que se informa. Así, el 71% contesta que sí busca información antes de comprar el producto. En este sentido, la etiqueta es la principal fuente de información, seguida de internet (7%) y la web de los establecimientos (2%).
- El consumidor es poco constante en su hábito de leer las etiquetas. Solo el 44% de los consumidores encuestados afirman leer siempre la etiqueta, frente a un 55% que declara que no la lee o solo lo hace de vez en cuando.
- El grado de satisfacción y valoración del etiquetado de los alimentos debe mejorar. El análisis nos desvela que la mayoría considera que los datos que recogen las etiquetas de los alimentos no son todo lo útiles que desearía y que solo un 55% de los encuestados confía en dicha información.
- La mayoría de los consumidores encuestados (72%) dice conocer bien la diferencia entre la fecha de caducidad y la de consumo preferente, pero no llegan a asimilar sus diferencias, ya que solo la mitad asegura no consumir productos una vez superada la fecha de caducidad y solo dos tercios reconoce el valor orientativo de la fecha de consumo preferente.
- El origen de los alimentos, pese a no ser un elemento obligatorio en el etiquetado de los alimentos, salvo excepciones,

es un dato relevante para el consumidor. De hecho, para el 87% de los encuestados es muy importante o bastante importante.

- La etiqueta ideal, según los consumidores encuestados, sería: más sencilla, con letras más grandes y con palabras menos técnicas.
- En general, la percepción de los consumidores encuestados es que sus hábitos en alimentación son saludables. Así, el 77% indicó que sí los consideraba “saludables”, el 8% los considera “no saludables” y un 15%, “no sabe/no contesta”.
- Casi dos tercios de los encuestados valoran positivamente las alegaciones nutricionales presentes en el etiquetado.
- El contenido en grasas es el dato de la información nutricional más valorado por casi la mitad de los consumidores encuestados.
- El interés por los hábitos saludables y por la información nutricional del etiquetado de los alimentos es elevado, aunque no se corresponde con la demanda de información acerca de aspectos nutricionales y sus vías de obtención. Así, un tercio de los consumidores encuestados no se informa de aspectos relacionados sobre nutrición. El resto lo hace mayoritariamente a través de medios de comunicación, de especialistas o de amigos y conocidos.
- La predisposición a recibir formación e información en cuestiones de nutrición es alta entre los consumidores encuestados. Los datos obtenidos revelan que la mayoría de los consumidores (60%) valoraría positivamente incluir en el producto consejos nutricionales o dietéticos si se hace de un modo veraz, claro, sencillo y accesible.

## RESPONSABILIDAD SOCIAL

En esta parte de la encuesta se analizaba la responsabilidad social en los hábitos de producción y compra para acercándonos a la percepción de los consumidores sobre:

- Si los alimentos que se producen en el mundo son suficientes para satisfacer las necesidades de la población.
- El desperdicio de alimentos, acercándonos a la percepción sobre este problema, la sensibilización de los consumidores sobre el asunto, las opciones para evitarlo y la identificación de los niveles de responsabilidad.
- La percepción de los consumidores sobre la cadena de valor agroalimentaria.
- El nivel de conocimiento de los consumidores sobre temas como los alimentos transgénicos, los alimentos irradiados, la soberanía alimentaria o la huella ecológica. Respecto a los transgénicos, por ejemplo, como señalaba el periodista Ezequiel Martínez en el *Documento de reflexión para una moratoria de transgénicos en Andalucía* (3): “Si informamos bien y ofrecemos pros y contras, los ciudadanos tomarán acertadamente una opción, pero si solamente decimos no a los transgénicos, sin explicar por qué, entonces podremos tener un problema de entendimiento por parte de los receptores, la sociedad”.

- Las opciones preferidas para garantizar el acceso a la alimentación a la mayor cantidad de personas posibles.

## Principales conclusiones

- La mitad de los encuestados cree que en el mundo se producen alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de sus habitantes.
- La inmensa mayoría de la población española considera el desperdicio de alimentos como un problema importante.
- El 87% de los encuestados afirma estar ya haciendo algo para evitar el desperdicio de alimentos.
- La población española cree en una responsabilidad compartida con relación al desperdicio de alimentos.
- Clara división de opiniones en torno a si las industrias, las empresas comercializadoras o la cadena agroalimentaria en general están sensibilizadas con el problema del desperdicio de alimentos.
- La salud es con diferencia el aspecto más valorado en referencia a la sostenibilidad de la cadena agroalimentaria.
- Los transgénicos se posicionan ya entre los términos más conocidos con relación a los alimentos. Sin embargo, más de la mitad de la población desconoce el concepto de “huella ecológica”. Solo una cuarta parte de los encuestados conoce el término de “alimentos irradiados” y solo una quinta parte de la población encuestada conoce o ha oído hablar de “soberanía alimentaria”.
- El reparto más equilibrado y solidario de los alimentos (53%) y la gestión y concienciación contra el desperdicio de alimentos (41%) son las opciones preferidas por la población española para garantizar el acceso a la alimentación de la mayor cantidad de personas posibles.

## CONCLUSIÓN

Los datos confirman los importantes déficits de la ciudadanía española en materia de alimentación y nutrición, como así se ha puesto de manifiesto al analizar sus hábitos de compra y los factores que la determinan, sus carencias en materia de información y etiquetado de alimentos o sus planteamientos en materia de responsabilidad social.

En tal sentido, el papel de las asociaciones de consumidores y usuarios, cuando trabajamos en temas de alimentación, de educación nutricional, etc., no debe contemplar solo la difusión de información acerca de los alimentos y sus nutrientes, sino que también debe proporcionar herramientas para saber qué hacer y cómo actuar para mejorar la nutrición, creando tanto entornos que faciliten la elección de buenas opciones alimentarias como capacidades que permitan a individuos, instituciones y empresas comprometerse con la adopción de prácticas alimenticias y nutricionales que promuevan una buena salud.

En definitiva, las asociaciones de consumidores pueden y deben ser una pieza clave en la alfabetización alimentaria de la población.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estrategia y visión de la labor de la FAO en materia de Nutrición. Roma; 2014.
2. Mesa de Participación: Grupo de trabajo constituido por las asociaciones de consumidores CEACCU, FUCI, CECU, UNAE, UCA/CAUCE y Mercadona. Encuesta sobre hábitos de consumo 2016. Madrid; 2016.
3. Plataforma Andalucía Libre de Transgénicos (PALT). Documento de reflexión para una moratoria de transgénicos en Andalucía. Sevilla; 2013.



## Criterios de armonía funcional entre gastronomía y salud: una visión desde la comunidad científica

*Functional harmony criteria between gastronomy and health: the scientific community vision*

María Achón Tuñón, M.<sup>a</sup> Purificación González González y Gregorio Varela-Moreiras

*Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Boadilla del Monte, Madrid*

### Resumen

**Introducción:** en los últimos años ha habido un incremento en el número de estudios que evalúan cambios nutricionales en los alimentos debidos al cocinado. No obstante, la mayoría de ellos se refieren a experimentos muy específicos, generalmente con alimentos vegetales, y no extrapolables a otros grupos de alimentos.

**Objetivos:** el objetivo es resumir la evidencia disponible sobre técnicas culinarias habituales y más adecuadas para diseñar "dietas saludables", conciliando el adecuado aporte nutricional con el valor gastronómico y el mantenimiento de las propiedades organolépticas.

**Métodos:** se realizó un análisis bibliográfico de los artículos publicados sobre la asociación entre las técnicas culinarias más habituales y el cambio en el valor nutritivo de los alimentos, en español e inglés y sin restricción de fecha.

**Resultados:** las técnicas culinarias mejor estudiadas y descritas, en cuanto a fundamentos y a efectos generales sobre el valor nutricional de los alimentos, son las técnicas de cocción realizadas en medio húmedo, en medio seco y mixtas, con sus diferentes modalidades. En las pérdidas reales de nutrientes en un alimento específico, intervienen múltiples factores, principalmente el binomio tiempo-temperatura, pero también el tipo y el estado del alimento, la manipulación previa y el método de cocción. Hasta el momento, la forma más precisa de calcular estas pérdidas nutricionales es aplicar factores de retención de nutrientes establecidos por convenio según grupos de alimentos y técnicas culinarias.

**Conclusiones:** los estudios de revisión y actualización del conocimiento de los diferentes métodos culinarios más comúnmente empleados, así como los de otros más innovadores, son fundamentales y deberían llevarse a cabo regularmente para asegurar una mejora continua de la calidad, tanto nutricional como gastronómica, de las diferentes elaboraciones.

#### Palabras clave:

Gastronomía. Gastronomía saludable. Métodos de cocinado. Valor nutritivo. Factor de retención de nutrientes. Calidad de los alimentos.

### Abstract

**Introduction:** in recent years, there has been an increase in the number of studies evaluating how cooking affects the nutrient content of foods. However, most of them refer to very specific experiments usually with vegetable foods, which cannot be extrapolated to other food groups.

**Objectives:** the objective is to summarize the available evidence on typical and most suitable culinary techniques for designing healthy diets, reconciling an adequate nutritional contribution with the gastronomic value and the maintenance of the organoleptic properties.

**Methods:** an analysis was conducted of articles published on the association between the most common cooking methods and changes in the nutritional value of the food, without year restriction.

**Results:** culinary techniques best studied and described, are moist heat, dry heat and mixed heat cooking methods, with their different modalities. Real nutrient losses in a specific food are associated to multiple factors, mainly the time-temperature binomial, but also the type and state of the food, the previous manipulation and the cooking method itself. So far, the most accurate way to calculate these nutrient losses is to apply the nutrient retention factors established by agreement, according to food groups and culinary methods.

**Conclusions:** updated reviews on the knowledge of the most commonly used cooking methods, as well as more innovative ones, are essential and should be carried out regularly, so that they serve as a reference that ensures a continuous improvement of the quality, both nutritional and gastronomic, of the different elaborations.

#### Key words:

Gastronomy. Healthy gastronomy. Cooking methods. Nutritive value. Nutrient retention factor. Food quality.

Achón Tuñón M, González González MP, Varela-Moreiras G. Criterios de armonía funcional entre gastronomía y salud: una visión desde la comunidad científica. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4): 75-84

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2131>

#### Correspondencia:

María Achón Tuñón. Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Urb. Montepríncipe. 28668 Boadilla del Monte, Madrid  
e-mail: [achontu@ceu.es](mailto:achontu@ceu.es)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gastronomía se entiende como un área de conocimiento interdisciplinar que, tomando como eje central la alimentación, estudia la relación entre cultura y alimento, considerando y uniendo la historia, la geografía, la antropología, la nutrición, la dietética, el arte, la tecnología y la economía (1).

Las técnicas culinarias, además de ser propias y diferenciales del género humano (2), constituyen una parte importante de esa riquísima herencia socio-cultural que suponen los hábitos alimentarios. Junto con las características de la cocina actual (como el llamado proceso creativo culinario y las tecnologías más avanzadas), la tradición gastronómica se presenta como un valor en alza: es la cocina clásica, tradicional renovada o neococina (3).

La función primordial del cocinado de los alimentos es hacerlos comestibles, digeribles, sanitariamente seguros y, por supuesto, apetecibles. De hecho, la palatabilidad es uno de los factores más influyentes para mantener unos hábitos alimentarios saludables para toda la vida. Como dijo Grande Covián: "Las personas comerán lo que deben si les gusta" (4).

Durante el cocinado de los alimentos, al mismo tiempo, se modifica su valor nutricional. Así, interesa estudiar los cambios que se producen en el valor nutritivo de los alimentos en sus diferentes preparaciones culinarias con el objeto de evitar pérdidas y ayudar a mantener un óptimo estado nutricional de los individuos. En las actuales *Guías alimentarias para la población española*, una de las novedades incluye la promoción de habilidades culinarias usando técnicas saludables, entre las que se destacan el cocinado al vapor, las preparaciones seguras en crudo o las menos elaboradas (5).

Aunque la gastronomía actual presenta una potente vertiente enfocada a los medios de comunicación, hay que destacar también sus florecientes alianzas con el ámbito de la salud, que han dado lugar a publicaciones de elaboraciones y recetas especialmente saludables y de alto valor gastronómico (1,6,7). Incluso la alta cocina, cuyo principal objetivo es innovar y diseñar platos deliciosos con nuevas texturas, aromas y sensaciones, se plantea como siguiente paso lógico conocer el impacto de los nuevos procesos e ingredientes sobre el valor nutricional de los platos y, más aún, el impacto de los menús en la dieta global del individuo para equilibrar las propuestas gastronómicas en términos de salud (8).

El objetivo de la presente revisión es actualizar las técnicas culinarias más adecuadas, dentro de las comúnmente más utilizadas, para diseñar modelos alimentarios saludables que permitan el mantenimiento de un correcto aporte nutricional y que, al mismo tiempo, preserven las propiedades organolépticas y el valor gastronómico final de las elaboraciones.

## MÉTODOS

Se han analizado las principales revisiones de los artículos científicos (estudios experimentales) publicados, sobre todo, en torno a la asociación entre las técnicas culinarias actuales y el cambio

en el valor nutritivo de los alimentos. Se ha consultado la base de datos *PubMed*, sin restricción de fecha, en español e inglés. No se han hecho restricciones respecto al tipo de estudio. Se revisaron los resúmenes y, en los casos necesarios, los artículos completos. Finalmente, se tuvieron en cuenta todos los artículos que incluían el estudio de la modificación del valor nutritivo de los alimentos tras la aplicación de las técnicas culinarias expuestas.

## RESULTADOS

### COCINADO A TRAVÉS DE CALOR HÚMEDO

Se trata de una serie de métodos culinarios basados en la transferencia de calor desde la fuente de energía al alimento a través de agua o vapor de agua por convección (9).

#### Hervido

Consiste en cocinar los alimentos sumergidos en una gran cantidad de agua o de líquido a una temperatura de 100 °C (tanto la del líquido de cocción como la del alimento), a una presión atmosférica de unos 0,1 megapascales (MPa). También se puede llevar a cabo a presión elevada, en cuyo caso la temperatura es de 102-120 °C y la presión, 0,11-0,20 MPa (9). La cocción a presión reduce el tiempo de cocinado porque retiene el vapor que escapa del agua hirviendo, aumentando así la presión sobre el líquido y elevando su punto de ebullición (y la temperatura máxima) hasta unos 120 °C. Es un proceso muy eficiente: toda la superficie del alimento está en contacto con el medio de cocinado y el agua es lo bastante densa como para que sus moléculas choquen constantemente con el alimento y le transfieran rápidamente su energía (10). Este método puede aplicarse a todos los alimentos cambiando los líquidos y el tiempo de duración en función del género, la calidad y el volumen. Puede llevarse a cabo partiendo de agua o líquido frío (expansión o dilución) o partiendo de líquido ya en ebullición (expansión atenuada), dependiendo del tipo de preparación a elaborar (11).

#### Hervido por expansión o dilución

Para obtener buenos caldos y fondos, hay que partir de agua fría, ya que se favorece la transmisión de elementos sápidos y aromas al incorporarla a los alimentos. Los solutos, en función del fenómeno osmótico, van de la disolución más concentrada (alimento) hacia la solución menos concentrada (líquido de cocción). Así, durante el hervido, se produce un paso de las sustancias solubles y sápidas, además de compuestos nutritivos hidrosolubles (vitaminas, sales minerales, algunas proteínas, aminoácidos, etc.) hacia el líquido de cocción; y el líquido de cocción, que puede estar aromatizado, salado o azucarado, tiende a penetrar hacia el interior del alimento.

### **Alimentos adecuados para este método**

Se utiliza para la cocción de patatas, legumbres y pescados, para la obtención de fondos o caldos blancos y oscuros y *fumet* de pescado. Los alimentos pobres en agua (legumbres deshidratadas, arroz, pastas italianas) se rehidratan y aumentan de volumen. Los pescados, al ser pobres en colágeno, pueden experimentar una separación de sus fibras musculares si la ebullición es excesivamente larga, lo que conduce a un posible desgarramiento.

### **Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos**

El líquido se enriquece con las sales minerales, vitaminas, proteínas solubles, aminoácidos, etc., por lo que conviene recuperarlo, tanto por su valor nutricional como gastronómico, para caldos y salsas de acompañamiento (11,12).

### **Hervido por expansión atenuada**

Se utiliza si se pretende obtener mejor calidad del alimento cocido que del caldo. Al introducir un alimento en un líquido cuya temperatura esté próxima a la de ebullición, se produce una coagulación inmediata de las proteínas superficiales, una especie de "sellado", lo que impide que se produzca el intercambio de elementos aromáticos y sápidos con la misma facilidad que partiendo de líquido frío, por lo que se obtendrá una mejor calidad nutricional y organoléptica en la pieza cocinada y un caldo algo menos sustancioso (5,11).

### **Alimentos adecuados para este método**

Se utiliza para verduras, hortalizas, pastas, arroces, huevos, pescados azules, crustáceos y piezas de carne o ave. En el caso de los alimentos de origen vegetal, esta cocción presenta varias ventajas: a) acorta el tiempo de cocción; b) mantiene el color verde de los vegetales ricos en clorofila; c) precipita parte de la cal del agua, impidiendo que se combine con la sal, las pectinas o las leguminas, lo que evita el endurecimiento de hortalizas y legumbres; y d) preserva el contenido vitamínico (destruye las oxidases) y las sales minerales.

### **Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos**

Las cocciones prolongadas favorecen la pérdida de nutrientes, especialmente en las verduras y hortalizas. Para lograr la menor pérdida posible, conviene cortarlas en grandes trozos, sin dejarlas previamente en remojo, cocinarlas sin pelar, si es factible, y utilizar la menor cantidad de agua posible. También la utilización de un fondo consistente y rico en elementos disueltos limita la salida de

las sustancias hidrosolubles del alimento. Se puede aprovechar el líquido de cocción, rico en sustancias solubles, para elaborar otros platos, como cocidos, sopas, purés o salsas (13).

### **Vapor**

El cocinado al vapor consiste en cocer los alimentos por condensación y convección del vapor de agua caliente ( $\approx 100$  °C) a presión atmosférica de  $\approx 0,1$  MPa. Aunque el vapor es menos denso que el agua líquida y establece menos contacto con los alimentos, compensa esta pérdida de eficiencia con más ganancia de energía. Se necesita una gran cantidad de energía para transformar el agua líquida en gas; y a la inversa, el agua gaseosa libera esa misma cantidad de energía cuando se condensa sobre un objeto más frío. Así pues, las moléculas de vapor no solo transmiten a los alimentos la energía de su movimiento, sino también su energía de evaporación. Esto significa que la cocción al vapor es especialmente rápida para llevar la superficie del alimento al punto de ebullición y mantenerla eficazmente en ese estado (9,10). La cocción al vapor también puede llevarse a cabo a presiones elevadas (de  $\approx 0,11$ - $0,20$  MPa), en cuyo caso la temperatura del vapor y del alimento es de  $\approx 102$ - $120$  °C (9,11).

### **Alimentos adecuados para este método**

Suele aplicarse mayoritariamente a verduras y hortalizas, que quedan con una agradable consistencia al dente. También pueden cocerse al vapor los pescados, que con esta técnica no se deshacen, y las carnes (por ejemplo, aves), que resultan más blandas y jugosas. Las ventajas de esta técnica son muchas. Como los alimentos no están sumergidos en agua, las sustancias hidrosolubles se retienen mejor y el alimento resulta más sávido, por lo que se preservan mejor sus cualidades organolépticas y nutricionales. Es un método que permite conservar la forma, la textura y la consistencia originales de los alimentos, que en ningún caso se secan ni se queman (5,11,14). La cocción al vapor respeta el sabor de los alimentos. Así, si el sabor original es fuerte, se mantendrá hasta el final, de modo que es indispensable blanquear en agua las hortalizas cuyo olor es particularmente pronunciado (coliflor, coles y otras hortalizas con olor intenso). Conviene cortar los alimentos en trozos de similar tamaño para que la cocción sea uniforme. También se utiliza para descongelar, recalentar y mantener calientes los platos cocinados, o para la cocción de los alimentos envasados al vacío (11).

### **Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos**

Se trata de una de las técnicas que mejor conserva el valor nutricional de los alimentos: como no se encuentran sumergidos en ningún líquido, se limita el fenómeno de la ósmosis, y como no superan los 100 °C, el alimento conserva una gran parte de sus

vitaminas y minerales. Por otra parte, la cocción al vapor hace que la fibra alimentaria resulte más digestiva. Finalmente, se trata de una técnica que no requiere de adición de grasa extra, por lo que el valor calórico final de las elaboraciones no aumenta (5,11,12,15,16).

### Microondas

Es la cocción de los alimentos en presencia de una pequeña cantidad de agua o líquido (estofado/asado) o una gran cantidad de agua o líquido (hervido) utilizando un horno microondas.

La temperatura del líquido de cocción y la de los alimentos es de unos 100 °C y la presión, 0,1 MPa (9). Los hornos microondas emiten ondas electromagnéticas de alta frecuencia que se propagan en línea recta y hacen que las moléculas de agua se muevan y generen calor mediante fricción, calentando de este modo los alimentos (5,14).

### Alimentos adecuados para este método

Pueden prepararse prácticamente todos los alimentos, si bien verduras, hortalizas y pescados quedan especialmente sabrosos. Para llevar a cabo unas buenas prácticas, conviene introducir en el microondas materiales de cristal o plástico autorizados expresamente por el fabricante (17), y preferentemente con formato redondo para evitar que los alimentos situados en las esquinas se cocinen en exceso. Asimismo, conviene recordar que cualquier alimento cortado en dos o más trozos se cuece en la mitad de tiempo que una pieza entera. Esta técnica ofrece la ventaja de permitir el descongelado rápido de los alimentos, con todas las ventajas higiénico-sanitarias que ello implica, además de la seguridad, rapidez y comodidad (14,18,19).

Cocinar con microondas, por otra parte, puede tener algunos inconvenientes desde el punto de vista gastronómico. En el caso de las carnes, el calentamiento rápido puede causar una mayor pérdida de fluidos, con la consiguiente textura seca, y resulta más difícil controlar el punto de hechura. Esto puede resolverse encendiendo y apagando el horno para retardar el calentamiento, pero no es cómodo ni permite establecer protocolos culinarios. Otro inconveniente es que las microondas no pueden tostar muchos alimentos a menos que los deshidraten, ya que la superficie no se calienta más que el interior (10). Esta ausencia de tostado puede suponer en muchos casos una pérdida organoléptica importante.

### Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos

Los alimentos preparados al microondas conservan de forma notable sus nutrientes y propiedades organolépticas, ya que no se superan los 100 °C de temperatura y, además, el proceso es muy rápido (5). Como además no se requiere la adición de aceite o grasas, o, si se añaden, son cantidades pequeñas, se trata de un método que no incrementa el valor calórico de las preparaciones.

## COCINADO POR CALOR SECO

Se trata de técnicas de cocción que emplean como medio de transferencia de calor desde la fuente de energía a la superficie del alimento el aire o grasa o radiación (por ejemplo, el infrarrojo) y la conducción (por ejemplo, la parrilla de contacto). Debido al calor específico y otras propiedades físicas que presentan tanto el aire, como aceites o grasas, estos métodos implican siempre trabajar con temperaturas bastante elevadas (20).

### Fritura

Las características sensoriales agradables y distintivas de los alimentos fritos explican que el hombre haya disfrutado de ellos durante miles de años (21). De hecho, la fritura probablemente es una de las técnicas más antiguas de preparación de alimentos y constituye uno de los primeros procesos técnico-culinarios que ha permitido prolongar la vida útil de los alimentos (22,23).

La fritura es una práctica común, fácil y rápida. Consiste en el calentamiento de los alimentos mediante un sistema lipídico a temperatura elevada (140 °C-200 °C), que actúa como fuente de calor seco. Si el recipiente es suficientemente profundo para sumergir el alimento por completo, se trata de fritura profunda (*deep frying*). En ella, la diferencia térmica elevada entre el aceite y el alimento consigue, en un tiempo relativamente corto, la cocción completa y el dorado uniforme en toda la superficie (20,24). Si la inmersión es parcial porque el recipiente es de poca profundidad y con bajo nivel de aceite, se trata de fritura superficial (*shallow frying*). La parte del alimento sumergida se fría y la que no está en contacto con el aceite se cuece por el vapor intenso que va desprendiéndose del mismo producto al calentarse.

Uno de los objetivos fundamentales de la fritura es hacer los alimentos más apetecibles. Durante la fritura, el aceite utilizado pasa a formar parte del alimento final en cantidades que oscilan entre un 10% y un 40% y reemplaza parte de su contenido en agua (12). La grasa es el agente palatable natural por excelencia, por lo que la fritura mejora sensorialmente de forma notable la comida (25). Además, la cobertura externa dorada y de textura crujiente potencia el sabor del alimento frito, que, junto con la rapidez del proceso, hacen de la fritura uno de los métodos de cocción más populares en la cocina doméstica, el restaurante y la industria de comida rápida (26).

### Alimentos adecuados para este método

Prácticamente todos los alimentos pueden freírse. En el caso de los pescados, lo mejor es utilizar los cortes o porciones de menor grosor. En carnes, con el fin de conservar mejor sus jugos y nutrientes, es conveniente que el corte no sea excesivamente delgado. Si el método es fritura superficial, conviene utilizar la cantidad mínima de aceite y siempre bien caliente.

### **Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos**

Como ya se ha explicado, la fritura implica un proceso fisicoquímico complicado, influido simultáneamente por numerosos factores, como la composición de la grasa de freír, las características intrínsecas del alimento (naturaleza, textura, tamaño y forma) y las condiciones de fritura (temperatura, tiempo, calentamiento intermitente o continuo, complemento de aceite fresco, modelo de la freidora, uso de filtro, etc.) (25,27,28)

Durante la fritura ocurre una transferencia simultánea de calor y masa (29). La transferencia de calor a través del calentamiento rápido del aceite produce la cocción casi inmediata del alimento tras su inmersión en el aceite (30). La transferencia de masa implica la pérdida de humedad (especialmente en la cobertura externa) y, en menor medida, de grasa, carbohidratos, proteínas y vitaminas, y, de forma simultánea, la absorción de aceite por parte del alimento a partir del aceite de freír (31,32). Por lo tanto, ambos (el alimento frito y el aceite) tienen influencia mutua y, conjuntamente, fomentan la aparición de reacciones químicas complejas, además de transformaciones físicas y sensoriales (33).

La fritura en grasa tiene algunas ventajas significativas sobre otros métodos. Dado que la temperatura del aceite es elevada, aunque el centro del alimento no supera los 100 °C, se necesita un tiempo de cocción corto (por ejemplo, entre 4 y 20 minutos para carne y pescado y entre 3 y 15 minutos para hortalizas y patatas) (20). En estas circunstancias, se produce menor deterioro a nivel nutricional, especialmente en las vitaminas sensibles al calor, en comparación con el horneado o la cocción en agua (23). La retención de vitaminas depende más de la temperatura interna del alimento, que generalmente varía entre 70 y 90 °C, que de la del aceite de fritura (34). Además, debido a la baja actividad de agua del medio calefactor, las pérdidas por lixiviación de nutrientes (vitaminas hidrosolubles) son muy escasas en comparación con la técnica de hervido (12).

Los aceites y grasas de fritura son los responsables de generar, potenciar, vehiculizar y liberar el *flavor* particular, las características sápidas y de desarrollar el color dorado y la textura característicos de los alimentos fritos (35). Todos estos cambios deseados sufridos en la composición del aceite, parcialmente a costa de la pérdida de nutrientes, constituyen el resultado de reacciones de pardeamiento, como la caramelización del almidón, principalmente en hortalizas y verduras, y la reacción de Maillard entre azúcares y proteínas (36). Los ácidos grasos de los triacilglicéridos, principales componentes de los aceites o grasas, se oxidan en grado variable durante la fritura y en último lugar se deterioran (37). Así, principalmente es la degradación del ácido linoleico, y no tanto la del ácido oleico, la que produce compuestos tales como alcanos, lactonas, hidrocarburos y otras sustancias cíclicas, que contribuyen de forma fundamental al sabor frito. Al mismo tiempo, y como consecuencia del calor, se produce la inmediata coagulación de las proteínas superficiales, especialmente en carnes y pescados (34).

De forma simultánea, a temperaturas altas se producen modificaciones no deseadas como resultado de reacciones químicas de hidrólisis, oxidación, isomerización y polimerización (38). Entre

otras sustancias, se forman compuestos polares (peróxidos, aldehídos, pirroles, tioles, sulfuros, alcoholes de bajo peso molecular, ácidos grasos libres, cetonas, etc.), además de hidrocarburos (34), isómeros trans (39), diglicéridos y monoglicéridos, compuestos cíclicos, epoxi (40) y acrilamida, lo que determina su incorporación en mayor o menor grado al alimento frito y contribuye negativamente a su calidad nutricional; sustancias que pueden llegar a ser tóxicas y perjudiciales para la salud (36). Cuando la fritura se desarrolla de forma excesiva, además de las sustancias oxidadas, aparecen sabores desagradables, aumenta la formación de espuma, la intensidad del color y la viscosidad del aceite. Sin embargo, se ha encontrado recientemente que los compuestos fenólicos presentes en el medio de fritura atrapan estos compuestos tóxicos y reducen la toxicidad (41). Por lo tanto, es importante que estén presentes o puedan retenerse antioxidantes naturales para disminuir la toxicidad durante la fritura (42).

El aceite, en el punto justo de temperatura, debería cubrir el alimento para favorecer la producción de una costra dorada externa que minimice la penetración del aceite a su interior y se reduzca el deterioro del aceite y la formación de productos indeseables (5). Para impedir que el interior del alimento absorba demasiado aceite y quede blando, se empana o reboza previamente, lo que favorece también la formación de una costra, que, a su vez, proporciona un efecto crujiente final, especialmente en las verduras, y potencia el sabor del alimento frito (14).

En la elección de la grasa de cocción debe tenerse en cuenta que la fritura exige aceites muy resistentes (33), capaces de soportar sin alteraciones temperaturas superiores a los 170 °C, que es la temperatura necesaria para gelatinizar y caramelizar el almidón de alimentos como patatas, harina o pan rallado. Se recomienda el empleo del aceite de oliva para las frituras, ya que tiene una alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados, mucho más resistentes al calor que los ácidos grasos poliinsaturados de los aceites de semillas (5).

Cada tipo de aceite soporta diferentes temperaturas de calentamiento y, al calentar uno antes que otro, se somete al ya calentado a temperaturas de recalentamiento que pueden formar compuestos potencialmente nocivos. Por lo tanto, no conviene mezclar, para freír, dos tipos de aceites, ni aceites nuevos con los ya utilizados (33).

Después de cada operación, debe filtrarse el aceite usado siempre que no haya humeado mucho, y puede reutilizarse hasta 3 ó 4 veces en función de la naturaleza del alimento. De todos modos, lo más saludable en las frituras es utilizar aceite nuevo o muy poco usado. El aceite culinario sobrante, por motivos medioambientales, debe depositarse en los circuitos de reciclado (5).

### **Asar**

Existen diferentes métodos de asado (plancha, parrilla, barbacoa, horno, etc.) que gozan de gran popularidad debido al buen sabor que proporcionan a los alimentos. Esta técnica tiene distintas variantes según el método de aplicación del calor, bien sea por una plancha eléctrica, mediante llama o aire caliente.

## El asado a la plancha

Consiste en la cocción de los alimentos en una o entre dos placas de metal calientes, a una temperatura elevada (180-250 °C) (20). Este método de cocción, cómodo, rápido y sabroso, no necesita adición de grasa en sentido estricto. La alta temperatura hace que las proteínas se coagulen, creando una costra crujiente que permite retener el jugo de los alimentos en su interior. Conviene utilizar las planchas bien calientes antes de añadir el alimento para evitar la lixiviación y pérdidas de nutrientes y agua. Los alimentos quedan más sabrosos si se añade un poquito de aceite de oliva virgen extra inmediatamente antes de retirar el alimento de la plancha (5).

## El asado a la parrilla

El asado a la parrilla es la cocción de alimentos por calor radiante directo sobre o bajo una fuente de calor. Los alimentos se encuentran expuestos a las brasas y reciben el calor a través de aire caliente (por el empleo de carbón de leña, radiaciones infrarrojas, etc). La temperatura del aire caliente alcanza valores de entre 200 y 350 °C, aunque el centro del alimento no llega a los 100 °C (20). En estas condiciones, el tiempo de cocción oscila entre los 4 y los 20 minutos para carne y pescado, entre los 30 y los 70 minutos para aves de corral (enteras) y entre 2 y 15 minutos para verduras, patatas y otros alimentos.

## Alimentos adecuados para estos métodos

Este método de cocción puede utilizarse con todo tipo de alimentos, aunque habitualmente se emplea para carnes, pescados y verduras. El tamaño de las piezas del alimento condiciona el método de asado (43). Las verduras, sobre todo las más ricas en agua, responden bien a la cocción en parrilla o a la plancha porque se intensifica su sabor y se forma suficiente vapor de agua en el interior, que las reblandece.

El pescado, asado a temperatura moderada, se protege de una deshidratación excesiva untado previamente en aceite (solamente si se trata de pescados magros). Este método proporciona a los pescados unas características organolépticas excelentes sin necesidad de añadir demasiada grasa y, además, sus propiedades nutritivas permanecen prácticamente inalteradas.

La carne de vacuno (en especial la ternera), al igual que la de cerdo, mejora sus cualidades organolépticas y queda muy jugosa cuando se cocina mediante asado a la parrilla (44).

## Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos

En cocciones en medio no líquido, y en productos con alto contenido proteico, una temperatura de 100 °C mejora la digestibilidad del alimento, se destruyen algunas toxinas y se inacti-

va la acción enzimática de proteasas y lipasas. A temperaturas superiores a 100 °C, se reduce de forma gradual la digestibilidad y ocurre la reacción de Maillard, acompañada de la destrucción de aminoácidos como la lisina, la cisteína o el triptófano, lo que implicaría una reducción del valor nutritivo del alimento.

En general, el asado afecta a las propiedades nutritivas de los alimentos de forma similar al horneado. El efecto del calor produce, entre otros cambios, pérdida de agua intersticial (que varía entre un 15 y un 35% en función de la naturaleza del alimento), modificación fisicoquímica de las proteínas (coagulación de las proteínas y transformación de la mioglobina, pero no de su valor biológico ni de su coeficiente de utilización digestiva), pérdida de lípidos (los intracelulares permanecen inalterados) y pérdida de vitaminas, sobre todo B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y A (o también a través de los jugos desprendidos que gotean sobre las brasas). Por el contrario, las sales minerales apenas sufren cambios.

Por otra parte, un calentamiento a temperatura elevada puede producir la descomposición de las grasas. Así, el glicerol da paso a la formación de acroleína, un tóxico de efectos irritantes (44). Los métodos de asado, que requieren el contacto directo de la llama con los alimentos (en especial la carne), como es el caso del asado a la parrilla, favorecen la formación de aminas heterocíclicas relacionadas con factores de riesgo para ciertos tipos de cáncer (12). El humo producido en estas técnicas de asado, en mayor o menor grado, contiene algunas sustancias que, en concentraciones excesivas, pueden resultar perjudiciales por su conocido efecto como agentes cancerígenos (por ejemplo: hidrocarburos aromáticos policíclicos) (45-47).

Por todas las razones mencionadas, es preciso utilizar alimentos con poca grasa (como la carne magra), y evitar que llegue a quemarse el alimento asado a la parrilla; es decir, que se exponga de forma directa a la llama. El empleo excesivo de este tipo de cocinado puede suponer un riesgo para la salud. El asado a la parrilla es un método que debe restringirse, si bien el empleo de técnicas culinarias diferentes puede facilitar la adherencia a dietas variadas.

En el caso de las verduras, se aconseja trabajar con parrillas o planchas engrasadas en aceite de oliva y someter a los alimentos a un calor muy vivo inicial, con inmediata reducción de la temperatura posterior, para el desarrollo adecuado de la cocción (película caramelizada en la superficie e interior cocido y jugoso) (44).

## Asado en horno

Se lleva a cabo en el interior del horno, con y sin adición de grasa. Se realiza mediante la combinación de radiación y de convección natural de aire caliente hasta su cocción total (10). La temperatura alcanzada en el interior del horno va desde los 160 °C a los 250 °C, mientras que el centro del alimento no supera los 100 °C. En estas condiciones es necesario un tiempo de cocción que varía entre 30 y 240 minutos (20).

La aplicación de calor indirecto en medio seco admite algunas variantes, como la técnica al *papillote*, una elaboración muy sencilla y requiere poco tiempo. El alimento recibe el calor envuelto

en papel vegetal siliconado, papel de estraza, aluminio o en bolsas especiales. De este modo, los ingredientes, en el interior de un paquete bien cerrado, se someten a una cocción corta en un horno a temperatura media. Los alimentos (verduras, hortalizas, patatas y pescados) se cuecen en su propio jugo y prácticamente no necesitan el condimento posterior, ya que las sustancias responsables del sabor se conservan en su totalidad. Dado que la temperatura que alcanza su interior es moderada y no hay dilución del alimento en agua, se reduce la pérdida de nutrientes como vitaminas sensibles al calor y solubles en agua (44).

### **Alimentos adecuados para este método**

Esta técnica representa uno de los procesos más utilizados para la preparación de alimentos. Habitualmente se emplea para pescados, grandes piezas de carne, de aves o de caza (44).

### **Horneado**

Esta cocción en el horno se aplica usualmente para cocinar alimentos ricos en almidones, como pan, pasteles, pizzas, verduras, frutas y patatas. La temperatura alcanzada por el aire en el horno va de 160 °C a 250 °C; en cambio, la del centro del alimento es inferior a 100 °C. El tiempo de cocción requerido es de 10 a 60 minutos para las hortalizas (verduras, patatas) y frutas y de 20 a 70 minutos para panes, pasteles y pizzas (20).

En general, las frutas y hortalizas son pobres conductores del calor, de manera que, mientras el exterior puede estar muy caliente, el interior está a una temperatura considerablemente más baja, con lo que afecta en menor grado a su valor nutritivo (48). Debe evitarse cortar las frutas y hortalizas en trozos pequeños y que ofrezcan una elevada relación superficie/volumen. Asimismo, se sabe que la cocción provoca cambios significativos en la composición química por modificación de la biodisponibilidad y el contenido de compuestos quimiopreventivos, especialmente en vegetales (49).

### **Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos**

No se necesita añadir aceite, por lo que los alimentos asados aportan menor valor energético. El asado en horno, a una temperatura óptima, deshidrata fácilmente la superficie y forma una costra dorada, crujiente y especialmente sávida (10). Esta capa consigue sellar el alimento y mantener todo el jugo en el interior, aunque en ella se produce la pérdida moderada de algunos aminoácidos por reacciones de Maillard, pero también la desnaturalización o coagulación superficial o completa de las proteínas, que modifica su digestibilidad. La pérdida de nutrientes y vitaminas termolábiles (especialmente tiamina) depende de la transferencia de calor durante el horneado, de su intensidad y de

la duración, lo que, a su vez, varía según la naturaleza, tamaño y forma del alimento (44). El horneado es menos eficaz como medio de transferencia de calor que el hervido, aunque el horneado ofrece la ventaja de no sufrir proceso de lixiviación, si bien pueden perderse nutrientes a través de los jugos desprendidos. Cuando la receta permite aprovecharlos, la pérdida tiende a ser mínima, como ocurre en el caso de los minerales (48).

La técnica de asado es fácil, rápida, limpia y permite cocinar una gran cantidad de alimentos con poca grasa. En el caso de la carne, para que el horneado sea correcto, se debe empezar con calor intenso para que se forme en la superficie de la pieza una costra que evite perder agua y se conserven así mejor los nutrientes en el interior. De esta forma, se obtiene una carne más sabrosa y jugosa. En el horneado debe realizarse un control adecuado de tiempo y temperatura con el fin de reducir las pérdidas de nutrientes. Es más recomendable temperaturas altas y tiempos cortos que a la inversa (11).

### **COCCIÓN MIXTA, EN LA QUE SE CONJUGAN LOS FENÓMENOS DE CONCENTRACIÓN Y EXPANSIÓN**

Existen tecnologías mixtas en las que el calor se transmite al alimento a través de un medio que puede contener tanto grasa como agua. Estos líquidos pueden añadirse, ser aportados por el propio alimento (de modo particular, los de origen vegetal) o desprenderse de la guarnición que le acompañe. Las cocciones mixtas son técnicas muy habituales dentro de los hábitos alimentarios españoles. El recetario español es rico en guisos y estofados (50-52). Casi cualquier alimento es susceptible de ser guisado: cereales, legumbres, verduras, carnes, pescados.

En esta técnica, primero se dora la carne y después se somete a la cocción en un líquido denso y aromático que se utilizará como salsa de acompañamiento. En la primera fase, el alimento se somete a altas temperaturas con calor seco y algo de grasa, hasta que se produce el efecto Maillard: se coagulan las proteínas superficiales y se dora el exterior del alimento (cocción por concentración). En una segunda fase se añade un líquido (vino, caldo o un fondo blanco u oscuro con elementos aromáticos y de sazónamiento) y se cuece el alimento hasta su punto óptimo de cocinado (expansión). Es inevitable una cierta salida de elementos sápidos, que servirán de ayuda para la elaboración de jugos y salsas de acompañamiento. La cocción mixta se utiliza sobre todo para carnes duras y/o ricas en colágeno, que deben cocer mucho tiempo en medio húmedo (11,53).

Los métodos de cocinado mixtos pueden clasificarse en:

### **Brasear o bresar**

Cocer un alimento lentamente, durante largo tiempo, a fuego suave, en compañía de elementos de condimentación, como un lecho de hortalizas, vino, caldo y en un recipiente provisto de tapadera. Se utiliza para grandes piezas de carnes que precisan

largas cocciones. En estos casos, previamente se dora la carne con algo de grasa para coagular las proteínas superficiales.

### Salteado

Consiste en cocinar los alimentos en una sartén con una pequeña cantidad de grasa, lo que da lugar a la tostación superficial del alimento. La temperatura del aceite o de la grasa se sitúa entre los 160 °C y los 200 °C, y la del interior del alimento es inferior a 100 °C. El tiempo de cocción puede variar. Por ejemplo, 2-8 minutos para huevos, 4-20 minutos para carnes y pescados y 3-15 minutos para verduras, hortalizas y otros alimentos (9). El wok es un utensilio de tradición oriental que da nombre a una técnica culinaria de plena actualidad que, en realidad, es un salteado (53).

### Saltear con salsa o estofar

Saltear con salsa es cocer en un recipiente tapado alimentos cortados en dados, con un poco de grasa y en un líquido más o menos espeso, a fuego lento y, en algunos casos, dorados de antemano. Se aplica sobre todo para carnes de segunda o tercera, ricas en colágeno y que necesariamente deben cocer largo tiempo. También para carnes tiernas que, una vez doradas, cuecen poco tiempo con algo de humedad. En ambos casos los alimentos se sirven junto con el líquido de cocción que forma la salsa y con el resto de elementos que formarán la guarnición. En las carnes, la formación de la capa dorada, mediante la coagulación de las proteínas superficiales, evita en parte la salida de elementos sápidos (11).

### Guisar

Guisar es cocer principalmente con la intervención tanto de agua como de grasa. A veces se realiza después de un rehogado previo de sus ingredientes. Otras veces, el rehogado se realiza al final.

### Efectos sobre el valor nutricional de los alimentos

Conviene respetar para cada alimento tanto las temperaturas como los tiempos de cocción para evitar así pérdidas nutritivas y gastronómicas. Asimismo, es importante no añadir cantidades elevadas de grasa para evitar elaboraciones excesivamente calóricas. Dado que en las técnicas de cocción mixtas no se produce un importante sellado superficial (que sí se genera en otros procesos, como la fritura), hay una entrada continua de grasa al alimento durante todo el proceso. Por eso, es importante que la grasa tenga calidad nutricional (aceite de oliva, preferentemente) (11,54).

## FACTORES DE RETENCIÓN DE LOS NUTRIENTES

Es un hecho que los tratamientos culinarios dan lugar a pérdidas nutricionales, principalmente de vitaminas hidrosolubles. Los minerales no se deterioran notablemente por el tratamiento térmico, pero sí pueden perderse en el agua de cocción o en los líquidos que desprenden las carnes. Es difícil establecer las pérdidas de nutrientes debidas al cocinado, y aunque hay un creciente número de estudios al respecto, la mayoría de ellos se refieren a experimentos muy específicos, generalmente con alimentos vegetales, y no extrapolables a otros grupos de alimentos (15,16,55,56). En la tabla I se muestran algunos porcentajes medios de pérdidas de vitaminas hidrosolubles para los distintos grupos de alimentos debido al cocinado y drenado de alimentos. Esta tabla clásica es orientativa, ya que las pérdidas reales dependen en cada caso de múltiples factores, principalmente del binomio tiempo-temperatura, pero también de otros, como el tipo de alimento y su estado y el método de cocción. Para conocerlos en cada caso, hay que estudiar individualmente cada alimento (12). Más aún, no solo las técnicas de cocinado propiamente dichas, sino la preparación previa de los alimentos (incluyendo el lavado, pelado, cortado, laminado, fileteado, etc.) da lugar a pérdidas de nutrientes (16,57). En este sentido, en el ámbito europeo, se ha propuesto un conjunto de normas para establecer sistemáticamente la retención real de nutrientes en los alimentos según recetas, teniendo en cuenta los diferentes grupos de alimentos y las técnicas culinarias (58).

El factor de retención de un nutriente es la cantidad absoluta de nutriente que queda retenido en el alimento tras su preparación en relación a la cantidad absoluta de nutriente presente en el alimento antes de su preparación (9,58). Así, estas normas, con el objetivo de armonizar el inventario de factores de retención de nutrientes, compilan las fuentes de información más comúnmente empleadas en la actualidad (9,20,59,60). Los factores utilizados prioritariamente proceden (citados en orden) de los trabajos de Bognár (sin duda el más completo), McCance (59) y USDA (60),

**Tabla I. Pérdidas de vitaminas debidas a la cocción y drenado de los alimentos (adaptado de Gil y cols., 2017)**

| Vitaminas                     | Pérdidas (%) por cocción y drenado |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Vitamina A                    | 35                                 |
| Beta-caroteno                 | 35                                 |
| Vitamina C                    | 75                                 |
| Tiamina (B <sub>1</sub> )     | 70                                 |
| Riboflavina (B <sub>2</sub> ) | 45                                 |
| Niacina                       | 55                                 |
| Piridoxina (B <sub>6</sub> )  | 65                                 |
| Folato (B <sub>9</sub> )      | 75                                 |
| Vitamina B <sub>12</sub>      | 50                                 |

y se encuentran disponibles para alimentos cocinados por calor seco (asado, horneado, gratinado, plancha, carbón), cocinados por calor húmedo (vapor, presión, hervido, braseado, estofado, pochado) y cocinados con aceites o grasas (fritura, rehogado).

A modo de ejemplo, en la tabla II se muestran los factores de retención para algunas de las vitaminas más termolábiles (folato, tiamina, vitamina C y vitamina A) en diferentes grupos de alimentos de origen vegetal, que suelen ser los que mayores pérdidas nutricionales experimentan (61), y de acuerdo con las técnicas de cocinado citadas. Todas las demás técnicas culinarias (microondas, calentamiento del recipiente, recalentado, escaldado o blanqueado) se asigna a la que más se ajuste de las tres anteriores (58).

Más recientemente, incluso, se ha propuesto una guía específica para operadores de empresas alimentarias para calcular paso a paso el contenido de nutrientes considerando los factores de retención y poder establecer así una correcta declaración nutricional, tal como se indica en el Reglamento (UE) n.º 1169/2011 relativo a la información alimentaria a los consumidores, con el objetivo de poder establecer, de alguna manera, un modelo de "trazabilidad nutricional" (62).

## CONCLUSIONES

Las técnicas culinarias mejor estudiadas y descritas, en cuanto a fundamentos y a efectos generales sobre el valor nutricional de los alimentos, son las técnicas de cocción realizadas en medio húmedo, en medio seco y mixtas, con sus diferentes modalidades. En las pérdidas reales de nutrientes en un alimento específico intervienen múltiples factores, principalmente, el binomio tiempo-temperatura, pero también el tipo y el estado del alimento, la manipulación previa y el método de cocción. Hasta el momento, la forma más precisa de calcular estas pérdidas nutricionales es aplicando los factores de retención de nutrientes establecidos por convenio según grupos de alimentos y técnicas culinarias.

Los estudios de revisión y actualización del conocimiento de los diferentes métodos culinarios más comúnmente empleados, así como de otros métodos más innovadores, son fundamentales y deberían llevarse a cabo regularmente para asegurar la mejor calidad, tanto nutricional como gastronómica, de las diferentes elaboraciones.

**Tabla II. Factores de retención de nutrientes (% de retención de folatos, tiamina, vitamina C y vitamina A) para grupos de alimentos de origen vegetal según las técnicas culinarias empleadas (adaptado de EuroFIR, 2008)**

| Grupos de alimentos   | Método de cocinado | Factor de retención de nutriente (%) |              |            |            |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------|------------|------------|
|                       |                    | Folatos (B9)                         | Tiamina (B1) | Vitamina C | Vitamina A |
| Verduras y hortalizas | Calor seco         | 78                                   | 86           | 81         | 93         |
|                       | Calor húmedo       | 61                                   | 80           | 70         | 94         |
|                       | Con aceites/grasas | 74                                   | 88           | 86         | 94         |
| Frutas                | Calor seco         | 60                                   | 80           | 80         | 88         |
|                       | Calor húmedo       | 60                                   | 73           | 55         | 75         |
|                       | Con aceites/grasas | 50                                   | 80           | 70         | 75         |
| Legumbres             | Calor seco         | 80                                   | 85           | 80         | 92         |
|                       | Calor húmedo       | 55                                   | 73           | 60         | 100        |
|                       | Con aceites/grasas | 74                                   | 88           | 86         | 94         |
| Cereales              | Calor seco         | 68                                   | 78           | 78         | 93         |
|                       | Calor húmedo       | 75                                   | 68           | 72         | 93         |
|                       | Con aceites/grasas | 68                                   | 88           | 83         | 90         |

## BIBLIOGRAFÍA

- Varela-Moreiras G, Ansón Oliart R, Martínez de Victoria Muñoz E. Nutrición, cocina y gastronomía. En: Ángel Gil, editor. Tratado de Nutrición, 3.ª ed. Nutrición humana en el estado de salud. Tomo IV: Panamericana; 2017. pp.619-31.
- Cordón F. Cocinar hizo al hombre. 6.ª ed. Barcelona: Tusquets; 1999.
- Castro Rodríguez B, Castells Esqué P, Martínez de Victoria Muñoz E. Nutrición, cocina y gastronomía. En: Ángel Gil, editor. Tratado de Nutrición, 2.ª ed. Nutrición humana en el estado de salud. Tomo III: Panamericana; 2010. pp. 397-422.
- Varela G, Varela-Moreiras G. Historia y concepto de la Ciencia de la Nutrición. En: R. Tojo, editor. Tratado de Nutrición Pediátrica: Ediciones Doyma; 2001.
- Aranceta Bartrina J, Arijalva V, Maíz Aldalur E, Martínez de Victoria Muñoz E, Ortega Anta RM, Pérez-Rodrigo C, et al.; Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Guías alimentarias para la población española (SENC, diciembre 2016); la nueva pirámide de la alimentación saludable. Nutr Hosp 2016;33(Supl. 8): 1-48.
- Ansón Oliart R, Varela-Moreiras G. Gastronomía saludable. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. Madrid: Ed. Everest; 2007.
- Adriá F, Fuster V, Corbella J. La cocina de la salud. Madrid: Planeta; 2011.
- Navarro V, Serrano G, Lasa D, Aduriz AL, Ayo J. Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. Int J Gastron Food Sci 2012;1:37-45.
- Bell S, Becker W, Vázquez-Cañedo AL, Hartmann, BM, Møller A, Buttriss J. Report on Nutrient Losses and Gains Factors used in European Food Composition Databases. Federal Research Centre for Nutrition and Food (BfEL); 2006. Available from: <http://www.eurofir.net>

10. McGee H. On food and cooking. 5.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Debate; 2010.
11. García Vicente VR. Técnicas de cocina. Madrid: Ediciones Norma-Capitel; 2008.
12. Gil Hernández A, Juárez Iglesias M, Fontecha Alonso J. Influencia de los procesos tecnológicos sobre el valor nutritivo de los alimentos. En: Ángel Gil, editor. Tratado de Nutrición, 3.<sup>a</sup> ed. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo III. Panamericana; 2017. pp. 585-621.
13. Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba I, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J, Serra Majem LI. Guía de la alimentación saludable. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria; Madrid; 2004.
14. Nieto C. Técnicas de cocción: sabor, color, textura y nutrientes a buen recaudo. Farmacia Profesional 2014;28(3):15-20.
15. Xu F, Zheng Y, Yang Z, Cao S, Shao X, Wang H. Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. Food Chem 2014;161:162-7.
16. Fabbri A, Crosby G. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. Int J Gastron Food Sci 2016;3:2-11.
17. Comisión Europea (CE). Materiales en contacto con alimentos. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea; 2015. Disponible en: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_fcm\\_legis\\_pm-guidance\\_brochure\\_espa.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_fcm_legis_pm-guidance_brochure_espa.pdf)
18. Tang J. Unlocking potentials of microwaves for food safety and quality. J Food Sci 2015;80(8):E1776-93.
19. World Health Organization (WHO). Electromagnetic fields and public health. Microwave Ovens. WHO International EMF Project Information Sheet; 2005. Available from: [http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/microwaveovens\\_infosheet.pdf?ua=1](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/microwaveovens_infosheet.pdf?ua=1)
20. Bognár A. Tables on weight yield of food and retention factors of food constituents for the calculation of nutrient composition of cooked foods (dishes). Federal Research Centre for Nutrition. Institute of Chemistry and Biology; 2002. Available from: [http://www.fao.org/uploads/media/bognar\\_bfe-r-02-03.pdf](http://www.fao.org/uploads/media/bognar_bfe-r-02-03.pdf)
21. Stier RF. Chemistry of frying and optimization of deep-fat fried food flavour: An introductory review. Eur J Lipid Sci Technol 2000;102:507-14.
22. Morton I. Geography and history of the frying process. II Symposium Internacional sobre "fritura de los alimentos". Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas 1996;49:247-9.
23. Saguy IS, Dana D. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. J Food Eng 2003;56:143-52.
24. Oztop MH, Sahin S, Sumnu G. Optimization of microwave frying of potato slices by using Taguchi technique. J Food Eng 2007;79(1):83-91.
25. Varela Moreiras O, Ruiz-Rosso B, Varela G. Effects of frying on the nutritional value of foods. In: Valera G, Bender AE, Morton ID, eds. Frying of Food. Chichester: Ellis Horwood; 1988.
26. Warner K. Chemistry of frying oils. In: Akoh CC, Min DB, eds. Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2008. pp. 189-202.
27. Chatzilazarou A, Gortzi O, Lalas S, Zoidis E, Tsaknis J. Physicochemical changes of olive oil and selected vegetable oils during frying. J Food Lipids 2006;13:27-35.
28. Kalogianni EP, Karastogiannidou C, Karapantsios TD. Effect of potato presence on the degradation of extra virgin olive oil during frying. Int J Food Sci Technol 2010;45:765-75.
29. Ahromrit A, Nema PK. Heat and mass transfer in deep-frying of pumpkin, sweet potato and taro. J Food Sci Technol 2010;47:632-7.
30. Alvis A, Vélez C, Rada-Mendoza M, Villamiel M, Villada HS. Heat transfer coefficient during deep-fat frying. Food Control 2009;20:321-5.
31. Krokida MK, Oreopoulou V, Maroulis ZB. Water loss and oil uptake as a function of frying time. J Food Eng 2000;44:39-46.
32. Sosa-Morales ME, Orzuna-Espiritu R, Vélez-Ruiz JF. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. J Food Eng 2006;77:731-8.
33. Dobarganes MC, Márquez-Ruiz G, Velasco J. Interactions between fat and food during deep-frying. Eur J Lipid Sci Technol 2000;102:521-8.
34. Pokorný J. Changes in nutrients at frying temperatures. In: Boskou D, Elmadafa I, eds. Frying of Food. Boca Raton, Florida: CRC Press; 1999.
35. Giese J. Fats, oils, and fat replacers. Food Technol 1996;50(4):78-84.
36. Boskou D. Frying fats. In: Sikorski ZE, Kolařkowska A, eds. Chemical Functional Properties of Food Lipids. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2003. pp. 320-38.
37. Aniolowska M, Zahran H, Kita A. The effect of pan frying on thermooxidative stability of refined rapeseed oil and professional blend. J Food Sci Technol 2016;53:712-20.
38. Choe E, Min DB. Chemistry of deep-fat frying oils. J Food Sci 2007;72:77-86.
39. Martin JC, Nour M, Lavillonnière F, Sbédo JL. Effect of fatty acid positional distribution and triacylglycerol composition on lipid by products formation during heat treatment: II. Trans isomers. J Am Chem Soc 1998;75:1073-8.
40. Rojo JA, Perkins EG. Cyclic fatty acid monomer formation in frying fats. I. Determination and structural study. J Am Oil Chem Soc 1987;64:414-21.
41. Zamora R, Aguilar I, Granvogl M, Hidalgo FJ. Toxicologically relevant aldehydes produced during the frying process are trapped by food phenolics. J Agric Food Chem 2016;64:5583-9.
42. Sunil L, Reddy PV, Krishna AG, Urooj A. Retention of natural antioxidants of blends of groundnut and sunflower oils with minor oils during storage and frying. J Food Sci Technol 2015;52:849-57.
43. VV. AA. Larousse Gastronomique en Español. Freixas Angels C, López Tossas E, editors. Barcelona: Larousse; 2011.
44. Caracuel García C. Técnicas de cocción saludables aplicables a la alimentación mediterránea. Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. Anales 2008;21(1):171-9.
45. WCRF-AICR: World Cancer Research Fund & American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective. Second Report. Washington, DC; 2007.
46. Kushi LH, Doyle C, McCullough M, Rock CL, Demark-Wahnefried W, Bandera EV, et al. American Cancer Society Guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention: reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity. CA Cancer J Clin 2012;62(1):30-67.
47. Purcaro G, Moret S, Conte LS. Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: occurrence, legislation and innovative determination in foods. Talanta 2013;105:292-305.
48. Rosenthal AJ. Cooking. Domestic Techniques. En: Caballero B, editor(s)-in-Chief. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2.a ed. Oxford: Academic Press; 2003. pp. 1622-7.
49. Sikora E, Cieslik E, Leszczynska T, Filipiak-Florkiewicz A, Pisulewski PM. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. Food Chem 2008;107(1):55-9.
50. VV. AA. Culinaria España. Editorial Ulman; 2015.
51. Ortega S, Ortega I. Quick and easy Spanish recipes. Phaidon Press; 2016.
52. Gil de Antuñano MJ. Cocina de hoy en España. Ed. Lid; 2013.
53. Wright J, Treuille E. Guía completa de las técnicas culinarias Le Cordon Bleu. Ed. Blume; 2016.
54. Bustos Pueche A. Dietética y cocina. En: Muñoz M, Aranceta J, García-Jalón I, editores. Nutrición aplicada y dietoterapia. 2.<sup>a</sup> edición. Pamplona: Ed. EUNSA; 2004. pp. 725-46.
55. Dos Reis LCR, de Oliveira VR, Hagen ME, Jablonski A, Flôres SH, de Oliveira Rios A. Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alpha F1) grown in an organic system. Food Chem 2015;172:770-7. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.124
56. Bongoni R, Verkerk R, Steenbekkers B, Dekker M, Steger M. Evaluation of different cooking conditions on broccoli (*Brassica oleracea* var. italica) to improve the nutritional value and consumer acceptance. Plant Foods Hum Nutr 2014;69(3):228-34. DOI: 10.1007/s11130-014-0420-2
57. Tiwari U, Cummins E. Factors influencing levels of phytochemicals in selected fruit and vegetables during pre- and post-harvest food processing operations. Food Res Int 2013;50(2):497-506. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.09.007
58. Vásquez-Cañedo AL, Bell S, Hartmann B. Report on collection of rules on use of recipe calculation procedures including the use of yield and retention factors for imputing nutrient values for composite foods. EuroFIR Network of Excellence: 2008. Disponible en: <http://www.eurofir.org/wp-content/uploads/2014/05/6.-Report-on-collection-of-rules-on-use-of-recipe-calculation-procedures-including-the-use-of-yield-and-retention-factors-for-imputing-nutrient-values-for-composite-foods.pdf>
59. McCance and Widdowson. The Composition of Foods, 6th summary edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry. Food Standards Agency; 2002.
60. United States Department of Agriculture (USDA). Agricultural Research Service. Table of Nutrients Retention Factor. Metadata updated February 2017. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/retrn/retrn06.pdf>
61. Roe M, Pinchen H, Church S, Finglas P. Nutrient analysis survey of fresh and processed fruit and vegetables with respect to fibre. Analytical report. Public Health England; 2017.
62. EuroFIR. How to calculate nutrient content of foods. A guideline for food business operators. A step-by-step Guideline for calculating nutrient content for nutrition declaration as indicated in the Regulation (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers; 2015. Disponible en: [http://www.eurofir.org/wp-content/uploads/2015/12/EUROFIR-RECIPE-GUIDELINE\\_FINAL.pdf](http://www.eurofir.org/wp-content/uploads/2015/12/EUROFIR-RECIPE-GUIDELINE_FINAL.pdf)



# Nutrición Hospitalaria



## Alimentación 3.0: aspectos de interés en la práctica diaria

### *Diet 3.0: practical issues in everyday life*

Carmen Pérez Rodrigo<sup>1</sup> y Marta Gianzo Citores<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Campus de Leioa, Vizcaya. <sup>2</sup>BioBANCO Vasco. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF). Baracaldo, Vizcaya

## Resumen

Internet y las nuevas tecnologías han cambiado la forma de obtener información de todo tipo, también información relacionada con la alimentación y la salud. Se han multiplicado las fuentes de información y los generadores de contenidos. El médico, seguido por otros profesionales de la salud, son los profesionales en quien más confían los ciudadanos para consultar sus dudas sobre alimentación y salud, pero internet y las redes sociales se utilizan cada vez con mayor frecuencia.

La información disponible en la red sobre alimentación, nutrición y salud procede de muy distintas fuentes y ámbitos: revistas científicas, instituciones académicas, organismos sanitarios, asociaciones (científicas, profesionales, de consumidores...), empresas de distintos sectores que ofrecen información y venden sus productos o bien particulares con distintos perfiles que pueden estar o no cualificados y presentar opiniones personales independientes o interesadas. El hecho de que al buscar en la red temas de salud los ciudadanos accedan, junto a fuentes contrastadas, a sitios con información de dudosa calidad ha preocupado a las autoridades, Administraciones y organismos competentes y profesionales sanitarios. Hace tiempo que se han impulsado iniciativas para desarrollar sistemas que permitan reconocer webs que ofrezcan contenidos de salud de confianza y de calidad para los usuarios y consumidores. Es necesario que profesionales sanitarios cualificados contribuyan a la difusión en la red de información de calidad y fácil de comprender y que faciliten el acceso a fuentes de información fiables por medio de repertorios.

Los ciudadanos-pacientes-consumidores necesitan información fiable y accesible para poder tomar decisiones informadas sobre su alimentación, sobre su cuidado o el de su familia y para poder participar en iniciativas comunitarias.

#### Palabras clave:

Internet. Medios de comunicación social. Portales del paciente. Alimentación. Salud.

## Abstract

Internet and the new technologies have changed the way of obtaining information of all kinds; also, information related to food and health. The sources of information and content generators have multiplied. Doctors followed by other health professionals are the professional's citizens trust most to consults their doubts regarding health, food and nutrition, but the internet and social networks are increasingly used. The information on food, nutrition and health available on the net comes from very different sources and areas; from scientific journals, academic institutions, health organizations, scientific societies, professional, consumer or other kind of associations, companies from an array of sector who offer information and sell their products, or individuals with different profiles, who may or may not be qualified and present personal opinions, either independent or interested.

The fact that when searching the internet for health issues citizens can access together with contrasted sources, other sites which publish information of uncertain quality has worried competent bodies and health professionals. A number of initiatives have been promoted to develop systems that allow the identification of websites that offer trusted quality health content, useful for patients and consumers. It is necessary that qualified health professionals contribute to the dissemination of quality information, easy to understand, in the internet and facilitate access to reliable information sources through directories.

Citizens-active patients- active consumers need trusted information a reach in order to adopt informed decisions related to food consumption, own care or that of their families as well as to be able to participate in community actions.

#### Key words:

Internet. Social media. Patient portals. Food. Health.

Pérez Rodrigo C, Gianzo Citores M. Alimentación 3.0: aspectos de interés en la práctica diaria. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):85-95

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2132>

#### Correspondencia:

Carmen Pérez Rodrigo. Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Barrio Sarriena, s/n. 48940 Leioa, Vizcaya  
e-mail: [carmen.perezr@ehu.es](mailto:carmen.perezr@ehu.es)

## INTRODUCCIÓN

Desde hace ya algunos años, las nuevas tecnologías (TIC) y los dispositivos electrónicos forman parte del paisaje cotidiano de una buena parte de los ciudadanos, tanto en el ámbito urbano como en el rural. Según un informe publicado en noviembre de 2017 (1), en España nueve de cada diez individuos (92,6%) disponen de al menos un teléfono móvil, y más de la mitad de la población dispone de un ordenador portátil. Además, en casi el 85% de los hogares hay televisor de pantalla plana y ordenador; el 52,8% tiene tableta y casi uno de cada cuatro, *Smart TV*. La telefonía móvil está presente en el 97,6% de los hogares e internet, en el 77,3%.

A la luz de los últimos datos publicados por Eurostat, cada vez aceptamos mejor los servicios públicos digitales (2). El 81% de los europeos y el 80% de los españoles usan regularmente internet y el 82,7% lo ha utilizado en alguna ocasión (3), aunque con una diferencia de 3,8 puntos porcentuales entre hombres y mujeres. También existen diferencias según la edad: es mayor el porcentaje de usuarios entre los jóvenes de 16 a 24 años. Sin embargo, no existen grandes diferencias según el tamaño del hábitat, con más de un 80% de usuarios en todos los entornos, salvo los municipios de menos de 10.000 habitantes (76,5%).

A estos datos hemos de añadir que los contenidos digitales, el comercio electrónico y la publicidad digital son sectores de negocio en expansión, igual que los juegos y las aplicaciones para móviles (4). Los dispositivos móviles juegan un papel cada vez más importante como punto de acceso a internet y, por tanto, como medio para compartir contenidos a través de las redes sociales. Es más: el 80,9% de los internautas accede a la red utilizando un teléfono inteligente.

### ¿EN QUÉ FUENTES NOS INFORMAMOS SOBRE ALIMENTACIÓN Y SALUD? ¿CONFIAMOS EN ELLAS?

Según Eurostat, en 2016 el 48% de la población de la Unión Europea (UE) utilizó internet para buscar información relacionada con la salud. Los ciudadanos de los países del norte de Europa se sitúan en cabeza (Luxemburgo, 71%, Dinamarca, 65%; Finlandia, 65%; Alemania, 63%, y Holanda, 63%). España, con un 49%, se encuentra un punto por encima de la media de la UE (5).

Un informe de la plataforma The Cocktail Analysis refleja que el 91% de la población internauta tiene cuentas activas en redes sociales (con una media de 2,31 redes por individuo), con Facebook a la cabeza, con un 85% de usuarios en 2015 (6).

Más del 60% de los internautas españoles busca información sobre salud en internet con frecuencia. Las mujeres lo hacen en mayor medida, bien para reservar cita para una consulta médica para ellas u otros miembros de su hogar (42,4% de las mujeres que utilizó internet en los tres meses anteriores a la encuesta; 33,4% de los hombres) o para buscar información (67,7% de las mujeres que utilizó internet; 54,6% de los hombres) (3).

El uso generalizado de internet ha supuesto un giro radical a la hora de obtener información de todo tipo y en cualquier momento.

Gracias a los nuevos dispositivos y herramientas conseguimos un acceso universal e inmediato. Pero internet también ha supuesto cambios importantes en la forma de generar la información y de comunicarla. Con el auge de internet, de las páginas web personales y blogs y, muy especialmente, con la popularidad de las redes sociales y el *microblogging*, se han multiplicado las fuentes de información y los generadores de contenidos, que ya no están limitados a los medios de comunicación tradicionales y a los profesionales, sino que cualquier persona, conocedora de un determinado tema o no, profesional o no, puede publicar informaciones y opiniones que, en principio, los usuarios encontramos al mismo nivel.

En este contexto, ha surgido un nuevo perfil de *influenciadores* en la opinión y en la toma de decisiones de las personas que buscan información o simplemente navegan por la red; prescriptores sobre multitud de temas, entre otros, los relacionados con la salud, la alimentación y la nutrición (7).

En 2015, tres estudios recogieron información relacionada con la búsqueda de información sobre salud y el grado de confianza que inspira cada fuente: el informe *Los pacientes y la e-Salud*, elaborado por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI (OnTSI); el estudio ENPE (8) elaborado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) junto con SPRIM y la colaboración de Sigma Dos e impulsado por la Fundación Eroski, y la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología, elaborada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fecyt) (9).

Las tres fuentes coinciden en que el médico es el profesional en quien más confían los ciudadanos para consultar sus dudas sobre alimentación y salud, aunque también ocupan un lugar destacado otros profesionales sanitarios, como los enfermeros y los farmacéuticos, así como científicos y profesores, que merecen la confianza de los ciudadanos.

Tanto el estudio ENPE como otros informes reflejan que internet y las redes sociales se utilizan cada vez con mayor frecuencia para buscar información sobre salud (Fig. 1). No obstante, la investigación cualitativa realizada en el estudio ENPE subrayaba que internet inspiraba desconfianza, mientras que inspiran confianza y credibilidad los medios de comunicación de gran penetración e impacto en los hogares, como la televisión, sobre todo las declaraciones expresadas por personajes muy populares. El estudio de Fecyt confirma que internet es la primera fuente de información sobre ciencia (39,8% de los encuestados), seguida de la televisión (31,9%).

### ¿SOBRE QUÉ TEMAS SE CONSULTA EN INTERNET?

Los temas concretos sobre los que se busca información son diversos, pero con frecuencia están relacionados con la alimentación y la nutrición. Hasta un 54,2% de la población ha usado internet para obtener información sobre nutrición y hábitos de vida saludables o sobre diagnóstico o enfermedades de uno mismo o de alguien de su entorno (52,1%). Además, un 50,9% busca

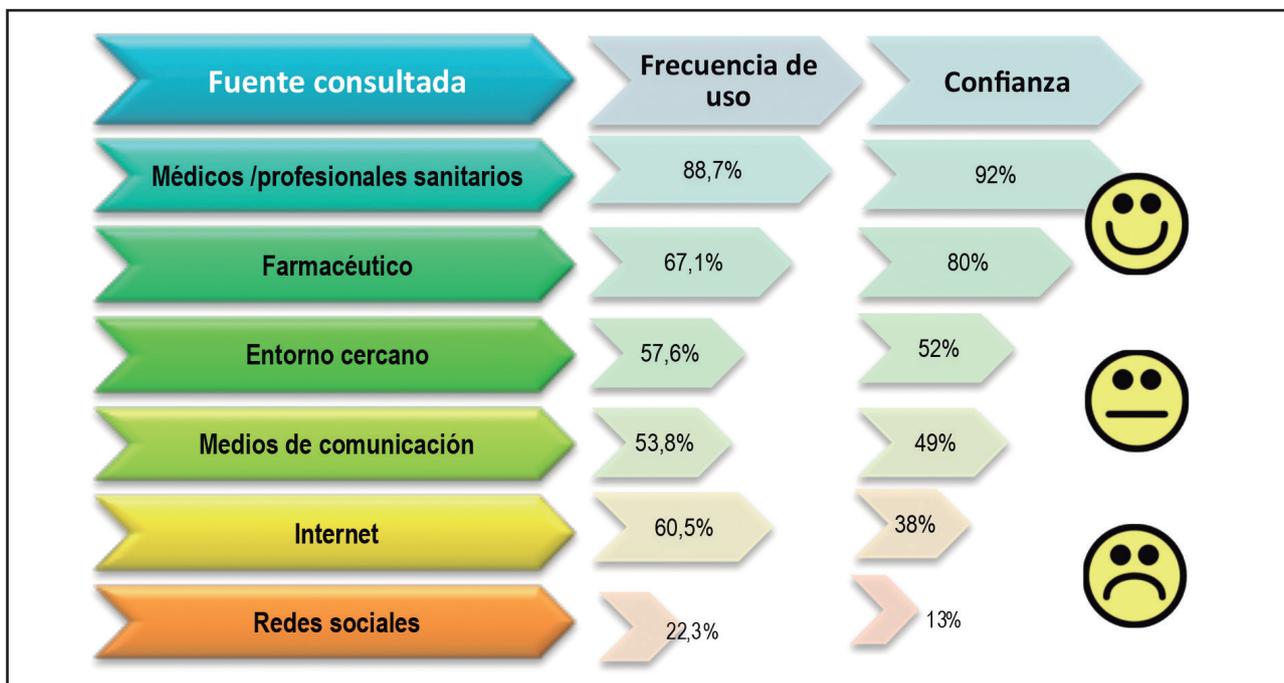


Figura 1.

Fuentes de información relacionadas con la salud: frecuencia de uso y confianza. Fuente: Modificado de Red.es, ONTSI.

síntomas propios o de personas cercanas. También se busca con frecuencia información relativa a tratamientos (47%), centros sanitarios (46,5%) y algún medicamento recetado (46,4%).

**¿COMPRENDEMOS LA INFORMACIÓN QUE ENCONTRAMOS EN INTERNET?**

Un 51,8% de la población afirma entender de forma más o menos adecuada la información de salud que se obtiene de internet. Casi la otra mitad dice que solo la entiende alguna vez o nunca.

**¿CÓMO Y DÓNDE SE BUSCA LA INFORMACIÓN SOBRE SALUD, ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN?**

La mayoría de los ciudadanos que buscan información sobre salud en internet lo hacen a través de buscadores como Google (85%), las wikis (23,5%) y las webs informativas sobre salud (20,8%). En menor medida se busca información en redes sociales (11,4%), blogs (9,7%) y webs de asociaciones de pacientes (6,1%). Las opciones menos utilizadas para este fin son las aplicaciones para móvil (3,8%) y las revistas o recomendaciones de los médicos en internet (0,4%). En la tabla I se reflejan los distintos tipos de webs que los ciudadanos consultan para buscar información sobre salud, según el informe sobre e-Sanidad publicado por Ontsi en 2015.

Tabla I. Tipos de páginas web que se consultan para informarse sobre salud

| Tipo de página                           | %    |
|--|------|
| Buscadores                               | 85,0 |
| Wikis                                    | 23,5 |
| Webs informativas sobre salud            | 20,8 |
| Redes sociales                           | 11,4 |
| Comunidades virtuales / blogs            | 9,7  |
| Webs de asociaciones de pacientes        | 6,1  |
| Aplicaciones para móvil o tabletas       | 3,8  |
| Revistas y bases de datos especializadas | 0,4  |
| Recomendaciones de médicos               | 0,4  |

Fuente: Los pacientes y la e-Sanidad. ONTSI, 2015.

**¿SE PUEDE SEPARAR “EL GRANO DE LA PAJA” AL BUSCAR INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTACIÓN Y SALUD EN LA RED?**

Puesto que el primer recurso de búsqueda en internet son los buscadores como Google, que permiten recuperar una gran cantidad de información, ¿cómo reconocemos y separamos la información adecuada en una búsqueda? Desde hace tiempo, esto supone una preocupación para muchos profesionales sanitarios, autoridades competentes y sociedades científicas afines. En oca-

siones, personas de confianza (amigos, vecinos, otros pacientes, profesional sanitario...) pueden recomendarnos algunos sitios web y fuentes de información (*búsqueda asistida*).

Distintas redes, como asociaciones de pacientes y profesionales y webs institucionales o de referencia, pueden ofrecer acceso a información en sus sitios web o proporcionar claves o referencias de ayuda para la búsqueda de interés (búsqueda asistida por redes), pero depende del criterio de quien formula esta recomendación que la estrategia puede ser adecuada o no.

Así pues, resulta imprescindible la prescripción de enlaces y repositorios institucionales claros y fáciles de encontrar que permitan a los ciudadanos acceder a información asequible, clara y contrastada. Por otro lado, es necesario dar a conocer los indicadores que permitan reconocer a los profesionales y al gran público los sitios web con contenidos fiables.

Administraciones sanitarias, instituciones académicas u organizaciones y sociedades científicas, entre otras, ofrecen con frecuencia en sus webs información sobre sitios de interés para consultar o buscar información sobre salud. Son buenos lugares de referencia al que acudir antes de realizar cualquier consulta en Google desde cero.

Wikis como Wikisanidad (10) ofrecen un repertorio de sitios webs y blogs creados por profesionales de la salud, aunque es posible que a lo largo de 2018 sufra algunos cambios de alojamiento.

## ¿DE DÓNDE PROCEDE LA INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN Y SALUD QUE ENCONTRAMOS EN INTERNET?

La información sobre alimentación, nutrición y salud disponible en la red a través de sitios web, blogs, redes sociales y servicios de mensajería puede proceder de muy distintas fuentes y ámbitos. Desde revistas científicas y académicas que difunden alertas sobre sus editoriales y novedades publicadas, informaciones generadas por instituciones y servicios sanitarios, universidades y organismos científicos, Administraciones públicas, asociaciones profesionales o industrias de diferentes sectores hasta informaciones generadas por individuos y organizaciones de la sociedad civil (11) (Fig. 2).

Revistas científicas en inglés, español y otras lenguas difunden informaciones para dar visibilidad a investigaciones relevantes, como las publicaciones científico-académicas *British Medical Journal*, *The Lancet*, *The New England Journal of Medicine* y *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, igual que la *Revista Española de Cardiología*, por citar solo algunos ejemplos de publicaciones de prestigio que habitualmente distribuyen este tipo de informaciones. En otras ocasiones, son otros medios de comunicación generales o especializados los que se hacen eco de estas notas de prensa difundidas por distintos canales, entre los que se incluyen las redes sociales.

Las redes sociales y el *microblogging* a menudo son cauce de comunicación de congresos científicos y ofrecen la posibilidad de debate entre profesionales sanitarios.



**Figura 2.**

Principales fuentes de información sobre alimentación, nutrición y salud en internet.

También difunden notas informativas a través de listas de distribución de boletines algunos organismos reputados, como la Organización Mundial de la Salud ([www.who.int/es](http://www.who.int/es)) o la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ([www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)), con enlaces que dirigen a sus sitios web para acceder a informaciones más detalladas y, en muchos casos, a publicaciones técnicas asociadas.

Los sitios web de muchas universidades, como la Universidad de Harvard (12), en Estados Unidos, o la Universidad de Navarra (13), ofrecen en sus sitios web informaciones sobre salud asequibles para públicos no expertos o profesionales.

Portales y sitios web de asociaciones profesionales sanitarias (14-16) y de sus fundaciones asociadas a menudo ofrecen informaciones de calidad, accesible y de fácil comprensión. Es el caso de la Fundación Española del Corazón (17), la Fundación Española de Diabetes (18) o la Fundación de Educación para la Salud (19), entre otras. En otras ocasiones, se trata de iniciativas vinculadas a colegios profesionales (20).

Algunos centros sanitarios (21), servicios específicos de centros sanitarios (22) o asociaciones de pacientes (23) ofrecen información contrastada dirigida a usuarios y pacientes. En este sentido, pueden ser de interés las secciones dedicadas a escuelas de pacientes (24) disponibles en diferentes servicios y entidades sanitarias que ofrecen información y herramientas dirigidas a pacientes y familiares para el manejo de distintos problemas de salud. Las plataformas de organizaciones sanitarias (25,26) y webs de Administraciones ofrecen herramientas que facilitan la interacción con usuarios y pacientes, permiten realizar algunas gestiones y consultas y facilitan acceso a informaciones divulgativas y consejos. En este sentido, algunos ejemplos son el sitio web de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan) (27), los departamentos de sanidad de las comunidades autónomas (28) y organismos relacionados (29).

Los sitios web de algunos organismos e instituciones sanitarias presentan tanto documentos técnicos dirigidos a profesionales de la salud (30) como otras informaciones de carácter divulgativo (31) de fácil comprensión.

El Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (Eufic) (32) es una organización sin ánimo de lucro dedicada específicamente a proporcionar información científica en distintos idiomas sobre seguridad, calidad alimentaria, salud y nutrición a los medios de comunicación, profesionales de la salud y la nutrición y a educadores, en formatos comprensibles para los consumidores. Eufic está financiado por compañías de la industria europea de alimentación y bebidas, y recibe fondos de proyectos de la Comisión Europea.

En el ámbito privado vinculado a empresas del sector de la distribución, cabe mencionar la iniciativa Eroski Consumer (33), desarrollada por la Fundación Eroski, que ofrece información sobre alimentación y consumo a los ciudadanos-consumidores a través de la revista *Consumer* y el sitio web [www.consumer.es](http://www.consumer.es). La información la elaboran periodistas en colaboración con científicos y profesionales sanitarios y de otros ámbitos con una orientación práctica.

Junto a estas fuentes de información, también pueden recuperarse sitios web que publican informaciones no contrastadas de las que desconocemos el autor y su cualificación, o incluso con llamadas de atención claras para inducir a comprar determinados productos y/o servicios. En la tabla del anexo se recogen algunos sitios web de interés que ofrecen información sobre nutrición, alimentación y salud de calidad.

### ¿CÓMO RECONOCER FUENTES DE INFORMACIÓN FIABLES SOBRE SALUD? ACREDITACIÓN DE PÁGINAS WEB

El hecho de que junto a fuentes de información contrastadas el ciudadano acceda a sitios web que presentan información de dudosa calidad, y en ocasiones carentes de credibilidad, ha sido motivo de preocupación para las autoridades competentes, las Administraciones y organismos con responsabilidad y los profesionales sanitarios. Hace ya tiempo que se impulsaron algunas iniciativas encaminadas a poner en marcha distintos sistemas que permitieran diferenciar las webs que ofrecen contenidos de salud de confianza, de calidad, útiles para los usuarios y consumidores, tanto desde la Comisión Europea como desde la Administración de Estados Unidos y otros países. Surgieron así los sellos y acreditaciones de calidad de los sitios web con contenidos sobre salud impulsados por colegios profesionales sanitarios e instituciones sanitarias.



El sello Web Médica Acreditada (WMA) (34) fue impulsado en 1999 por el Colegio Oficial de Médicos de Barcelona, con el apoyo del Ministerio de Sanidad, con el objetivo de orientar el buen uso de los servicios de webs de contenido médico a través de una serie de principios como transparencia y honestidad,

autoría, privacidad, seguridad y confidencialidad, actualización de los contenidos, métodos de comunicación con los usuarios de la web, accesibilidad y usabilidad.



El sello HONcode lo emite Health on the Net Foundation (35) (Fundación Salud en la Red), con sede en Suiza. Define un conjunto de ocho criterios básicos y la obligatoriedad de mostrar al lector la autoría y el propósito de la página.

Aunque en este momento no está activo, el proyecto Webs Médicas de Calidad (rWMC) se puso en marcha con el objetivo de mejorar la calidad de las webs de contenido sanitario desarrolladas en lengua española. Ha contado con el respaldo de un importante número de instituciones científicas y grupos de profesionales.



En este mismo sentido, cabe mencionar el sistema de acreditación de webs y blogs sanitarios establecido por la agencia de calidad de la Junta de Andalucía (36), que ofrece, asimismo,

un distintivo de calidad para aplicaciones de salud (37).

Cada uno de estos sellos de acreditación está respaldado por alguna institución de prestigio. Los procedimientos a seguir están especificados en cada caso y, una vez aprobada la acreditación, las webs deben someterse a un proceso de evaluación y seguimiento continuos para mantener la acreditación de calidad. Las webs que reúnen los criterios y son acreditadas pueden publicar el sello en un lugar visible de la web, certificando así que la información que aparece es veraz. Además, el sitio web aparecerá en la base de datos de webs médicas acreditadas de la institución que emite el sello.

Aunque cada entidad certificadora propone sus requisitos para conceder su sello de calidad, la mayoría incluyen entre sus criterios que los autores de la web sean claramente identificables; que haya referencias a las fuentes de las que procede la información; que cualquier consejo médico sea promovido solo por profesionales de la salud; que quede claro que la información del sitio web sirve para complementar, y nunca reemplazar, la información dada por un médico y que queden claras las posibles fuentes de financiación y de patrocinio de la web. En la tabla II se recogen los principios básicos para reconocer páginas web sobre salud fiables propuestos por la Agencia de Calidad Sanitaria de la Junta de Andalucía.

### ¿SON FIABLES TODAS LAS APLICACIONES SOBRE ALIMENTACIÓN Y SALUD?

El 84% de la población conoce la existencia de dispositivos para usar por ellos mismos en su día a día y poder medir aspectos relacionados con su salud (tensión arterial, azúcar en sangre, ritmo cardíaco, etc.). En España, según The App Date (2015) (38), se descargan 2,7 millones de aplicaciones cada día. De acuerdo a los datos aportados por el Ontsi, en menos de tres años se han lanzado más de 6.000 aplicaciones distintas.

**Tabla II. Principios básicos para reconocer páginas web fiables sobre salud.**  
**Agencia de Calidad Sanitaria de la Junta de Andalucía**

|   |
|---|
| La información en internet también caduca. Comprobar que la información ha sido actualizada recientemente   |
| Las apariencias engañan. No confiar en la información exclusivamente por la calidad de su redacción, el uso de un lenguaje técnico o su buena imagen          |
| Una web fiable no debe ser anónima. Los responsables de la web se identifican de forma clara y visible  |
| No existen las recetas milagro. La información sobre salud debe diferenciarse claramente de cualquier contenido publicitario                                  |
| Fuentes y pruebas aportan credibilidad. Comprobar que la información sobre salud tiene buenas referencias (bibliografía, autores o instituciones reconocidas) |
| El reconocimiento nos da confianza. Verificar si la página web que se consulta tiene algún certificado de calidad avalado por alguna institución              |
| Internet es solo una herramienta. No olvidar contrastar la información con un profesional antes de tomar cualquier decisión sobre su salud                    |

El uso de dispositivos móviles con fines relacionados con la salud (cuidados de salud, atención sanitaria, investigación) se conoce como *mobile health* (mHealth). Se trata de un área emergente muy prometedora, aunque por el momento no se ha investigado mucho sobre su efectividad. Varios grupos de autores han diseñado y evaluado instrumentos que faciliten la evaluación de las aplicaciones de salud. Profesionales y usuarios necesitan saber para quién pueden ser útiles las distintas herramientas disponibles, si tienen alguna base científica, tanto en sus contenidos como en los enfoques empleados para formular los consejos o las respuestas y mensajes que recibe el usuario, así como las ventajas y limitaciones de las aplicaciones desarrolladas tanto en el ámbito comercial como en el académico (39).

Los análisis comparativos de la calidad de distintas aplicaciones concluyen que, en general, son de calidad moderada e incluyen distintos procedimientos para poder realizar un seguimiento de varias conductas y hábitos, así como técnicas relacionadas con la modificación de comportamientos. Las aplicaciones disponibles pueden influir en algunos hábitos, aunque en opinión de algunos autores debe prestarse más atención a la calidad de la información y a los contenidos basados en evidencias científicas para mejorarlas (40). Las personas que utilizan

aplicaciones para hacer un seguimiento de su peso valoran que sean sencillas y fáciles de manejar, mientras que quienes quieren perder peso valoran que ofrezcan muchas opciones y posibilidades de ajuste; es decir, que puedan adaptarse de forma específica a distintos tipos de personas. Además, los mensajes y los comentarios de retroalimentación sobre la evolución pueden motivar a los usuarios a continuar esforzándose por perder peso (41).

Parece claro que los pacientes con enfermedades crónicas utilizarían aplicaciones de salud que les podrían ayudar en el cuidado de sus problemas si son atractivas y sencillas y les motivan a utilizarlas con continuidad en el seguimiento de su salud (42).

Conseguir adecuar los hábitos alimentarios y otros estilos de vida con el fin de mejorar el estado de salud y la calidad de vida de los ciudadanos requiere la implicación de distintos sectores para la puesta en marcha de estrategias múltiples, con diferentes abordajes, actuando en ámbitos diversos. En estas estrategias, la información sobre alimentación y salud es un elemento clave para la toma de decisiones informadas, para poder influir sobre otros y para poder participar en iniciativas comunitarias. Las TIC, la web 2.0 y el internet de las cosas han abierto valiosos cauces para nuevas oportunidades.

**Anexo. Algunos sitios web que ofrecen información sobre alimentación y salud de interés**

| Entidad   | ¿A quién se dirige?                               | Idioma  | Tipo de contenidos  | Dirección web  |
|---|---|---|---|--|
| <b>Biblioteca Virtual de Salud (BVS)</b>  | Profesionales y público general.                  | Español (también disponible inglés, francés y portugués). | Ofrece buscador de sitios web con información de calidad para ciudadanos y profesionales, descripción del contenido de las web y enlace.  | bvsalud.isciii.es/!s-ciudadanos/!s-search  |
| <b>Portales de consejerías y departamentos de salud de las comunidades autónomas</b>  | Profesionales y ciudadanos                        | Castellano y lenguas autonómicas                          | Permiten acceso a las webs de atención sanitaria y realizar gestiones como reservar cita y otras. Ofrecen información de calidad relacionada con el cuidado de salud y también noticias relevantes para los usuarios  | <p>www.juntadeandalucia.es/salud</p> <p>www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/Sanidad</p> <p>www.asturias.es/portal/site/astursalud</p> <p>www.ibsalut.es/!bsalut/es</p> <p>www.gobiernodecanarias.org/sanidad/</p> <p>www.saludcantabria.org</p> <p>www.castillalamancha.es/tema/salud-y-consumo/tu-salud</p> <p>www.saludcastillayleon.es/ciudadanos/es</p> <p>canalsalut.gencat.cat/es</p> <p>www.saludextremadura.com/web/portalsalud/inicio</p> <p>www.sergas.es</p> <p>www.riojasalud.es/ciudadanos</p> <p>www.madrid.org/cs</p> <p>www.murciasalud.es</p> <p>www.navarra.es/home_es/Temas/Portal+de+la+Salud/Ciudadania/</p> <p>www.san.gva.es/!nicio</p> <p>www.osakidetza.euskadi.eus</p> |
| <b>Medline Plus. Sitio web de los institutos nacionales de la salud para pacientes, familiares y amigos. Producida por la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos</b> | Pacientes, familiares y amigos                    | Español. También disponible en inglés                     | Información sobre enfermedades, problemas de salud y bienestar en un lenguaje fácil. Ofrece información fiable y actualizada. También presenta enlaces a investigaciones relacionadas e información sobre suplementos y hierbas medicinales                 | www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish  |
| <b>Salupedia. Profesionales de la salud, con apoyo del Ministerio de Industria (Plan Avanza) y la Universidad Politécnica de Valencia. Web acreditada</b>                       | Pacientes, familiares y amigos. Población general | Español   | Crea una comunidad de usuarios donde los profesionales (médicos, enfermeros, psicólogos...) recomienden contenidos, ya existentes en la red, a pacientes, familiares y ciudadanos en general. Constituye una experiencia inédita y enriquecedora para todos | www.salupedia.org  |

(Continúa en la página siguiente)

Anexo (Cont.). Algunos sitios web que ofrecen información sobre alimentación y salud de interés

| Entidad   | ¿A quién se dirige?   | Idioma                  | Tipo de contenidos  | Dirección web  |
|---|---|-------------------------|---|--|
| <b>Fisterra.</b><br>Creado por profesionales sanitarios de Atención Primaria. En la actualidad pertenece a Elsevier. Web acreditada                         | Pacientes y familiares.<br>Profesionales de la salud        | Español                 | Información elaborada o seleccionada por profesionales de la salud basada en fuentes fiables. También ofrece enlaces a otros recursos de interés  | <a href="http://www.fisterra.com/salud">www.fisterra.com/salud</a>   |
| <b>Guíasalud.</b><br>Organismo del Sistema Nacional de Salud (SNS) en el que participan las 17 comunidades autónomas y el Ministerio de Sanidad             | Pacientes, sus cuidadores y ciudadanos en general           | Español                 | Información y recursos relacionados con la salud basados en guías de práctica clínica del sistema nacional de salud   | <a href="http://portal.guiasalud.es/web/guest/informacion-pacientes">portal.guiasalud.es/web/guest/informacion-pacientes</a> |
| <b>Guía práctica de la salud semfyc</b>   | Pacientes y sus familiares, ciudadanos y médicos            | Español                 | Información sobre la salud y sus cuidados   | <a href="http://guiapractica.semfyc.info/menu.html">guiapractica.semfyc.info/menu.html</a>                                   |
| <b>Tu otro médico.</b><br>Contenidos realizados y mantenidos por un grupo de profesionales médicos con experiencia en asistencia sanitaria. Web acreditada. | Ciudadanos y profesionales sanitarios                       | Español                 | Extensa enciclopedia médica, una sección de preguntas-respuestas concretas y, además, permite el acceso a un directorio de médicos  | <a href="http://www.tuotromedico.com">www.tuotromedico.com</a>   |
| <b>Pacientes SEMERGEN</b>   | Pacientes y sus familiares, ciudadanos                      | Español                 | Información sobre la salud y sus cuidados. Enlaces a páginas con información fiable   | <a href="http://serpacienteexpertoactivo.wordpress.com">serpacienteexpertoactivo.wordpress.com</a>                           |
| <b>Portal de medicina de Wikipedia</b>  | Población general   | Español y otros idiomas | Enciclopedia sobre temas de salud   | <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Medicina">es.wikipedia.org/wiki/Portal:Medicina</a>                             |
| <b>Family doctor.</b><br>Academia Americana de Medicina de Familia  | Pacientes, familiares, ciudadanos, profesionales sanitarios | Española e inglés       | Información basada en la evidencia, asequible, sobre la salud y su cuidado  | <a href="http://es.familydoctor.org/familydoctor/es.html">es.familydoctor.org/familydoctor/es.html</a>                       |
| <b>Informa pacientes.</b><br>Grupo de médicos   | Pacientes y población general                               | Español                 | Buscador de información sanitaria para resolver dudas de forma fácil y fiable, evitando aquella información demasiado especializada (para profesionales), no contrastada o interesada                       | <a href="http://www.informapacientes.es">www.informapacientes.es</a>   |
| <b>Centro Cochrane Iberoamericano</b>   | Pacientes y población general                               | Español                 | Información para pacientes del Programa de Guías de Práctica Clínica en el Sistema Nacional de Salud: Portal de acceso a las versiones de información para pacientes de las guías elaboradas en el programa | <a href="http://es.cochrane.org/es/recursos-para-pacientes">es.cochrane.org/es/recursos-para-pacientes</a>                   |

(Continúa en la página siguiente)

## Anexo (Cont.). Algunos sitios web que ofrecen información sobre alimentación y salud de interés

| Entidad   | ¿A quién se dirige?  | Idioma                                  | Tipo de contenidos  | Dirección web   |
|---|--|---|---|---|
| <b>Fundación del Corazón. Web acreditada</b>  | Ciudadanos, pacientes, familiares y profesionales sanitarios | Español                                 | Ofrece información de calidad basada en evidencia sobre salud del corazón, acceso a múltiples recursos, enlaces y posibilidad de consultas            | www.fundaciondelcorazon.com                                   |
| <b>Fundación para la Diabetes</b>   | Pacientes, familiares, ciudadanos, profesionales             | Español                                 | Información basada en evidencia y recursos elaborados por profesionales sobre la diabetes y su cuidado  | www.fundaciondiabetes.org                                     |
| <b>Fundación Española de la Nutrición (FEN)</b>   | Ciudadanos y profesionales                                   | Español                                 | Información sobre alimentación, nutrición y consumo, así como noticias sobre eventos y cursos de formación. Incluye herramientas y recursos prácticos | www.fen.org.es  |
| <b>Vivir mejor. Mediterranean Wave, S.L. Web acreditada</b>   | Pacientes, familiares, ciudadanos, profesionales             | Español                                 | Información basada en evidencia y recursos elaborados por profesionales sanitarios sobre la salud y su cuidado  | www.vivirmejor.com/nutricion-comida-sana-para-una-mejor-salud |
| <b>CDC (español). Organismo del Departamento de Salud y Servicios Humanos</b>                         | Pacientes, familiares, ciudadanos, profesionales             | Español, también inglés y otros idiomas | Información de calidad y datos sobre salud, su cuidado y prevención de problemas  | www.cdc.gov/Spanish   |
| <b>Universidad de Harvard</b>   | Profesionales y público general                              | Inglés.                                 | Actualidad científica. Recomendaciones sobre alimentación y salud   | www.hsph.harvard.edu/nutritionsource                          |
| <b>Universidad de Navarra</b>   | Profesionales y público general                              | Español                                 | Actualidad científica. Recomendaciones sobre alimentación y salud   | www.unav.edu/evento/comida-sana                               |
| <b>Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC)</b>  | Profesionales y población general                            | Castellano                              | Actualidad, cursos y eventos científicos. Información científica para profesionales. Recomendaciones sobre alimentación y salud                       | www.nutricioncomunitaria.org                                  |
| <b>Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). Web acreditada</b>                         | Profesionales, pacientes                                     | Español                                 | Información científica para profesionales. Información y recomendaciones para pacientes en la sección "Pacientes"                                     | www.seen.es   |
| <b>En familia. Asociación Española de Pediatría (AEP). Web acreditada</b>                             | Profesionales, pacientes y familiares                        | Español                                 | Información y recomendaciones sobre la salud y su cuidado en la edad pediátrica para familias   | enfamilia.aeped.es  |
| <b>Familia y salud. Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPAP). Web acreditada</b> | Profesionales, pacientes y familiares                        | Español                                 | Información y recomendaciones sobre la salud y su cuidado en la edad pediátrica para familias y adolescentes  | www.familiaysalud.es  |
| <b>Infermera virtual. Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Barcelona. Web acreditada</b>      | Pacientes, familiares y ciudadanos                           | Español, catalán                        | Información sobre la salud y sus cuidados   | www.infermeravirtual.com                                      |

(Continúa en la página siguiente)

Anexo (Cont.). Algunos sitios web que ofrecen información sobre alimentación y salud de interés

| Entidad   | ¿A quién se dirige?                             | Idioma                                   | Tipo de contenidos  | Dirección web  |
|---|---|--|---|--|
| <b>Clínica Universitaria de Navarra</b>   | Pacientes, familiares y ciudadanos              | Español                                  | Información sobre la salud y sus cuidados   | <a href="http://www.cun.es/area-salud/microsite-nutricion">www.cun.es/area-salud/microsite-nutricion</a> |
| <b>Faros.<br/>Hospital Sant Joan de Déu de Barcelona. Web acreditada</b>            | Pacientes, familiares y ciudadanos              | Español, catalán                         | Información sobre la salud y sus cuidados   | <a href="http://faros.hsjdbcn.org">faros.hsjdbcn.org</a>   |
| <b>Aecosan</b>  | Ciudadanos y profesionales alimentación y salud | Español                                  | Información sobre consumo, seguridad alimentaria y nutrición para profesionales y ciudadanos  | <a href="http://www.aecosan.msssi.gob.es">www.aecosan.msssi.gob.es</a>                                   |
| <b>Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria (Eilka). Web acreditada</b>        | Ciudadanos y profesionales alimentación y salud | Euskera, español                         | Información sobre consumo, seguridad alimentaria y nutrición para profesionales y ciudadanos  | <a href="http://www.elika.eus/es/">www.elika.eus/es/</a>   |
| <b>Eroski consumer.<br/>Fundación Eroski</b>  | Ciudadanos consumidores                         | Español, euskera, catalán y gallego      | Información sobre alimentación, salud, seguridad alimentaria y otras áreas de interés para los consumidores de fácil comprensión, con orientaciones prácticas | <a href="http://www.consumer.es">www.consumer.es</a>   |
| <b>Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC). Web acreditada</b> | Ciudadanos y profesionales alimentación y salud | Español y otros idiomas                  | Información sobre alimentación, seguridad alimentaria y nutrición para ciudadanos   | <a href="http://www.eufic.org/es">www.eufic.org/es</a>   |
| <b>Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)</b>                            | Ciudadanos, profesionales                       | Inglés, alemán, francés e italiano       | Información sobre alimentación, seguridad alimentaria y nutrición   | <a href="http://www.efsa.europa.eu">www.efsa.europa.eu</a>   |
| <b>Organización Mundial de la Salud (OMS)</b>                                       | Profesionales sanitarios, ciudadanos            | Inglés, francés, español y otros idiomas | Información sobre salud, problemas de salud, datos, su cuidado y su prevención  | <a href="http://www.who.int/es">www.who.int/es</a>   |

## BIBLIOGRAFÍA

- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) de Red.es. Informe correspondiente a la LVI oleada de "Las TIC en los hogares españoles". Madrid; 2017 [consultado 18 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/LVI%20Oleada%20Panel%20Hogares.pdf>
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) de Red.es. Indicadores destacados de la sociedad de la información 2017. p. 6. [consultado 18 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Indicadores%20Destacados%20%28diciembre%202017%29.pdf>
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) de Red.es. Informe Anual "La Sociedad en Red" 2017 [consultado 20 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/content/informe-anual-la-sociedad-en-red-2016-edici%C3%B3n-2017>
- Muñoz López L, Antón Martínez P. El informe anual del Sector de los Contenidos Digitales en España 2017. ONTSI 2017. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es>
- ONTSI. Individuos que usan internet para buscar información relacionada con la salud [consultado enero de 2018]. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/indicador/individuos-usan-internet-buscar-informacion-relacionada-con-salud>
- Matarín Jiménez T. Redes sociales en prevención y promoción de la salud. Una revisión de la actualidad. RECS 2015;6(1):62-69.
- González Hernández A. El papel de los gabinetes de comunicación especializados en salud. El poder de la credibilidad: informar y convencer. RECS 2016;(Supl. 1):101-5.
- Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Santos T. Comunicación, alfabetización y etiquetado nutricional: Grado de comprensión y patrones de utilización de la información del etiquetado nutricional de alimentos en la población española. RECS 2015;(Supl. 1):20.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). VIII Encuesta sobre percepción social de la Ciencia y Tecnología 2016. Madrid: FECYT; 2017 [consultado enero 2018]. Disponible en: [www.fecyt.es/es/publicación/percepción-social-de-la-ciencia-y-la-tecnología-en-espana-2016](http://www.fecyt.es/es/publicación/percepción-social-de-la-ciencia-y-la-tecnología-en-espana-2016)
- Wiki Sanidad [consultado enero 2018]. Disponible en: [wikisanidad.wikispaces.com](http://wikisanidad.wikispaces.com)
- Toro Sánchez P. Nuevos modelos de comunicación. Periodismo y salud 2010.
- Harvard T H CHAN School of Public Health. The Nutrition Source. Disponible en: [www.hsph.harvard.edu/nutritionsource](http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource)
- Universidad de Navarra. Por una comida sana, tú decides. Alimentación saludable. Disponible en: [www.unav.edu/evento/comida-sana](http://www.unav.edu/evento/comida-sana)
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Disponible en: [www.nutricioncomunitaria.org](http://www.nutricioncomunitaria.org)
- Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPaP). Familia y salud. Disponible en: [www.familiasalud.es](http://www.familiasalud.es)
- Dueña Fuente JR. Blog "Ser paciente experto o activo". Disponible en: [serpacienteexpertoactivo.wordpress.com/enlaces-a-webs-fiables](http://serpacienteexpertoactivo.wordpress.com/enlaces-a-webs-fiables)
- Fundación Española del Corazón (FEC). Disponible en: [fundaciondelcorazon.com/nutricion.html](http://fundaciondelcorazon.com/nutricion.html)
- Fundación Española de Diabetes (FED). Disponible en: [www.fundaciondiabetes.org](http://www.fundaciondiabetes.org)
- Fundación de Educación para la Salud (Fundadeps). Disponible en: [www.fundadeps.org](http://www.fundadeps.org)
- Enfermera virtual. Disponible en: [www.infermeravirtual.com/esp/actividades\\_de\\_la\\_vida\\_diaria/comer\\_y\\_beber](http://www.infermeravirtual.com/esp/actividades_de_la_vida_diaria/comer_y_beber)
- Clínica Universidad de Navarra. Vida Sana. Disponible en: [www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana](http://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana)
- FAROS. Portal de Salud para las Familias Hospital Sant Joan de Deu Barcelona. Disponible en: [faros.hsjdbcn.org](http://faros.hsjdbcn.org)
- Asociación Española de Afectados por Linfoma Mieloma y Leucemia (AEAL). Alimentación y nutrición. Disponible en: [www.aeal.es/alimentacion-y-nutricion](http://www.aeal.es/alimentacion-y-nutricion)
- Junta de Andalucía. Consejería de Salud. Escuela de pacientes. Disponible en: [www.escoladepacientes.es](http://www.escoladepacientes.es)
- Osakidetza. Ciudadanía. Vida Saludable. Disponible en: [www.osakidetza.euskadi.eus/informacion/conductas-saludables/r85-cksalu02/es](http://www.osakidetza.euskadi.eus/informacion/conductas-saludables/r85-cksalu02/es)
- Generalitat de Catalunya. Canal salut. Alimentació. Disponible en: [canalsalut.gencat.cat/ca/vida-saludable/alimentacio](http://canalsalut.gencat.cat/ca/vida-saludable/alimentacio)
- Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Disponible en: [www.aecosan.msssi.gob.es](http://www.aecosan.msssi.gob.es)
- Departament de Salut. Generalitat de Catalunya. Disponible en: [salutweb.gencat.cat/ca/inici](http://salutweb.gencat.cat/ca/inici)
- ELIKA. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Disponible en: [www.elika.eus/es](http://www.elika.eus/es)
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Vida saludable. Disponible en: [www.cdc.gov/spanish/vidasaludable/index.html](http://www.cdc.gov/spanish/vidasaludable/index.html)
- Medline Plus en español. Alimentos y nutrición. Disponible en: <https://medlineplus/spanish/foodandnutrition.html>
- Consejo Europeo de Información sobre Alimentación (EUFIC). Disponible en: <http://www.eufic.org/es>
- Eroski Consumer. Disponible en: [www.consumer.es](http://www.consumer.es)
- Web Médica Acreditada. Disponible en: [wma.comb.es/es/home.php](http://wma.comb.es/es/home.php)
- Fundación Health on the net. HONcode. Disponible en: [www.healthonnet.org/HONcode/Spanish](http://www.healthonnet.org/HONcode/Spanish)
- Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía. Certificación de webs y blogs sanitarios. Disponible en: [www.juntadeandalucia.es/agenciadecalidadsanitaria/certificacion-acsa/certificacion-de-webs-y-blogs-sanitarios](http://www.juntadeandalucia.es/agenciadecalidadsanitaria/certificacion-acsa/certificacion-de-webs-y-blogs-sanitarios)
- Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía. Estrategia de calidad y seguridad en aplicaciones móviles de salud [consultado 25 de enero de 2018]. Disponible en: [www.calidadappsalud.com](http://www.calidadappsalud.com)
- The App Date España (2015). 5.º Informe del estado de las apps en España 2015. Disponible en: [www.theappdate.es](http://www.theappdate.es)
- DiFilippo KN, Huang W, Chapman-Novakofski KM. A New Tool for Nutrition App Quality Evaluation (AQEL): Development, Validation, and Reliability Testing. JMIR Mhealth Uhealth 2017;5(10):e163.
- Bardus M, van Beurden SB, Smith JR, Abraham C. A review and content analysis of engagement, functionality, aesthetics, information quality, and change techniques in the most popular commercial apps for weight management. Int J Behav Nutr Phys Act 2016;13:35.
- Frie K, Hartmann-Boyce J, Jebb S, Albury C, Nourse R, Aveyard P. Insights from Google Play Store User Reviews for the Development of Weight Loss Apps: Mixed-Method Analysis. JMIR Mhealth Uhealth 2017;5(12):e203.
- Birkhoff SD, Smeltzer SC. Perceptions of Smartphone User-Centered Mobile Health Tracking Apps Across Various Chronic Illness Populations: An Integrative Review. J Nurs Scholarsh 2017;49(4):371-8.



## La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar

### *The Mediterranean diet as an example of food and nutrition sustainability: a multidisciplinary approach*

Lluís Serra-Majem<sup>1,2,3</sup> y Adriana Ortiz-Andrellucchi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias (IUIBS). Departamento de Ciencias Clínicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas, España. <sup>2</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red-Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN). Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España. <sup>3</sup>Fundación Internacional de la Dieta Mediterránea (IFMED). Londres, Inglaterra

## Resumen

La sostenibilidad representa una gran preocupación en los últimos años debido a los efectos del cambio climático. La dieta, el uso del agua y de la tierra, el consumo de energía y la contaminación del medioambiente son elementos que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero. La dieta mediterránea debe entenderse no solo como un conjunto de alimentos, sino también como un modelo cultural que involucra la forma en que los alimentos se seleccionan, producen, procesan y distribuyen. El patrón dietético mediterráneo se presenta no solo como un modelo cultural, sino también como un modelo ecológico.

El reconocimiento de la Unesco, con la consiguiente mayor visibilidad y aceptación de la dieta mediterránea en todo el mundo y el mayor número de evidencias científicas sobre sus beneficios y efectividad en cuanto a la longevidad, calidad de vida y prevención de enfermedades, han llevado a este patrón dietético a un nivel sin precedentes. Esta es una situación favorable que, posiblemente, podría permitir el fortalecimiento de la dieta mediterránea en todo el mundo, potenciando mejoras en los indicadores de salud mundial y en la reducción del impacto ambiental por la producción y transporte de los recursos alimentarios.

Por ello, la dieta mediterránea debe ser vista como un modelo alimentario saludable, asequible y ambientalmente sostenible, así como un patrimonio cultural antiguo que confiere identidad y pertenencia. Del corazón a la tierra a través del camino de la cultura, la dieta mediterránea es un patrimonio cultural que mira hacia el futuro.

#### Palabras clave:

Dieta mediterránea.  
Sostenibilidad.  
Beneficios para la salud. Cultura.  
Cambio climático.  
Medioambiente.

## Abstract

Sustainability represents a major concern in recent years due to climate change pressure. The diet itself contribute to the emission of greenhouse gasses, water and land use, energy consumption and environment contamination. The Mediterranean diet should be understood not only as a set of foods but also as a cultural model that involves the way foods are selected, produced, processed and distributed. The Mediterranean dietary pattern is presented not only as a cultural model but also as a healthy and environmentally friendly model.

The recognition by UNESCO, with the consequent increased visibility and acceptance of the Mediterranean diet around the world, along with better and more scientific evidence regarding its benefits and effectiveness on longevity, quality of life and disease prevention, have taken this dietary pattern to an unprecedented historical moment. This is a favorable situation that could possibly enable the strengthening of the Mediterranean diet around the world, thus potentiating improvements in global health indicators and in a reduction of environmental impact by production and transportation of food resources.

Therefore, the Mediterranean diet should be seen for what it is: an extremely and incomparable healthy, affordable and environmentally sustainable food model, as well as an ancient cultural heritage that confers identity and belonging. From the heart to the earth through the road of culture, the Mediterranean diet is a cultural heritage that looks to the future.

#### Key words:

Mediterranean diet.  
Sustainability. Health benefits. Culture.  
Climate change.  
Environment.

#### Correspondencia:

Lluís Serra-Majem. Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Departamento de Ciencias Clínicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. C/ Juan de Quesada, 30. 35001 Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas  
e-mail: lluis.serra@ulpgc.es

Serra-Majem L, Ortiz-Andrellucchi A. La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):96-101

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2133>

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones han demostrado consistentemente que ciertos patrones dietéticos, como la dieta mediterránea (DM), juegan un papel fundamental en la prevención de enfermedades crónicas (1-3). Además, la DM se ha relacionado con una mayor adecuación de nutrientes tanto en estudios observacionales como de intervención (4,5). Por lo tanto, la DM, como un patrón dietético centrado en las plantas, pero que admite moderadas a bajas cantidades de alimentos animales, parece surgir como un patrón dietético que podría abordar tanto las preocupaciones ambientales como las de salud (6).

La DM debe ser entendida no solo como un conjunto de alimentos, sino también como un modelo cultural que involucra la forma en que los alimentos son seleccionados, procesados y distribuidos (7,8). Estos hechos han sido confirmados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), desde que en el año 2010 reconoció la DM como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad (9).

Desafortunadamente, las dietas actuales en los países mediterráneos están alejándose del patrón de DM tradicional en lo que respecta a las cantidades y proporciones de los grupos de alimentos. Esto se debe a la difusión generalizada de la cultura occidental y a la globalización de la producción y el consumo de alimentos, relacionadas con la homogeneización del comportamiento alimentario en la era moderna (10).

El objetivo de la presente revisión es analizar la hoja de ruta de la DM desde sus orígenes, alrededor de 1960 (Tabla I), y enfatizar los diferentes enfoques que han salido a la luz en las últimas cinco a seis décadas: desde el corazón (enfoque de salud pública) a la tierra (enfoque medioambiental).

## ENFOQUE DE SALUD: LA SALUD CARDIOVASCULAR COMO PRINCIPAL OBJETIVO DE ESTUDIO

Desde sus orígenes, cuando Ancel Keys inició sus estudios sobre la DM, el principal efecto analizado fue la enfermedad

cardiovascular (ECV) y, particularmente, la enfermedad coronaria (EC) (11). Gran parte de las investigaciones realizadas estuvieron orientadas a analizar los factores de riesgo de la ECV, y solo a finales del siglo pasado se llevaron a cabo estudios observacionales de cohortes de gran tamaño para aumentar la evidencia científica respecto a la relación entre la DM y la ECV, además de con otras patologías. Estudios epidemiológicos prospectivos relevantes, así como algunos ensayos clínicos o comunitarios, como el estudio Predimed (2,12-15), han aumentado exponencialmente el nivel y la calidad de la evidencia científica en torno a la DM en las últimas décadas. Desde la primera revisión sistemática de la evidencia científica sobre las intervenciones con DM realizadas hace algunos años, la DM mostró tener efectos favorables sobre los niveles de lipoproteínas, la vasodilatación del endotelio, la resistencia a la insulina, el síndrome metabólico, la capacidad antioxidante, la mortalidad miocárdica y cardiovascular y en la incidencia de cáncer en pacientes obesos y en aquellos con infarto de miocardio previo (2).

La DM, aparte de sus beneficios tradicional e históricamente reconocidos (en enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, etc.), tiene otros numerosos beneficios para la salud que actualmente son campos de investigación, como podemos observar en estudios que evalúan la inmunidad, las enfermedades alérgicas, los trastornos mentales como la depresión e incluso la calidad de vida.

La DM es el patrimonio resultante de milenios de intercambios en la cuenca mediterránea que han definido y caracterizado los hábitos alimentarios de los países de esta región. Desafortunadamente, actualmente está experimentando una constante y rápida transformación como resultado de una miríada de factores relacionados con la economía occidental, entre los que se incluyen el turismo, la urbanización y el aumento de la tecnología, así como la globalización de la producción y el consumo. Esta cultura alimentaria ahora tiene tres serias amenazas:

1. La cultura americana de comida rápida basada en el consumo de carnes, cereales refinados, patatas, helados, dulces y bebidas con alto contenido en azúcar.
2. La crisis económica, que tiene un mayor impacto en las poblaciones más desfavorecidas y afecta a grupos claves de alimentos de la DM, como frutas, verduras, aceite de oliva, frutos secos y pescado, de los que se reduce el consumo, e, inversamente, aumenta el de cereales refinados, patatas y azúcares.
3. La promoción de dietas altas en proteínas, también prescritas por médicos y especialistas, como una herramienta para la pérdida o el mantenimiento del peso, con un gran impacto en la salud.

La erosión que estas amenazas pueden causar (especialmente el factor económico), debe contrarrestarse con acciones basadas en la educación nutricional y el compromiso: ni el coste ni las elecciones infundadas de alimentos no pueden y no deben ser una barrera para la disponibilidad de alimentos básicos de la DM: aceite de oliva, frutas, verduras, cereales, lácteos, frutos secos o pescado.

Por lo tanto, es necesario que los Gobiernos se comprometan a tomar medidas apropiadas para preservar esta base de cono-

**Tabla I. Hitos dirigidos a difundir y consolidar la dieta mediterránea**

|   |
|---|
| <b>1950.</b> Ancel y Margaret Keys. Estilos de vida: alimentos, salud y cultura.  |
| <b>1970.</b> Dieta médica para prevenir enfermedades  |
| <b>1990.</b> Dieta médica para tratar enfermedades. Evaluación de la dieta mediterránea. Pirámides. Mejora e incremento de la evidencia científica. |
| <b>2000-2010.</b> Visión antropológica: cultura. Unesco.  |
| <b>2005-2020.</b> Visión económica. Dieta para todos. Asequible.  |
| <b>2010-2020.</b> Visión medioambiental: sostenibilidad.  |
| <b>2015.</b> Mapa de ruta: coordinación mundial: IFMED.   |

cimientos tradicionales y culturales, conduciendo a la comunidad hacia una diversidad alimentaria y dietas sostenibles, y que no solo tengan en cuenta los beneficios que podrían proporcionar para la salud a corto y largo plazo.

## **ENFOQUE CULTURAL: EL RECONOCIMIENTO DE LA UNESCO**

La DM es un patrimonio cultural, histórico, social, territorial y ambiental que se ha transmitido de generación en generación durante siglos y está íntimamente ligado a los estilos de vida de los pueblos mediterráneos a lo largo de su historia. Un legado transmitido dentro de un flujo constante temporal y espacial; un patrimonio vivo que abarca espacios culturales únicos y destacados y que promueve el respeto por la diversidad cultural y la creatividad humana. Es una expresión de sociabilidad y comunicación entre pueblos e individuos, una forma de reforzar las identidades de los individuos en sus lugares de origen, un elemento integrador de las comunidades con la naturaleza y la historia y un mecanismo de defensa de la agricultura, del desarrollo rural sostenible, del paisaje y del medioambiente de nuestro territorio (16).

Desde el 16 de noviembre de 2010, la DM ha sido inscrita en la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial de la humanidad de la Unesco (9). El objetivo de esta iniciativa es salvaguardar el inmenso legado que representa el valor cultural de la DM, así como compartir y difundir sus valores y beneficios a nivel internacional.

## **ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL Y ECONÓMICO: CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL**

Las consecuencias ambientales de los sistemas alimentarios han comenzado a marcar su lugar en las agendas de salud pública. La definición de sostenibilidad en alimentación y nutrición sería la característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades alimentarias de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus propias necesidades (7). Podemos diferenciar la sostenibilidad en dos grandes áreas conceptuales:

1. Sostenibilidad de los programas de nutrición comunitaria, entendida como autonomía y autofinanciamiento o no dependencia exterior.
2. Sostenibilidad de las políticas agrícolas, ganaderas y nutricionales con el medioambiente.

Desde la década de 1960, el aumento mundial de la producción de alimentos ha sido del 145%. En el mismo periodo, la población mundial ha crecido de 3.000 millones a más de 6.000, lo que ha supuesto un creciente impacto de la huella humana en la tierra, paralelo a los cambios en los patrones alimentarios y de estilos de vida. Para cada habitante del siglo *xxi* hay un 25% más de alimentos que en 1960, pero estas cifras ocultan diferencias regionales impor-

tantes, pues África, a diferencia de Asia y Latinoamérica, ha visto mermada esta tendencia. Este exceso alimentario en muchas partes del mundo está haciendo eclosionar la epidemia de obesidad que, junto con otras enfermedades, no es más que una manifestación de este desequilibrio en la utilización de los recursos alimentarios o de la falta de sostenibilidad del mercado alimentario mundial (7).

Los alimentos se producen, procesan, distribuyen y consumen, y estas acciones tienen consecuencias tanto para la salud humana como para el medioambiente (17). Además, la producción de alimentos también es, inevitablemente, un impulsor de los efectos medioambientales perjudiciales, particularmente los relacionados con el cambio climático, el uso del agua y las emisiones tóxicas.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), son responsables del calentamiento global. La agricultura es uno de los principales contribuyentes a las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, mientras que otras partes del sistema alimentario contribuyen a las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al uso de combustibles fósiles en el procesamiento (transporte, venta al por menor, almacenamiento y preparación de los alimentos).

Los productos de la alimentación difieren sustancialmente en sus huellas ambientales, que pueden medirse, entre muchos otros indicadores, en términos de consumo de energía, uso de la tierra agrícola, consumo de agua o emisiones de GEI (18). Los alimentos de origen animal son, con mucho, los que consumen más tierra y energía en comparación con los alimentos de origen vegetal (19). Por lo tanto, los patrones dietéticos pueden hacer variar sustancialmente el consumo de recursos y su impacto posterior en el medioambiente, así como en la salud de una población determinada (18).

En cuanto al impacto medioambiental de los diferentes grupos de alimentos, la mayoría de la bibliografía disponible, a pesar de originarse en diferentes entornos y tipos de análisis, coincide en sus consideraciones globales generales. Los alimentos de origen vegetal son los que menos contribuyen a la huella ambiental y, como era de esperar, el consumo de carne y lácteos en el patrón tradicional de DM presentó cifras más bajas en los gastos de agua y de energía en comparación con los patrones mediterráneos y occidentales actuales. Alimentos a base de vegetales, cereales y legumbres son dignos de mención como el grupo de alimentos con las emisiones de GEI más bajas, incluso cuando tienen un procesamiento y transporte sustanciales (18). Las legumbres se presentan claramente como alternativas a los alimentos proteínicos animales debido a su bajo impacto medioambiental y larga durabilidad (18).

Las distinciones dietéticas más relevantes en términos de costes medioambientales son aquellas que ocurren entre las dietas basadas en el consumo de alimentos animales en comparación con las basadas en el consumo de vegetales, con una influencia importante de las diversas formas en que los alimentos se cultivan, procesan y transportan. El mayor impacto medioambiental de la producción de alimentos desde la granja hacia los consumidores se asocia generalmente con la producción primaria. En consumo de energía, las diferencias son sustanciales entre la producción de cultivos en invernaderos y la de cultivos al aire libre y entre la de productos enlatados o congelados comparados con

la de productos frescos (20). Además de la energía involucrada en la producción agrícola, la cantidad de energía utilizada en el almacenamiento, preparación y también en el desperdicio de alimentos domésticos no es despreciable (18).

La política alimentaria y las guías nutricionales necesitan desarrollarse no solamente teniendo en cuenta el enfoque clásico, que solo se centra en los nutrientes y la salud, sino teniendo en cuenta un enfoque más amplio que valore también el impacto medioambiental y la sostenibilidad.

Los consumidores se preocupan cada vez más por el medioambiente y, más aún, por su salud personal y sus elecciones de alimentos, pero las tradiciones culinarias culturales no son fáciles de modificar. Algunos estudios afirman incluso que cambios radicales en los patrones de consumo de alimentos provocarían beneficios ambientales bastante pequeños (21,22). Reducir significativamente las huellas ambientales mediante un cambio de la actual DM no tradicional de la mayoría de los países mediterráneos europeos hacia una DM típica probablemente no solo requiera cambios sustanciales en las elecciones de los alimentos por parte de los consumidores, sino también modificaciones importantes en las prácticas de la industria agroalimentaria, de los servicios de *catering* y de las políticas agrícolas y comerciales (6,22). En cuanto a los principales productores y exportadores de productos mediterráneos típicos, tendría sentido mantener un modelo de DM en la producción agrícola de esos países.

## LA DIETA MEDITERRÁNEA COMO EJEMPLO DE SOSTENIBILIDAD

Sáez-Almendros y cols. (23) analizaron recientemente la sostenibilidad del patrón de DM en el contexto de la población española y compararon también, en términos de su huella ambiental, la dieta española actual con el patrón de DM y un patrón alimentario occidental típico. Los estudios que evalúan los impactos medioambientales relacionados con los patrones alimentarios concluyen generalmente que un cambio hacia dietas menos basadas en alimentos animales y más basadas en vegetales tendría un efecto beneficioso sobre el clima y sobre el medioambiente en general. Se encontró que un patrón alimentario como la DM implica una menor demanda de suelo y de recursos hídricos y energéticos en comparación con el patrón dietético español actual y con el patrón alimentario occidental típico (aunque las estimaciones fueron conservadoras). De hecho, se observó que un cambio hacia un patrón de DM daría lugar a una reducción de la huella ambiental española en cualquiera de las expresiones consideradas del 33% al 72%. Por el contrario, un cambio progresivo hacia un patrón alimentario occidental típico implicaría un aumento en las huellas (12-72%). Estos resultados refuerzan el carácter sostenible del patrón de DM en un mundo cada vez más globalizado (23).

Algunos alimentos de origen vegetal contribuyen sustancialmente en su producción (23), junto con los productos lácteos en el caso del patrón dietético español actual y del patrón alimentario occidental típico, al consumo de agua (aceites vegetales en

particular y, hasta cierto punto, frutos secos) o el uso de la tierra (cereales y aceites vegetales). Tanto en el patrón dietético español actual como en el patrón alimentario occidental típico, los aceites vegetales también contribuyeron en gran medida al consumo de agua y al consumo de energía. Aun así, se descubrió que los alimentos de origen animal causan el mayor impacto medioambiental en todos los patrones alimentarios.

Como en otros estudios en el contexto español, la carne y los lácteos fueron los alimentos que más contribuyeron a las huellas ambientales, aunque con una contribución absoluta mucho menor que el patrón alimentario occidental típico. En cuanto a las emisiones de GEI y el uso de la tierra, indudablemente la carne resultó ser el alimento con mayor peso, con una gran diferencia en comparación con otros alimentos, tanto en el patrón alimentario occidental típico como en el patrón dietético español actual (23). Se observó que una reducción en el consumo de carne disminuyó las emisiones de GEI y el uso de la tierra, aumentando posteriormente la disponibilidad de tierras para otros usos (24).

Aunque existe una gran variabilidad de producción, que puede representar el 80% de la agricultura mundial en todos los países, el uso de la tierra está relacionado con la producción ganadera y representa más de la mitad de las emisiones de GEI derivadas de la agricultura. Mientras tanto, los productos lácteos, una de las principales fuentes de proteína animal en el patrón de la DM, contribuyeron en gran medida en términos de consumo de energía en los tres patrones de la dieta. En el patrón de DM, los productos lácteos fueron el grupo de alimentos que presentó la huella más alta de las cuatro analizadas, ya que en el patrón de DM la carne tiene un peso menor en comparación con los otros patrones, tanto en frecuencia como en cantidad.

Con respecto a las emisiones de GEI, el consumo de pescado también mostró una contribución medioambiental notable en todos los patrones de la dieta. De acuerdo con estos resultados, la adopción de un patrón de DM en España reduciría sustancialmente el consumo general de agua, a pesar de un posible aumento de su uso en los grupos de verduras y frutas. El consumo de agua de ciertos grupos de alimentos, como aceites y grasas vegetales o productos cárnicos, sería aún menor que en el patrón alimentario occidental típico.

Como conclusión general, un cambio del patrón español actual hacia el patrón dietético mediterráneo sería beneficioso tanto desde el punto de vista de la salud como del medioambiente. El patrón dietético mediterráneo presenta huellas más bajas que el patrón español actual, y en un grado mucho mayor que el patrón dietético occidental.

El patrón dietético mediterráneo presenta un menor impacto medioambiental debido al consumo de más productos derivados de vegetales y menos productos de origen animal (23). El patrón dietético mediterráneo se presenta no solo como un modelo cultural, sino también como un modelo saludable y respetuoso con el medioambiente (25,26). Su adhesión en España contribuiría significativamente a una mayor sostenibilidad en la producción y el consumo de alimentos, que se sumaría a sus beneficios conocidos para la salud pública.



**Figura 1.**

Nueva pirámide de la dieta mediterránea ambientalmente sostenible.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los Gobiernos necesitan comprometerse a emprender acciones apropiadas que preserven nuestro conocimiento tradicional y cultural; acciones que deben dirigirse hacia la diversidad de alimentos y dietas, y no solo centrarse en los beneficios para la salud a corto y largo plazo (27).

El reconocimiento de la Unesco, con la consiguiente mayor visibilidad y aceptación de la DM en todo el mundo, junto con más y mejores evidencias científicas sobre sus beneficios y efectividad en la longevidad, la calidad de vida y la prevención de enfermedades, ha llevado a este patrón dietético a un nivel sin precedentes. Esta es una situación favorable que posiblemente podría permitir el fortalecimiento de la DM en todo el mundo, mejorando así los indicadores de salud mundial y la reducción del impacto medioambiental por la producción y el transporte de recursos alimentarios (Fig. 1). Para ello, la DM debería verse como lo que es: un modelo alimentario extremadamente saludable y ambientalmente sostenible, así como un patrimonio cultural antiguo que confiere identidad y pertenencia (28).

El liderazgo de la Fundación Internacional de la Dieta Mediterránea (IFMed, [www.ifmed.org](http://www.ifmed.org)) tiene como objetivo concienciar al público sobre la nutrición saludable y sostenible para convertirla

en un tema central y promover acuerdos de cooperación internacional con los actores, tanto públicos como privados, para apoyar y perseguir los valores y beneficios de la DM.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Trichopoulou A, Martínez-González MA, Tong TY, Forouhi NG, Khandelwal S, Prabhakaran D, et al. Definitions and potential health benefits of the Mediterranean diet: views from experts around the world. *BMC Med* 2014;12:112.
2. Serra-Majem L, Roman B, Estruch R. Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr Rev* 2006;64(2 Pt 2):S27-47.
3. Sofi F, Abbate R, Gensini GF, Casini A. Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2010;92:1189-96.
4. Serra-Majem L, Bes-Rastrollo M, Román-Viñas B, Pfrimer K, Sánchez-Villegas A, Martínez-González MA. Dietary patterns and nutritional adequacy in a Mediterranean country. *Br J Nutr* 2009;101(Suppl. 2):S21-8.
5. Castro-Quezada I, Román-Viñas B, Serra-Majem L. The Mediterranean diet and nutritional adequacy: a review. *Nutrients* 2014;6:231-48.
6. Duchin, F. Sustainable consumption of food: a framework for analyzing scenarios about changes in diets. *J Ind Ecol* 2005;9:99-114.
7. Serra-Majem L. Nutrición comunitaria y sostenibilidad: concepto y evidencias. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2010;16:35-40.
8. Serra-Majem L, Bach-Faig A, Raidó-Quintana B. Nutritional and cultural aspects of the Mediterranean diet. *Int J Vitam Nutr Res* 2012;82(3):157-62.

9. UNESCO. Representative list of the intangible cultural heritage of humanity. 2010 [consultado 31 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.unesco.org/culture/ich/en/RL/00394>
10. Da Silva R, Bach-Faig A, Raidó Quintana B, Buckland G, Vaz de Almeida MD, Serra-Majem L. Worldwide variation of adherence to the Mediterranean diet, in 1961-1965 and 2000-2003. *Public Health Nutr* 2009;12:1676-84.
11. Keys A, Menotti A, Karvonen MJ, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, et al. The diet and the 15-year death rate in the Seven Countries Study. *Am J Epidemiol* 1986;124:903-15.
12. Martínez-González MA, Bes-Rastrollo M, Serra-Majem L, Lairon D, Estruch R, Trichopoulou A. Mediterranean food pattern and the primary prevention of chronic disease: recent developments. *Nutr Rev* 2009;67:S111-6.
13. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *N Engl J Med* 2013;368:1279-90.
14. Salas-Salvadó J, Bulló M, Estruch R, Ros E, Covas MI, Ibarrola-Jurado N, et al. Prevention of diabetes with Mediterranean diets: a subgroup analysis of a randomized trial. *Ann Intern Med* 2014;160:1-10.
15. Martínez-González MA, Salas-Salvadó J, Estruch R, Corella D, Fitó M, Ros E, et al. For the PREDIMED Investigators. Benefits of the Mediterranean Diet: Insights From the PREDIMED Study. *Prog Cardiovasc Dis* 2015;58:50-60.
16. Serra-Majem L, Medina X. The Mediterranean Diet as an Intangible and Sustainable Food Culture. En: Preedy V y Watson R, editors. *The Mediterranean Diet. An Evidence-Based Approach*. Londres: Elsevier; 2015. pp. 37-46.
17. Gussow J, Clancy K. Dietary guidelines for sustainability. *J Nutr Educ* 1986;18:1-5.
18. Carlsson-Kanyama A, González A. Potential contributions of food consumption patterns to climate change. *Am J Clin Nutr* 2009;89(Suppl.):S1704-9.
19. Baroni L, Cenci L, Tettamanti M, Berati M. Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:279-86.
20. Reijnders L, Soret S. Quantification of the environmental impact of different dietary protein choices. *Am J Clin Nutr* 2003;78(Suppl. 3):S664-8.
21. Tukker A, Goldbohm A, de Koning A, Verheijden M, Kleijn R, Wolf O, et al. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecol Econ* 2011;70:1776-88.
22. Wallén A, Brandt N, Wennersten R. Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions? *Environ Sci Policy* 2004;7:525-35.
23. Sáez-Almendros S, Obrador B, Bach-Faig A, Serra-Majem L. Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet. *Environ Health* 2013;118.
24. Stehfest E. Climate benefits of changing diet. *Clim Change* 2009;95:83-102.
25. Serra-Majem L, Bach-Faig A, Miranda G, Clapes-Badrinas C. Foreword: Mediterranean diet and climatic change. *Public Health Nutr* 2011;14(12A):2271-3.
26. Germani A, Vitiello V, Giusti AM, Pinto A, Donini LM, del Balzo V. Environmental and economic sustainability of the Mediterranean Diet. *Int J Food Sci Nutr* 2014;65:1008-12.
27. Piscopo, S. The Mediterranean diet as a nutrition education, health promotion and disease prevention tool. *Public Health Nutr* 2009;12(9A):1648-55.
28. Bach-Faig A, Berry EM, Lairon D, Reguant J, Trichopoulou A, Dernini S, et al. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr* 2011;14(12A):2274-84.



# Nutrición Hospitalaria



## Una visión global de las reacciones adversas a alimentos: alergia e intolerancia alimentaria

### *A global vision of adverse reactions to foods: food allergy and food intolerance*

Jorge Gabriel Ruiz Sánchez, Samara Palma Milla, Beatriz Pelegrina Cortés, Bricia López Plaza, Laura María Bermejo López y Carmen Gómez-Candela

Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Universitario La Paz. IdiPAZ. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid

### Resumen

En estos últimos años se ha evidenciado un aumento de las reacciones adversas a alimentos, probablemente asociadas a los cambios en el estilo de vida producidos en las últimas décadas. Una reacción adversa a alimentos es cualquier respuesta clínicamente anormal que puede atribuirse a la ingestión, contacto o inhalación de un alimento, de sus derivados o de uno de sus aditivos.

Pueden clasificarse en alergia o intolerancia alimentaria. Las alergias alimentarias suelen tener un componente inmunológico generalmente asociado a inmunoglobulina E (IgE). Las reacciones adversas a alimentos tienen una gran repercusión tanto clínica como social y perjudican la calidad de vida de los pacientes y, en algunos casos, resultan fatales, de ahí que se implique directamente a los servicios de restauración colectiva y de manufacturación de alimentos para su correcto manejo.

Los alimentos más alérgenos cambian según el grupo etario. La alergia al huevo es la más frecuente en menores de 5 años y a las frutas frescas, en los mayores de 5 años. Las manifestaciones clínicas más frecuentes son de tipo cutáneo-mucosas. Las intolerancias alimentarias pueden deberse a un mecanismo farmacológico, metabólico, mixto o idiosincrático, pero no inmunológico. Las manifestaciones clínicas suelen ser dosis dependientes, mientras que las alérgicas son dosis independientes.

La intolerancia alimentaria más frecuente y conocida es la intolerancia a la lactosa, que es de tipo metabólica. El tratamiento principal para ambos tipos de reacciones adversas a alimentos consiste en evitar el alimento que causa de la reacción.

#### Palabras clave:

Alergia alimentaria.  
Intolerancia alimentaria. Reacción adversa a alimentos.

### Abstract

Over the last years, there has been an increase in adverse food reactions, probably associated with life style changes in the past decades. An adverse food reaction is any clinically abnormal response that can be attributed to ingestion, contact or inhalation of a food, its derivatives or an additive contained in it.

They can be classified as food allergy or intolerance. Food allergies are usually immune-mediated, associated with IgE. Adverse reactions to food have a large clinical and social repercussion, which can be fatal in some cases and impair the quality of life of patients. This implies directly the services of collective catering and food manufacturing, which is why a legislature and regulations were implemented for its correct management.

The most allergenic foods change according to the age group; being the egg the most frequent in children under 5 years, and fresh fruits in the older than 5 years. The most frequent clinical manifestations are cutaneous-mucous type. Food intolerances may be due to a pharmacological, metabolic, mixed or idiosyncratic mechanism. Clinical manifestations are usually dose dependent.

The most common and known food intolerance is lactose, which is a metabolic type. The main treatment of both types of adverse reaction to foods is avoidance of the causal food of the reaction.

#### Key words:

Food allergy. Food Intolerance. Adverse reaction to foods.

Ruiz Sánchez JG, Palma Milla S, Pelegrina Cortés B, López Plaza B, Bermejo López LM, Gómez-Candela C. Una visión global de las reacciones adversas a alimentos: alergia e intolerancia alimentaria. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):102-108

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2134>

#### Correspondencia:

Carmen Gómez Candela. Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Universitario La Paz. IdiPAZ. Paseo de la Castellana, 261. 28046 Madrid  
e-mail: [cgcandela@salud.madrid.org](mailto:cgcandela@salud.madrid.org)

## INTRODUCCIÓN

Mientras que en los países en vías de desarrollo la falta de suministro alimentario y sus condiciones sanitarias conllevan una gran prevalencia de enfermedades infecciosas, en los países del “primer mundo” la gran oferta de la industria alimentaria ha originado una alta prevalencia de dietas desequilibradas, asociadas a un importante aumento del sobrepeso y de la obesidad. Junto a este mismo proceso existe otro problema creciente relacionado con la aparición, cada vez mayor, de reacciones adversas a alimentos (RAA). Esta terminología engloba tanto a las alergias alimentarias como a las intolerancias alimentarias, entre otras.

Las RAA se definen como cualquier respuesta clínicamente anormal que pueda atribuirse a la ingestión, contacto o inhalación de un alimento, de sus derivados o de algún aditivo que contengan (1-7), cuyo mecanismo puede tener, o no, un componente inmunológico.

La prevalencia de RAA en adultos supera el 30% (3,4,6), pero puede llegar sorpresivamente a un 90% si hablamos exclusivamente de la intolerancia alimentaria, que es el principal componente de las RAA (fundamentalmente a la lactosa, la más frecuente). De este modo, en poblaciones de raza africana y asiática la intolerancia a la lactosa oscila entre el 90-95%; en la de origen hispanoamericano, entre un 50-70%; en la mediterránea, entre un 10-15%, y en la nórdica, entre un 5-15% (8-11). Sin embargo, la alergia alimentaria mediada por inmunoglobulina E (IgE) no suele superar el 2-3% de la población (1,2,4,7), pese a que más de un 15% cree ser alérgico a algún alimento (4).

Aunque la incidencia real de alergias alimentarias es desconocida debido a la falta de estudios epidemiológicos al respecto, la prevalencia en niños se estima entre un 5-7% y, en la población general, en un 1,5%, aproximadamente, más frecuente en aquellos con antecedentes de atopia personal o familiar (1,2,11). En la última década, asociada al aumento percibido por su incidencia, se estima que la prevalencia de alergias puede estar en torno al 15% en niños menores de 5 años. En algunos países mediterráneos llega a ocupar el quinto puesto entre los trastornos que atiende un alergólogo debidos a diferentes causas (1,2). En España, la alergia alimentaria más frecuente en niños menores de 5 años es a las proteínas del huevo (34,4%), seguida por la alergia a las proteínas del pescado (30,4%) y, en tercer lugar, a las de la leche de vaca (24,5%). En los niños mayores de cinco años los alimentos que con más frecuencia causan alergias son las proteínas de frutas frescas (37%), de frutos secos (35%) y de pescados y mariscos (12%) (1-3).

A la creciente prevalencia de estos cuadros clínicos, debe añadirse la problemática social que conlleva, fundamentalmente por la poca información y el desconocimiento tanto médico como social sobre la enfermedad. De esta forma, muchas veces existen síntomas que pueden pasar desapercibidos o ser atribuidos a otras causas (comúnmente, cuadros funcionales) y que puedan llevar a un diagnóstico tardío y, por ende, retrasar el tratamiento correcto. Así, en muchas ocasiones el paciente ha sido valorado por múltiples profesionales de la salud, ha sido sometido a multitud de pruebas diagnósticas y ha seguido siendo sintomático

hasta el diagnóstico final. Por otro lado, cuando se ha efectuado el diagnóstico entra en juego el temor y la ansiedad que conlleva evitar el alimento causante de la alergia, principalmente si las circunstancias en las que se diagnosticó la RAA conllevaron una experiencia traumática para el paciente. En este mismo sentido, la búsqueda de alimentos que sustituyan desde un punto de vista nutricional a los “prohibidos” aumenta la ansiedad del paciente.

La magnitud de este problema tiene su máxima expresión en los centros de restauración colectiva, especialmente en servicios de alimentación hospitalaria grandes, como el del Hospital Universitario La Paz, con más de 1.300 camas. Por ejemplo, el 10 de abril de 2017 el total de dietas solicitadas y servidas para pacientes con alergias e intolerancias alimentarias fue del 4% del total, lo que supone que, cada día, entre 45 y 65 pacientes ingresados padecen alguna RAA. Para garantizar la seguridad alimentaria se requiere una gran capacidad organizativa.

Por todo ello, actualmente existen normativas a nivel nacional y europeo en las que se hace obligatoria la inclusión en el etiquetado de los ingredientes reconocidos como alérgenos alimentarios más habituales, como la leche y sus derivados, leguminosas, huevos, crustáceos, pescado, hortalizas, trigo y otros cereales. Pese a ello, es común que ciertos productos de manufactura utilicen aditivos derivados que no sean de descripción obligatoria y que puedan causar una RAA (1,2).

## CLASIFICACIÓN

En el ámbito médico se utilizan los conceptos establecidos por la Academia Americana de Alergología, Asma e Inmunología (AAAAI), basados en el mecanismo causal de la reacción (1-7).

- *Reacción adversa a un alimento.* Consiste en cualquier respuesta clínica anormal que presentan determinados individuos, atribuida a la ingestión de un alimento (o aditivo) que puede ser perfectamente tolerado por la gran mayoría de las personas. Se trata, por tanto, de un concepto amplio que abarca todo tipo de anomalía, sin dejar constancia de su mecanismo causal.
- *Hipersensibilidad alimentaria.* Es la reacción adversa que presenta un individuo tras la ingestión de un alimento, de causa inmunológica comprobada. Se produce solo en algunos individuos previamente sensibilizados y puede ocurrir después de la exposición a muy pequeñas cantidades de alimento. Aquí se engloba la *reacción alérgica común*, que es mediada por IgE y cuyo grado más severo es la anafilaxia alimentaria, que puede aparecer de forma inmediata y poner en peligro la vida.
- *Intolerancia alimentaria.* Es la respuesta clínica a un alimento en cuyo mecanismo de producción no interviene (o no ha podido demostrarse su intervención) un mecanismo inmunológico. Sin embargo, existe un componente genético o epigenético que ha originado la predisposición a ello. Puede incluir respuestas de tipo farmacológico, metabólico o de idiosincrasia indeterminada.
  - *Farmacológica.* Ocurre tras la absorción de grandes cantidades de ciertas sustancias que se encuentran en

determinados alimentos y que originan diferentes manifestaciones al no ser adecuadamente metabolizadas. La RAA es consecuencia de la acción farmacológica directa de estas sustancias sobre algún tejido o receptor (por ejemplo, histamina y tiamina).

- **Metabólica.** Ocurre por el déficit de ciertas sustancias (principalmente enzimáticas) necesarias para el proceso de digestión, absorción o utilización de un alimento. La RAA suele ocurrir por la presencia de la sustancia que causa el problema de modo independiente de su acción farmacológica sobre algún tejido o receptor.
- **Indeterminadas.** Su mecanismo no está asociado o puede ser múltiple.

De otro modo, el Subcomité de Reacciones Adversas a Alimentos de la European Academy of Allergology and Clinical Immunology (EAACI) propone otra clasificación de las RAA en la que existen dos grandes grupos: RAA tóxicas y no tóxicas; incluyendo la alergia y la intolerancia el segundo apartado (5).

## ALERGIA ALIMENTARIA

Las manifestaciones clínicas de la alergia alimentaria dependerán del grado de activación inmunológica que origine el alérgeno, y pueden desarrollarse junto a síntomas de daño local (digestivos) o sistémicos (cutáneos, respiratorios, cardiovasculares). El tipo de hipersensibilidad causada por la sustancia determinará el momento de aparición del cuadro clínico (1-5,7) (Tabla I).

La aparición de las diversas manifestaciones no es dosis dependiente; es decir, la mínima ingesta de una sustancia podría desencadenar un cuadro fatal en un individuo (angioedema, *shock*, paro cardiorespiratorio, etc.), condición conocida como anafilaxia (1-4,12,13). También existen ciertas alergias alimentarias que necesitan de una sensibilización previa (muchas veces subclínica) para desencadenar una respuesta mayor ante una nueva exposición. Cabe resaltar que, aunque el término "alergia alimentaria" orienta a pensar que solo a través del contacto ingerido aparecerá la reacción, existen muchos casos de alergias reportados como consecuencia de la percepción olfativa del alimento (14).

Por otro lado, es conocida la asociación de alergias alimentarias y el estado atópico de un paciente, caracterizado por la susceptibilidad genética de padecer otras enfermedades, en cuyo mecanismo etiológico se involucran las reacciones inmunológicas por hipersensibilidad o alergia (mediados por mastocitos, eosinófilos,

histamina, IgE) como el asma, la dermatitis alérgica, la rino-sino-conjuntivitis alérgica, etc. (1-4,7). Así, una forma de reacción alérgica alimentaria podría ser la persistencia de una dermatitis o un cuadro de broncoespasmo recidivante (12-14).

Además, existen algunos estudios en los que se describen las manifestaciones clínicas más frecuentes asociadas al grupo alimentario (Tabla II). Se considera que los alérgenos contenidos en los alimentos son de naturaleza proteica, pero que conforman una mínima proporción respecto al total; sin embargo, poseen la capacidad de generar una exacerbada respuesta inmunológica. Existe una gran cantidad de sustancias potencialmente alérgicas en los diversos grupos de alimentos, algunas de las cuales se describen en la tabla III (1,2,6).

La prevalencia de alergias a distintos grupos alimentarios cambia en los diversos grupos etarios pediátricos en comparación con los adultos. Esto puede explicarse por los mecanismos de regulación y tolerancia inmunológica asociados al desarrollo y maduración del sistema inmune (1-4,14). Sin embargo, existen muchos factores ambientales y genéticos no establecidos correctamente asociados a este proceso. En la tabla IV se observa la prevalencia de los principales alimentos alérgicos en la población general europea.

Una vez conocida la existencia de una reacción alérgica alimentaria, el tratamiento inicial consistirá en evitar el contacto o el consumo de dicho alimento o de sus derivados (1-4).

Existen diversas posturas sobre la prevención de las alergias alimentarias. En la década de los noventa y en los primeros años de la del 2000 se recomendaba retrasar la ingesta de ciertos alimentos potencialmente alérgicos hasta edades de mayor maduración del sistema inmunológico. En la última guía sobre alimentación complementaria publicada en 2017 por la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica

**Tabla II. Manifestaciones clínicas según grupo alimentario alérgeno**

|              | Cutánea (%) | Respiratoria (%) | Digestiva (%) |
|--------------|-------------|------------------|---------------|
| Fruta        | 95          | 32               | 14            |
| Frutos secos | 100         | 28               | 22            |
| Leche        | 77          | 26               | 42            |
| Huevo        | 77          | 25               | 36            |
| Pescado      | 95          | 35               | 15            |

**Tabla I. Manifestaciones clínicas más comunes de la alergia alimentaria**

|                        |        |  |
|------------------------|--------|--|
| <b>Digestivas</b>      | 25-30% | Náuseas/vómitos, dolor abdominal, meteorismo, flatulencia, diarrea                   |
| <b>Respiratorias</b>   | 40-60% | Prurito y congestión conjuntival o nasal, laringoespasmo, broncoespasmo/asma         |
| <b>Cutáneo/mucosas</b> | 80-90% | Dermatitis atópica, urticaria, angioedema, prurigo, pitiriasis alba, xerosis cutánea |
| <b>Cardiovascular</b>  | 30-35% | Hipotensión/shock, paro cardíaco   |

Fuentes: Peláez Hernández A, et al. (13) y Foong RX, et al. (14).

**Tabla III. Componentes alérgenos de algunos alimentos**

| Alimento      | Sustancia alérgena  |
|---------------|---|
| Leche de vaca | Betalactoglobulina, alfa lactoalbúmina, seroalbúmina, gammaglobulina, caseína |
| Huevo         | Ovoalbúmina, ovomucoide, conalbúmina, lisozima                                |
| Pescado       | Parvalbúminas   |
| Crustáceos    | Antígeno I y Antígeno II, tropomiosina  |
| Cacahuete     | Ara h I, ara h II   |
| Soja          | Globulinas, sobre todo la fracción 2S y la fracción sérica                    |
| Cereales      | Gluteínas y gluteninas  |
| Mostaza       | "Alérgeno mayor" (Sin a I)  |
| Melocotón     | Proteína de la piel (Pru p I)   |

**Tabla IV. Alergias alimentarias más comunes en Europa**

|               | Prevalencia autoreportada (%) | Prevalencia demostrada (%) |
|---------------|-------------------------------|----------------------------|
| Leche de vaca | 6,0                           | 0,6                        |
| Huevo         | 2,5                           | 0,2                        |
| Trigo         | 3,6                           | 0,1                        |
| Soja          | -                             | 0,3                        |
| Cacahuete     | 0,4                           | 0,2                        |
| Nuez          | 1,3                           | 0,5                        |
| Pescado       | 2,2                           | 0,1                        |
| Mariscos      | 1,3                           | 0,1                        |

Fuente: Nwaru BI, et al. (6).

(ESPGHAN, en sus siglas en inglés) se comenta el aumento de la incidencia de alergias alimentarias en la última década, pese a las recomendaciones internacionales de retrasar la ingesta de alimentos potencialmente alérgenos. En esta guía destacan nuevos estudios que sugieren que, al contrario que lo que se recomendaba antes, la introducción temprana (entre los 5-11 meses de edad) de dichos alimentos podría incluso proteger de padecer la alergia alimentaria. Existen otros factores, como la lactancia materna y los antecedentes de atopia en la familia, que podrían jugar un papel crucial en la respuesta inmunológica. Con todo ello, la recomendación dada por la ESPGHAN es la de no retrasar los alimentos considerados alérgicos (15).

El tipo de preparación de los alimentos, aunque aún con poca evidencia científica, se ha asociado a la resolución o mejoría del cuadro alérgico a sus proteínas. De este modo, en una revisión sistemática, Lamber y cols. (2017) observaron que la cocción al horno del huevo de gallina y de la leche de vaca podría resultar en una mejora o resolución del cuadro alérgico (16).

Desde un punto de vista farmacológico, las manifestaciones clínicas agudas de una reacción alérgica suelen tratarse con la administración de glucocorticoides y antihistamínicos, asociados o

no a vasopresores, por vía sistémica, dependiendo de la gravedad. En las manifestaciones crónicas, prima el uso de antihistamínicos, asociados o no a terapia inmunosupresora, lo que dependerá de la severidad o de la necesidad de tratamientos adyuvantes a una terapia de desensibilización (1-4).

## INTOLERANCIA ALIMENTARIA

Las manifestaciones clínicas de la intolerancia alimentaria están compuestas por síntomas y signos similares a los de la alergia alimentaria. Sin embargo, se diferencian de esta última en que la probabilidad de aparición de algún síntoma y su intensidad son dosis dependiente. Por ejemplo, una persona con intolerancia a la lactosa puede no presentar síntomas tras la ingesta de 50 g de queso curado (escasa cantidad de lactosa) y presentar un gran cuadro de flatulencias y dolor abdominal con la ingesta de 200 ml de leche (7,17).

El tipo de manifestación clínica está asociado al mecanismo causal de la intolerancia. En la intolerancia a la lactosa existe un aumento de lactosa a nivel intestinal, lo que ocasiona mayor secreción de líquido hacia la luz intestinal como consecuencia del efecto osmótico del disacárido, lo que puede causar diarrea. Posteriormente, al llegar al colon, la lactosa digerida por las bacterias saprofitas origina diversos ácidos orgánicos y gases que condicionan la aparición de flatulencia, dolor abdominal y molestias en la defecación (8-11). En cambio, en la intolerancia a la histamina se encuentra involucrado un mecanismo farmacológico que consiste en una sobreacción de la histamina como consecuencia de un aumento de la concentración de esta sustancia en sangre tras la ingesta de alimentos que la contienen (vino tinto, chocolate, etc.). Esto conlleva a la aparición de diversos síntomas como cefalea, cólico intestinal, sofocos, etc. (18,19).

Como se ha mencionado anteriormente, existen diversos mecanismos implicados en la aparición de una intolerancia alimentaria. En función de este mecanismo (metabólico, farmacológico o indeterminado) existen ciertas intolerancias que se presentan con mayor frecuencia o que son más conocidas. De las metabólicas, la principal y más conocida, debido a su prevalencia, es la into-

lerancia a la lactosa. Esta patología es conocida como *déficit de lactasa*. Sin embargo, existen muchos otros déficits enzimáticos a nivel intestinal, como el déficit de fructasa o el déficit de sacarasa, entre otros (7-11,17). De las farmacológicas, las más conocidas son las debidas al déficit de diamino oxidasa (DAO) y al déficit de fenilalanina hidroxilasa, que conllevan la aparición de intolerancia a la histamina y a la fenilalanina (fenilcetonuria), respectivamente.

Al igual que en las alergias alimentarias, el principal tratamiento será evitar la ingesta de la sustancia o del alimento que la contiene. Esta recomendación variará en rigurosidad dependiendo de cada individuo, ya que la aparición de manifestaciones clínicas es consecuencia del grado de severidad del déficit enzimático causal. De este modo, pueden existir pacientes que requieran de ingestas de 30 g de lactosa para generar síntomas (equivalente, de forma aproximada, a 400 ml de leche entera) y otros en los que bastará la ingesta de 5 g (aproximadamente, 70 ml de leche entera). Por esta razón es importante individualizar la retirada de los alimentos que contienen la sustancia causante de la intolerancia (7-11,17,20).

Actualmente existen algunos tratamientos farmacológicos que consisten en la administración de las enzimas ausentes para facilitar la adecuada digestión, absorción y metabolización de las sustancias causantes de la intolerancia. Estos tratamientos deben ser individualizados según el grado de afectación que padezca cada paciente (8-11,18,19).

## ENTIDADES CLÍNICAS EMERGENTES

### DÉFICIT DE DAO

El déficit funcional o cuantitativo de la DAO es una alteración en el metabolismo de la histamina que procede de la dieta. Las personas con un déficit de la enzima DAO no pueden metabolizar la histamina correctamente a nivel intestinal, por lo que la absorción aumentada de histamina se acumula en la sangre y en los tejidos. Como consecuencia, aparecen diversas manifestaciones sistémicas derivadas de su acción farmacológica en el organismo (18,19).

Los síntomas más frecuentes derivados del déficit de DAO son la migraña y las cefaleas vasculares. Otros trastornos son los gastrointestinales (especialmente aquellos asociados a la motilidad intestinal, como estreñimiento, diarrea, saciedad, flatulencia o sensación de distensión), dermatológicos (xerosis, urticaria, etc.), vasculares (hipotensión) y dolores en tejidos blandos y óseos diagnosticados con frecuencia como fibromialgia o fatiga crónica (18,19).

El tratamiento consiste en la reducción de histamina consumida a través de los alimentos. Es preferible consumir aquellos alimentos que contengan menos de 20 mg de histamina por kg de alimento o dosis de histamina totales consumidas menores a 70 mg. Es importante resaltar que, si bien estas cifras son usadas como umbrales de referencia, existen pacientes que con dosis tan bajas como 10 mg/día de histamina desarrollan síntomas (18,19).

El tratamiento farmacológico consiste en la administración vía oral de la enzima DAO con el objetivo de metabolizar la histamina absorbida en una comida estándar (18,19).

### ESOFAGITIS EOSINOFÍLICA

La esofagitis eosinofílica (EE) se describió inicialmente en 1977 y fue considerada como una patología diferente de la enfermedad del reflujo gastroesofágico (ERGE) a partir de 1990. Se trata de una patología emergente que se presenta tanto en niños como en adultos (la mayoría entre los 20 y los 40 años). Su etiología es desconocida. Se define como una enfermedad inflamatoria inmunoalérgica crónica del esófago en la que es característica la presencia de eosinófilos ( $\geq 15 \times$  campo) en la mucosa esofágica (21-24). Se han determinado como posibles causas: la exposición a agentes irritantes (reflujo, fármacos, estasis alimentaria, etc.), trastornos de la motilidad esofágica (acalasia, esclerosis sistémica), ERGE, gastroenteritis eosinofílica, enfermedad inflamatoria intestinal, infecciones parasitarias o fúngicas e inmunosupresión; o puede ser primaria o idiopática. Además, existe una predisposición familiar asociada a la atopia. Suele manifestarse como odinofagia, disfagia, pirosis, saciedad precoz, náuseas, regurgitación o vómitos, lo que puede condicionar o no diversos grados de malnutrición. También puede pasar desapercibida. Existe evidencia acumulada que asocia la presencia de EE a diversos alimentos conocidos por su capacidad alérgica (leche, gluten, huevos, pescados, frutos secos, etc.). Por esta razón, se sospecha que en aquellos casos considerados como idiopáticos la presencia de EE puede ser una manifestación más de alergia alimentaria (21-24).

Hasta la fecha no existe un tratamiento óptimo de esta patología. Una vez hecho el diagnóstico, suele iniciarse el tratamiento con inhibidores de la bomba de protones con la finalidad de paliar los síntomas de una ERGE (esta puede aparecer como consecuencia de la EE). La eosinofilia persistente tras el tratamiento descarta la ERGE. Posteriormente, la terapia más empleada son glucocorticoides tópicos (budesonida o fluticasona). Los glucocorticoides tópicos son los fármacos que mejor respuesta han demostrado en los estudios clínicos; sin embargo, existe entre un 15-20% de pacientes que son refractarios. De forma adyuvante suelen emplearse las dietas de exclusión alimentaria, que consisten en la elaboración de menús sin alimentos alérgenos. La respuesta al tratamiento instaurado se valorará con el conteo histológico de eosinófilos, para lo que se realizan endoscopias después de, al menos, 6-8 semanas tras el inicio de la medida terapéutica. De persistir la sintomatología asociada a una histología compatible, suele procederse al uso de corticoides sistémicos o inmunoterapia, aunque los resultados son poco satisfactorios (21-24).

### INTOLERANCIA AL GLUTEN

Aunque comúnmente conocida como *intolerancia al gluten* o *enfermedad celiaca*, esta patología podría incorporarse dentro

del subgrupo de “indeterminadas”, ya que, aunque dentro de su fisiopatología existe un gran componente inmunológico, este es no IgE-dependiente, por lo que no podría entrar en la clasificación de alergia. No obstante, existe una predisposición genética que conlleva una respuesta metabólica alterada al gluten, secundaria a la reacción inmunológica descrita (25,26). En 2008 la ESPGHAN recomendó la introducción del gluten entre los 4 y los 7 meses durante el periodo de ablactación del lactante, ya que un estudio observacional mostraba una reducción de la incidencia de enfermedad celiaca y diabetes tipo 1 en pacientes que cumplían esta condición. Sin embargo, en la guía de 2017 (15), basada en últimos estudios, esta recomendación ha quedado suspendida, y se concluye que ni la edad de introducción del gluten ni su relación con la ablactación muestran una reducción de la incidencia de enfermedad celiaca durante la infancia. Como recomendación, se aconseja la introducción de gluten en cualquier momento entre los 4 y los 12 meses de edad (15).

Las principales manifestaciones clínicas de la intolerancia al gluten son de tipo gastrointestinal (diarreas, dolor abdominal, flatulencia, síndrome de malabsorción, etc.). Sin embargo, también son importantes otras manifestaciones secundarias al problema malabsortivo (fallo del medro, desnutrición, etc.) y a la respuesta inmunológica sistémica que genera esta enfermedad (dermatitis

herpetiforme, artritis, trombocitopenia, hepatitis y otras enfermedades autoinmunes) (25).

## NORMATIVA LEGAL

Existen muchos reglamentos en Europa (27) y en España (28) que rigen diversos procesos de manufactura, distribución, publicidad y venta de alimentos y derivados. Los más importantes y específicamente relacionado a las RAA son los siguientes:

- Reglamento (UE) n.º 1169/2011, que regula la información alimentaria facilitada al consumidor. Es aplicable desde el 13 de diciembre de 2014 (27).
- Real Decreto 126/2015, que regula la información alimentaria de los alimentos que se presentan sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador y de los envasados por los titulares del comercio al por menor, así como la venta a distancia (28).

En ambos reglamentos se especifica claramente la obligación de describir si el producto comercializado contiene algún alimento o derivado que potencialmente pueda causar alergia o intolerancia. En la tabla V se mencionan las sustancias o productos de obligatoria descripción.

**Tabla V. Sustancias o productos que causan alergias o intolerancias**

|   |
|---|
| Cereales que contengan gluten: trigo, centeno, cebada, avena, espelta, kamut o sus variedades híbridas y productos derivados  |
| Crustáceos y productos a base de crustáceos   |
| Huevos y productos a base de huevo  |
| Pescado y productos a base de pescado   |
| Cacahuets y productos a base de cacahuets   |
| Soja y productos a base de soja   |
| Leche y sus derivados (incluida la lactosa)   |
| Frutos de cáscara: almendras ( <i>Amygdalus communis L.</i> ), avellanas ( <i>Corylus avellana</i> ), nueces ( <i>Juglans regia</i> ), anacardos ( <i>Anacardium occidentale</i> ), pacanas ( <i>Carya illinoensis</i> [Wangenh.] K. Koch), nueces de Brasil ( <i>Bertholletia excelsa</i> ), alfóncigos ( <i>Pistacia vera</i> ), nueces macadamia o nueces de Australia ( <i>Macadamia ternifolia</i> ) y productos derivados, salvo los frutos de cáscara utilizados para hacer destilados alcohólicos, incluido el alcohol etílico de origen agrícola |
| Apio y productos derivados  |
| Mostaza y productos derivados   |
| Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo   |
| Dióxido de azufre y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/litro en términos de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) total para los productos listos para el consumo o reconstituídos conforme a las instrucciones del fabricante  |
| Altramuces y productos a base de altramuces   |
| Moluscos y productos a base de moluscos   |

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Pérez J, Amigo Bello MC, Martínez Zazo AB. La alergia a los alimentos. Nutrición y Salud, Tomo 5. Instituto de Salud pública, Consejería de Salud y Consumo de la Comunidad de Madrid; 2005.
2. Zubeldia JM, Baeza ML, Jáuregui I, Senent CJ. Libro de las enfermedades alérgicas de la fundación BBVA. Bilbao: Fundación BBVA; 2012.
3. Lessof MH. Alergia e intolerancia a los alimentos. Zaragoza: Acribia; 1996.
4. Wesley Burks A. Food Allergies. 3th ed. ACP Medicine; 2003.

5. Johansson SG, Hourihane JO, Bousquet J, Brujinzeel-Koomen C, Dreborg S, Haahnela T, et al. A revised nomenclature for allergy. An EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force. *Allergy* 2001;56:813-24.
6. Nwaru BI, Hickstein L, Panesar SS, Roberts G, Muraro A, Sheikh A. EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines Group. Prevalence of common food allergies in Europe: a systematic review and meta-analysis. *Allergy* 2014;69(8):992-1007.
7. Kleine-Tebbe J, Waßmann-Otto A, Mönnikes H. Food Allergy and Intolerance: Distinction, Definitions and Delimitation. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2016;59(6):705-22.
8. Rodríguez Martínez D, Pérez Méndez LF. Intolerancia a la lactosa. *Rev esp enferm Dig* 2006;98(2):143.
9. Zúniga GA. Intolerancia a la Lactosa. *Revista médica hondureña* 1995;63(1). Disponible en: <http://www.bvs.hn/RMH/pdf/1995/pdf/Vol63-1-1995-6.pdf>
10. Rosado JL. Intolerancia a la lactosa. *Gaceta Médica de México* 2016;152(1). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2016/gms1611.pdf>
11. Gil L. Intolerancia a la lactosa en pediatría. *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina* 2010;(198). Disponible en: [http://med.unne.edu.ar/revista/revista198/4\\_198.pdf](http://med.unne.edu.ar/revista/revista198/4_198.pdf)
12. Simon F, Arduzzo LRF, Bilò MB. World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis. *WAO journal* 2011;(4):13-37.
13. Peláez Hernández A, Dávila González J. *Tratado de Alergología*. Vol II. 1.ª edición. Madrid: ERGON; 2007. pp. 1633-55.
14. Foong RX, du Toit G, Fox AT. Asthma, Food Allergy, and How They Relate to Each Other. *Front Pediatr* 2017;9(5).
15. Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C, Domellöf M, Embleton N, Fidler Mis N, et al. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2017;64(1):119-32.
16. Lambert R, Grimshaw KEC, Ellis B, Jaitly J, Roberts G. Evidence that eating baked egg or milk influences egg or milk allergy resolution: a systematic review. *Clin Exp Allergy* 2017;47(6):829-37.
17. Emsley J, Fell P. ¿Te ha sentado mal la comida? Causas de la intolerancia alimentaria. Barcelona: Península; 2001.
18. Vidal Carou, MC. Intolerancia a la histamina: Una nueva perspectiva para el viejo problema de la histamina y otras aminas biógenas en los alimentos. 4.ª reunión de la Sociedad Española de Seguridad Alimentaria; 2007.
19. Maintz L, Novak N. Histamine and histamine intolerance. *Am J Clin Nutr* 2007;85(5):1185-96.
20. Pasqui F, Poli C, Colecchia A, Marasco G, Festi D. Adverse Food Reaction and Functional Gastrointestinal Disorders: Role of the Dietetic Approach. *J Gastrointest Liver Dis* 2015;24(3):319-27.
21. Luna-Sánchez S, Martínez Machuca S, Coca Díaz M. Esofagitis eosinofílica. *Semergen* 2011;37(6):303-6. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-semergen-medicina-familia-40-articulo-esofagitis-eosinofili-ca-S113835931100089X>
22. Noble-Lugo A. Esofagitis eosinofílica. *Revista de Gastroenterología de México* 2014;79(1):33-6.
23. Rothenberg ME. Biology and treatment of eosinophilic esophagitis. *Gastroenterology* 2009;137(4):1238-49.
24. Nottsinger AE. Update on esophagitis: Controversial and underdiagnoses causes. *Arch Pathol Lab Med* 2009;133(7):1087-95. DOI: 10.1043/1543-2165-133.7.1087
25. Bai JC, Fried M, Corazza GR, Schuppan D. Enfermedad celíaca. Guías mundiales de la organización mundial de gastroenterología; 2012.
26. Moscoso F, Quera R. Enfermedad celíaca. *Rev Med Chile* 2016;144:211-21.
27. Reglamento de la Unión Europea n.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011. *Diario Oficial de la Unión Europea* 22.11.2011 L 304/18-63.
28. Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor. *BOE Núm. 54 (1)*, de 4 de marzo de 2015, pp. 20059-66.



## Pautas dietéticas en la diabetes y en la obesidad *Diet recommendations in diabetes and obesity*

Pilar Riobó Serván

Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz. IDC Quirón Salud. Madrid

### Resumen

La diabetes *mellitus* (DM) es una de las enfermedades crónicas con mayor prevalencia a nivel mundial, sobre todo debido al incremento de la diabetes tipo 2. Este creciente aumento se debe, sobre todo, al envejecimiento de la población, a la actual epidemia de obesidad y a los cambios del estilo de vida, con más dietas ricas en calorías y más sedentarismo. Además, es frecuente encontrar que la diabetes se asocia a obesidad, diabetesidad o a hipertensión e hipercolesterolemia, y que forma parte del llamado síndrome metabólico (SM), que se relaciona con una alta probabilidad de desarrollar problemas cardiovasculares.

A pesar de los avances en los tratamientos de la diabetes, lograr un adecuado control glucémico en individuos diabéticos sigue siendo una difícil tarea, no siempre exenta de riesgos. La dieta, uno de los pilares del tratamiento y de la prevención tanto de la diabetes como de la obesidad, debe aportar los nutrientes necesarios para el organismo, pero, además, en el caso de pacientes diabéticos, debe coordinarse con el tratamiento hipoglucemiante y la insulina, lo que se denomina "tratamiento médico nutricional", cuyo objetivo principal es la normoglicemia.

El tratamiento dietético de la obesidad es difícil. Habitualmente se tiende a restringir las calorías que se consumen y se olvidan los factores psicológicos y el estilo de vida de los pacientes. Sin embargo, no existe una única dieta para la diabetes o la obesidad, que debe ser individualizada y estar basada en los objetivos terapéuticos, adaptando las recomendaciones dietéticas al estilo de vida del paciente.

#### Palabras clave:

Diabetes *mellitus*.  
Obesidad. Dieta para diabéticos. Dieta.

### Abstract

Diabetes *mellitus* (DM) is one of the chronic diseases with higher prevalence worldwide, mainly due to the increase of "type 2 diabetes". This increasing is mainly due to the aging of the population, the current epidemic of obesity and the changes in lifestyle, such as high-calorie diets and sedentary lifestyle. In addition, it is common to find that diabetes is associated with obesity, diabetes, or hypertension and hypercholesterolemia, forming part of the so-called Metabolic Syndrome (MS), which is associated with a high probability of developing cardiovascular problems.

Despite the advances in the treatment of diabetes, achieving adequate glycemic control in people with diabetes remains difficult, and not always risk free. The diet is one of the bases of the treatment and prevention of diabetes and obesity. This should provide the necessary nutrients for the organism, but also, in the case of diabetic patients, should be coordinated with hypoglycaemic treatment and insulin, called "nutritional medical treatment", and whose main objective is normoglycemia.

Dietary treatment of obesity is difficult, usually tends to restrict the calories consumed and forgets the psychological factors and lifestyle of patients. However, there is no a unique diet for these pathologies, but it must be individualized, based on the therapeutic objectives adapted to dietary recommendations for the patient's lifestyle.

#### Key words:

Diabetes *mellitus*.  
Obesity. Diabetic's diet. Diet.

#### Correspondencia:

Pilar Riobó Serván. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Fundación Jiménez Díaz Quirón Salud. Avda. de Reyes Católicos, s/n. 28003 Madrid  
e-mail: [prियो@telefonica.net](mailto:prियो@telefonica.net)

## INTRODUCCIÓN

La diabetes *mellitus* (DM), una de las enfermedades crónicas más prevalentes en la actualidad, está alcanzando proporciones epidémicas, debido, sobre todo, al incremento de la diabetes de tipo 2. Ello va unido al envejecimiento de la población, a la actual epidemia de obesidad y a los cambios en el estilo de vida que se han producido en los últimos años, especialmente en lo relativo a las dietas excesivamente ricas en calorías; una tendencia que seguirá creciendo en los próximos años, tanto por un aumento de las incidencias relacionadas con el sedentarismo y la obesidad como por la mayor supervivencia de los pacientes diabéticos. Los datos epidemiológicos referidos a España son variables, con una prevalencia estimada entre el 5,5% y el 18,7%. La prevalencia de la intolerancia a los hidratos de carbono (una alteración también denominada “prediabetes”), por su parte, varía entre el 7,2% y el 17,19%.

La historia natural de la diabetes tipo 2 comienza muchos años antes de su diagnóstico. Primero, la progresiva ganancia de peso a lo largo de los años produce la obesidad, que cursa con resistencia a la acción de la insulina. Se produce una hiperinsulinemia compensadora que durante años es capaz de contrarrestar la insulinoresistencia (IR). Al cabo de los años, el páncreas se agota y el hiperinsulinismo no es capaz de lograr la normoglucemia, con lo que aparece la diabetes de tipo 2. A la frecuente asociación de diabetes y obesidad se la ha llamado diabetesidad.

Muy frecuentemente también se asocian hipertensión e hipercolesterolemia, que forman parte del llamado síndrome metabólico (SM) (1), que se relaciona con una alta probabilidad de desarrollar problemas cardiovasculares. La distribución abdominal de la grasa, con una circunferencia de la cintura mayor de

88 en mujeres y de 102 en varones, es aún más importante que el aumento de la grasa corporal total para el desarrollo de intolerancia hidrocarbonada y para el riesgo cardiovascular. Los estudios *in vitro* sugieren que la grasa abdominal tiene mayor actividad lipolítica y los ácidos grasos libres (AGL) de este origen pasan directamente a la circulación portal, exponiendo al hígado a altas concentraciones de estos, lo que condiciona una disminución de la sensibilidad hepática a la insulina y un aumento de la producción de la glucosa hepática. Además, los AGL pueden reducir también el aclaramiento hepático de la insulina, promoviendo mayor hiperinsulinemia sistémica, y el exceso de AGL circulantes puede inhibir el metabolismo de la glucosa a nivel muscular, colaborando así en la IR periférica. Del mismo modo, la mayor actividad metabólica del tejido adiposo visceral produce liberación de adipocinas, que influyen negativamente en el hígado, el páncreas, el músculo y el endotelio vascular.

La dieta para evitar la obesidad, uno de los pilares en el tratamiento de la diabetes, así como en su prevención, debe aportar los nutrientes necesarios para el organismo, pero además debe coordinarse con el tratamiento hipoglucemiante y la insulina. Por ello, se denomina “tratamiento médico nutricional”. El principal objetivo es lograr la “casi normoglucemia”, equilibrando la ingesta con la medicación hipoglucemiante, evitando las hipoglucemias y previniendo las complicaciones tardías de la diabetes. Además, también se intenta disminuir la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, por lo que hay que tratar de reducir la ingesta de grasa saturada, de colesterol dietético y de sal para evitar dislipidemias y la hipertensión arterial (HTA). Por otra parte, la dieta debe permitir el crecimiento adecuado (en el caso de niños y gestantes diabéticas) y no deberá ser innecesariamente restrictiva. Para cumplir estos objetivos debe integrarse en la educación diabetológica.

En la tabla I se resumen las recomendaciones nutricionales de las principales sociedades de diabetes en Europa y Norteaméri-

**Tabla I. Recomendaciones nutricionales en el diabético**

- **Proteínas.** Aportarán del 10 al 20% del VCT. Deben manejarse de 0,8 a 1 g/kg peso/día. Ante nefropatías diabéticas, debe partirse de 0,8 kg peso/día y, cuando el filtrado glomerular comienza a descender, se disminuirá a 0,6 g/kg peso/día
- **Grasas.** 30-40 % del VCT:
  - Saturada < 10%
  - Poliinsaturada < 10%
  - Monoinsaturada. Es posible un aumento hasta del 20% del VCT en pacientes no obesos con hipertrigliceridemia y aumento de VLDL
  - Se consumirán menos de 300 mg/día de colesterol
- **Hidratos de carbono.** 40-60% VCT. Es importante considerar su fraccionamiento a lo largo del día
- **Vitaminas y minerales.** Con una alimentación variada y una ingesta adecuada no es necesario suplementación. Solo será necesario en aquellos que deban seguir una dieta con una importante restricción calórica
- **Sodio.** Aporte inferior a 3.000 mg/día. Si existe hipertensión, inferior a 2.400 mg/día (o 1000 mg/ 1000 calorías)
- **Fibra.** La fibra dietética reduce la glucemia posprandial y mejora el control metabólico, permitiendo reducir la dosis de insulina o hipoglucemiantes orales. Se recomienda un aporte de 25 a 35 g/día
- **Edulcorantes.** El consumo de azúcar puede permitirse sustituyendo a otros CH en pacientes que se automonitorean, y teniendo en cuenta su aporte calórico. El resto de edulcorantes calóricos, como la fructosa y los polioles, no aportan ventajas adicionales. Pueden consumirse los edulcorantes acalóricos
- **Alcohol.** Hay que tener en cuenta su valor calórico (7 kcal/g). Cuando pueda consumirse, debe limitarse su consumo a 2 bebidas al día (sin sustituir a otros alimentos). Dado el riesgo de hipoglucemia, deberá ingerirse siempre acompañado de alimentos

VCT: valor calórico total; VLDL: lipoproteína de muy baja densidad; CH: carbohidratos; kcal: Kilocalorías.

ca. La American Diabetes Association ha presentado una revisión técnica sobre los principios nutricionales basados en la evidencia publicada, categorizada en diferentes niveles, desde el A, con la mayor evidencia científica, hasta el E. En estas guías no existe una clara definición de la ingesta recomendada general de hidratos de carbono, grasas o proteínas que sirva para todo paciente con DM, sino que considera que los beneficios para la salud de un patrón determinado de alimentación provienen más de una mezcla de alimentos que contienen múltiples nutrientes que de uno específico. Se huye del término restrictivo “dieta para el paciente diabético” y se prefiere hablar de “tratamiento médico nutricional”, englobado en un concepto más amplio, junto con el ejercicio físico, en lo que se ha dado en llamar “estilo de vida”.

### **APORTE ENERGÉTICO**

En cuanto a las calorías totales, deben tomarse las necesarias para alcanzar el peso ideal y permitir el crecimiento adecuado en caso de infancia, adolescencia y gestación. Los diabéticos de tipo 1, generalmente delgados, en ocasiones deben ganar peso. Los pacientes con DM tipo 2, frecuentemente obesos, se benefician de una dieta con una disminución de las kilocalorías (kcal) totales, con una restricción de alrededor de unas 500 kcal/día sobre la ingesta habitual, sobre todo a partir de la grasa y los azúcares. La restricción calórica y la pérdida de peso, aunque sean ligeras, mejoran considerablemente el control metabólico y normalizan la producción de glucógeno hepático. Además, es muy importante incidir en la realización de ejercicio físico aeróbico de forma regular, siempre que sea posible, porque ayuda en el mantenimiento de la pérdida de peso y en el bienestar general del enfermo. En la diabetes tratada con insulinas de acción prolongada, es importante la distribución de la ingesta calórica y del aporte de los carbohidratos (CH) a lo largo del día tomando suplementos a media mañana y antes de dormir. Esto no es deseable ni necesario en el diabético obeso sin insulina. El horario de las comidas en la diabetes tratada con insulina ha de ser bastante fijo a fin de evitar las hipoglucemias. Esta necesidad ha disminuido en los últimos años gracias a la utilización de pautas intensificadas de insulino terapia con las insulinas basales actuales y los bolos de insulina ultrarrápida, que se administran antes de las comidas y con los nuevos fármacos hipoglucemiantes, que tienden a producir menos hipoglucemias.

### **APORTE PROTEICO**

Se recomienda un aporte proteico similar al recomendado para la población normal: aproximadamente un 15-20% del valor calórico total (VCT); es decir, 0,8-1 g/kg/día. Cuando se asocia obesidad y se utilizan dietas hipocalóricas, aumenta la proporción de las proteínas al restringirse la energía. Cuando se ingieren las proteínas junto con CH, hay una menor respuesta glucémica. Si se realiza ejercicio, se aumenta proporcionalmente el aporte proteico. Por el contrario, cuando se inicia la nefropatía diabética se recomienda una disminución de la ingesta proteica (alrededor del 10% del VCT), lo que supone alrededor de 0,6-0,8 g/kg de peso y día. La restricción

proteica ralentiza el deterioro de la función renal, junto al control de la HTA, la restricción de la ingesta de fósforo y el uso de fármacos inhibidores del enzima de conversión (IECAS) y antagonistas del receptor de la angiotensina II (ARA II). Actualmente, ya no se recomienda la restricción proteica más severa, ya que puede producir desnutrición, lo cual no es deseable, ya que se ha demostrado que la hipoalbuminemia al inicio de la diálisis es uno de los parámetros más importantes que predice mortalidad durante la diálisis.

### **APORTE DE MACRONUTRIENTES ENERGÉTICOS: CARBOHIDRATOS Y GRASAS**

Teniendo en cuenta que entre el 15 y el 20% del VCT son proteínas, el 80-85% de las calorías deben distribuirse entre grasas y CH. Para evitar la arterioesclerosis, menos del 10% de estas calorías serán grasas saturadas y hasta otro 10%, poliinsaturadas, con lo que queda un 60-70% de calorías a repartir entre CH y grasa monoinsaturada, aunque esta distribución es variable según los objetivos individualizados del tratamiento. La “dieta rica en grasa monoinsaturada” puede llegar a aportar hasta el 20% del VCT o la “dieta baja en grasa y rica en CH”, un 55-60%. El aporte elevado de CH tiene ciertas desventajas (2), como el posible deterioro del control glucémico, la mayor elevación de la glucosa posprandial, la alteración de las lipoproteínas (con elevación de los triglicéridos y la disminución de las lipoproteínas de alta densidad –HDL–), la elevación de la insulina plasmática (tanto endógena como exógena, que se considera un factor de riesgo cardiovascular) y la disminución de la sensibilidad a la insulina, medida con técnica de *clamp*. El aumento de la grasa monoinsaturada puede ser útil en pacientes con hipertrigliceridemia y lipoproteína de muy baja densidad (VLDL)-colesterol elevados, no obesos, llegando hasta un 20% del VCT.

Los efectos “negativos” de la dieta rica en CH desaparecen cuando estos son complejos, ricos en fibra soluble, capaces de retrasar la motilidad gástrica e intestinal y la digestión y absorción de nutrientes. Por otra parte, las dietas ricas en grasas (con independencia de su naturaleza) son de alta densidad calórica, y su efecto sobre el control glucémico es pequeño. En cambio, pueden mejorar el perfil lipídico, con disminución de los triglicéridos (19%) y del colesterol total (3%) y aumento de las HDL (4%) (3). También se ha descrito un efecto beneficioso sobre la presión arterial (4). El patrón alimentario alto en grasas monoinsaturadas concuerda con el patrón de ingesta mediterránea, típico en España, rico en grasas monoinsaturadas procedentes del aceite de oliva.

### **APORTE DE FIBRA DIETÉTICA**

Independientemente de cualquier otra modificación dietética, la fibra dietética es capaz de disminuir las concentraciones de glucemia un 25%, sobre todo posprandiales; el colesterol-lipoproteínas de baja densidad (LDL), un 25%, y los triglicéridos VLDL, un 10%. No tiene efecto significativo sobre la glucemia basal ni sobre el colesterol-HDL. EL efecto beneficioso se debe a la fibra soluble, que es capaz de retrasar la motilidad gástrica e intestinal

y la digestión y la absorción de nutrientes. También produce una mejoría de la sensibilidad a la insulina. Se recomienda un consumo de fibra similar al de la población general; es decir, 30-40 g al día procedentes de fibra de origen alimentario.

## CONCEPTO DE ÍNDICE GLUCÉMICO

---

El índice glucémico se define como la respuesta glucémica que ocasiona una comida o un alimento en comparación con el pan blanco (que se toma como referencia). A pesar de tener la misma cantidad de CH, hay ciertos alimentos que ocasionan una menor elevación de la glucemia en sangre, quizás debido a que tienen una absorción y digestión más lentas, o quizás a que su accesibilidad para que actúen los enzimas pancreáticos es menor. Además de la fibra, influye la forma física de la comida y cómo está procesada (si las células están rotas o íntegras...) y el resto de los alimentos que se consumen conjuntamente en una comida. En general, y en base a algunos metaanálisis realizados (5), el consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono con bajo índice glucémico mejora el control glucémico. También las dietas de bajo índice glucémico se han utilizado con éxito en el tratamiento de la obesidad (6).

## EDULCORANTES

---

Tradicionalmente lo primero que se aconseja a un paciente diabético es que suprima radicalmente el "azúcar", pero actualmente se cuestiona que la sacarosa, como parte del régimen dietético del diabético, altere el control glucémico. Pero si se quiere consumir sacarosa, debe hacerse en sustitución de otros CH. Además, debe tenerse en cuenta el aporte energético del azúcar en los pacientes con obesidad y el aporte de otros nutrientes que habitualmente la acompañan, como la grasa.

La fructosa produce un aumento menor de la glucosa plasmática que cantidades isocalóricas de sacarosa; sin embargo, empleada en altas cantidades puede producir alteraciones en el LDL-colesterol, por lo que no debe utilizarse como edulcorante. No existe ningún problema en consumir una cantidad moderada con las frutas naturales, que también aportan fibra soluble. Los edulcorantes nutritivos bajos en calorías, como los polialcoholes, sorbitol, manitol y xilitol, tienen aporte calórico y, además, un cierto efecto laxante en cantidades altas, por lo que no se recomiendan. Los edulcorantes autorizados acalóricos y bajos en calorías (como aspartamo, neotamo, advantamo, acesulfamo K, ciclamato, sucralosa o sacarina) son seguros y pueden ser consumidos sin problemas por los diabéticos. De hecho, algunos estudios recientes demuestran que se asocian a una dieta de más calidad, con menos consumo de grasas saturadas y azúcares añadidos.

## SODIO

---

En general, las recomendaciones de sodio para los diabéticos deberían ser las mismas que para las de la población general.

Sin embargo, el consumo de sodio es excesivo en la población. En general, se recomienda una ingestión no superior a los 3.000 mg/día, pero si existe hipertensión arterial debe reducirse a 2.400 mg/día, y en los casos en que además existan nefropatía, restringirlo a 2.000 mg/día.

## ALCOHOL

---

El consumo moderado de alcohol no parece afectar de forma significativa al control glucémico, sobre todo en diabéticos bien controlados. Sin embargo, debe evitarse su consumo en caso de pancreatitis o hiperlipemias asociadas, obesidad debido al aporte calórico o cuando el paciente tiene antecedentes etílicos. El alcohol puede incrementar el riesgo de hipoglucemia, tanto en los diabéticos que reciben insulina como en los tratados con sulfonilureas, por lo que si se consume debe hacerse asociado a una comida. Puede ser aconsejable calcular las calorías procedentes de la ingesta alcohólica e intercambiarlas en la dieta con las de las grasas.

## MICRONUTRIENTES

---

Cuando la ingesta es adecuada no hay necesidad de suplementación adicional de vitaminas y minerales, excepto si existe déficit de estos. El cromo juega un papel central en el metabolismo de los CH aumentando la acción y la señalización de la insulina y, por lo tanto, la sensibilidad de los tejidos sensibles a la insulina (7), por lo que se ha denominado el "factor de tolerancia a la glucosa". De hecho, la deficiencia severa de cromo puede producir resistencia a la insulina, y se han descrito casos de resistencia a la insulina y diabetes en situación de nutrición parenteral prolongada sin cromo (8). En las personas con dieta oral es rara la deficiencia severa de cromo, ya que el cromo trivalente está fácilmente disponible en la alimentación. La evidencia disponible sugiere un pequeño efecto favorable de la suplementación con cromo cuando existe déficit sobre el control glucémico en los pacientes con diabetes.

## LA DIETA EN LA PREVENCIÓN DE LA DIABETES TIPO 2

---

A pesar de los avances en los tratamientos de la diabetes, lograr un adecuado control glucémico en individuos diabéticos sigue siendo una tarea difícil no siempre exenta de riesgos. Por lo tanto, es muy interesante conocer si hay alguna forma de prevenir esta enfermedad. Los individuos con niveles de glucosa por debajo de las cifras consideradas diagnósticas de diabetes, aunque por encima de lo normal (glucemia plasmática elevada en ayunas, o con glucemia entre 140 y 199 mg/dl a las 2 horas de una prueba de sobrecarga oral de glucosa), tienen un riesgo aumentado de desarrollar diabetes. Así pues, es precisamente en ellos en los que se han realizado los principales estudios-ensayos

prospectivos, aleatorizados y controlados para prevenir o retrasar el comienzo de la diabetes tipo 2.

En un estudio finlandés (9), se aleatorizaron 522 individuos obesos con intolerancia hidrocarbonada a recibir el tratamiento estándar de dieta y ejercicio (grupo control), o a recibir información individualizada sobre la dieta para lograr la pérdida de peso y apoyo para la realización de actividad física. Tras un seguimiento medio de 3,2 años, hubo una reducción del 43% en la incidencia de diabetes en el grupo de intervención con respecto al grupo control.

En el Diabetes Prevention Program (10) participaron 3.234 individuos (con una edad media de 51 años) con intolerancia hidrocarbonada. Tras un seguimiento medio de 2,8 años, se observó una reducción del 58% en el riesgo de progresión a diabetes en el grupo con cambios en el estilo de vida (que recibió consejos intensos sobre dieta y ejercicio). En varios estudios epidemiológicos y en sus metaanálisis correspondientes (11, 12), se sugiere que el consumo a largo plazo de café (con cafeína y descafeinado) puede reducir el riesgo de diabetes. No obstante, todavía no están claros sus efectos y mecanismos de acción, aunque se ha postulado que podría deberse a una acción sobre la adiponectina.

La conclusión sobre las recomendaciones dietéticas para el diabético es que "no existe una única dieta para la diabetes". La dieta debe ser individualizada y debe estar basada en los objetivos terapéuticos, que tienen que ser evaluados de forma periódica y también personalizada. Es imprescindible adaptar cualquier recomendación dietética al estilo de vida y a los hábitos nutricionales del paciente.

## DIETAS PARA LA OBESIDAD

Muchas personas se proponen cada día iniciar una dieta, pero no todas han de seguir la misma, ni en cuanto a calorías ni en cuanto a alimentos. Las dietas deberían ser siempre individualizadas, adaptándonos a la situación clínica y a las enfermedades relacionadas, así como a los gustos y preferencias alimentarias, y tratar las alteraciones psicológicas asociadas para facilitar la adherencia a largo plazo. Y, en cualquier caso, hay que evitar carencias nutricionales y efectos secundarios, incluyendo los psicológicos. El tratamiento dietético de la obesidad es difícil: la mayoría de los obesos que comienza una dieta la abandona al poco tiempo; de los que continúan, la mayoría no pierde peso, y

de los que pierden peso, la mayoría vuelve a recuperarlo, lo que convierte esta disciplina en un verdadero reto.

Habitualmente se calculan los requerimientos nutricionales (Tabla II) y se restringen unas 500-1.000 kcal menos que la que consume habitualmente el paciente. Esto supone una pérdida media de peso de 0,5-1 kg por semana, excepto en las dos primeras, en las que la pérdida de peso es más rápida (2 kg/semana) debido a la pérdida asociada de agua. Generalmente, no se aconsejan pérdidas más rápidas de peso porque ello conlleva la pérdida de tejido magro, de músculo y de agua. Es más, las dietas muy restrictivas, aunque efectivas mientras están siguiéndose, suelen tener un efecto rebote y se recupera el peso perdido rápidamente en cuanto se suspenden. Se debe a que el organismo trata de compensar ese déficit energético disminuyendo su gasto energético, y esa adaptación se mantiene durante mucho tiempo. Es más, una restricción excesiva conlleva posteriormente una actitud compulsiva hacia la comida. En la tabla III se exponen los objetivos del tratamiento de la obesidad y las recomendaciones para realizar una dieta para adelgazar, y en la tabla IV, las condiciones para lograr el éxito. En cualquier caso, ninguna dieta debe ser peligrosa ni nociva para el paciente, teniendo en cuenta incluso los aspectos psicológicos. En la tabla IV se indican las recomendaciones de distribución de macronutrientes.

Las sociedades científicas y las autoridades sanitarias recomiendan la dieta moderadamente hipocalórica. La pérdida de peso recomendada es de aproximadamente 0,5-1 kg por semana. Al disminuir proporcionalmente la energía, son moderadamente hiperproteicas. La ventaja es que se garantiza el mantenimiento de la masa magra. Parece que las proteínas aumentan la saciedad. Se ha demostrado que un aumento moderado en la ingesta dietética de proteínas del 15% al 30% de la energía total y una reducción de la grasa del 35% al 20%, con una ingesta constante de carbohidratos, produce una disminución mantenida en la ingesta calórica no restringida y resulta en una pérdida de peso significativa. Este efecto no se relacionaba con cambios en la hormona del hambre (la ghrelina) o en la de la saciedad (la leptina). Este tipo de dietas son eficaces en la disminución del riesgo metabólico asociado a la obesidad. Se basan en el control del tamaño de la porción, la disminución de la ingesta de alimentos de elevada densidad energética y la distribución de los alimentos a lo largo del día, disminuyendo la ingesta a última hora de la tarde o por la noche. El seguimiento estrecho del

**Tabla II. Ecuaciones para el cálculo del gasto energético en reposo**

|  |  |
|--|--|
| <i>Ecuación de Harris Benedict</i>   |  |
| Varones: GER (kcal/día) = 66 + 13,7 peso (kg) + 5 talla (cm) - 6,8 edad (años)   |  |
| Mujeres: GER (kcal/día) = 655 + 9,6 peso (kg) + 1,8 talla (cm) - 4,7 edad (años) |  |
| <br><i>Ecuación de Mifflin St Jeor</i>   |  |
| Varones: GER (kcal/día) = 10 peso (kg) + 6,25 talla (cm) - 5 edad (años) + 5     |  |
| Mujeres: GER (kcal/día) = 10 peso (kg) + 6,25 talla (cm) - 5 edad (años) - 161   |  |

GER: Gasto energético en reposo.

**Tabla III. Objetivos del tratamiento dietético de la obesidad**

|  |
|--|
| – Disminuir la grasa corporal preservando al máximo la masa magra  |
| – Realizable por un espacio de tiempo prolongado   |
| – Eficaz a largo plazo; es decir, manteniendo el peso perdido  |
| – Prevenir futuras ganancias de peso   |
| – Conllevar una función de educación alimentaria que destierre errores y hábitos de alimentación inadecuados   |
| – Disminuir los factores de riesgo cardiovasculares asociados a la obesidad (hipertensión arterial, dislipemia, prediabetes o diabetes <i>mellitus</i> ) |
| – Mejorar otras comorbilidades vinculadas al exceso de peso (apnea del sueño, artrosis, riesgo neoplásico, etc.)   |
| – Inducir una mejoría psicósomática con recuperación de la autoestima  |
| – Aumentar la capacidad funcional y la calidad de vida   |

**Tabla IV. Recomendaciones de distribución de macronutrientes en el tratamiento de la obesidad**

| Energía             | Déficit de 500-600 kcal/día sobre las estimaciones basales obtenidas mediante fórmulas o sobre la ingesta habitual |
|---------------------|--|
| Hidratos de carbono | 45-55%   |
| Proteínas           | 15-25%   |
| Grasas totales      | 25-35%   |
| Saturadas           | < 7%   |
| Monoinsaturadas     | 15-20%   |
| Poliinsaturadas     | < 7%   |
| Ácidos grasos trans | < 2%   |
| Fibra               | 20-40 g  |

paciente, el control de los aspectos psicológicos y un aumento del ejercicio físico permiten mejorar estos resultados.

Las dietas hiperproteicas ricas en grasas y proteínas y pobres en hidratos de carbono son muy populares en el tratamiento de la obesidad desde los años sesenta. Se conocen variaciones del mismo concepto, todas similares en cuanto a su concepción. Reducen considerablemente el consumo de hidratos de carbono (porque postulan que liberan insulina) y se produce cetosis, que tiene un ligero efecto a nivel cerebral disminuyendo la sensación de hambre. Cuando se ha estudiado el mecanismo de acción, este se basa en disminuir el aporte calórico total al disminuir las calorías procedentes de los carbohidratos. Además, la rápida pérdida de peso inicial es muy estimulante, aunque gran parte se debe a la pérdida de líquidos. Debido al alto contenido en grasa de estas dietas, en combinación con la ausencia de fibra, micronutrientes, fitoquímicos y antioxidantes, podrían aumentar el riesgo de otros tipos de cáncer. No hay ninguna evidencia de que la dieta sea efectiva en plazos mayores a un año. Según el consenso de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad y la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (consenso Seedo-Fesnad), si se prescribe una dieta hiperproteica debe limitarse el aporte de proteínas de origen animal para prevenir un mayor riesgo de mortalidad a muy largo plazo (13).

El posible beneficio de la fibra sobre la pérdida de peso se basa en la hipótesis de que puede disminuir la ingesta energética (desplazando otros nutrientes y calorías de la dieta y aumentando la masticación) por una mayor distensión gástrica y una mayor saciedad, o disminuyendo la absorción en el intestino delgado. En el *Finnish Diabetes Prevention Study*, en sujetos con sobrepeso e intolerancia a la glucosa, los individuos con consumo de fibra en el cuartil superior tenían una mayor pérdida de peso (3 kg frente a 0,4 kg) y reducción de la circunferencia abdominal (2,9 frente a 1,6 cm) con respecto a los del cuartil inferior (14). En cuanto a los suplementos de fibra, en las revisiones sistemáticas se observa un efecto positivo de la suplementación con fibra sobre la pérdida de peso, aunque de escasa cuantía.

Los sustitutivos de comidas (fáciles de administrar y supervisar y relativamente baratos) son muy populares entre la población general. Se definen como un producto disponible comercialmente, fortalecidos con minerales y vitaminas y diseñados para la sustitución de una o dos de las comidas del día. Estos preparados ejercen su efecto al lograr disminuir el tamaño de las raciones y, consecuentemente, la ingesta de energía.

Su composición suele ser muy variable, así como su forma de presentación: batidos, barras, galletas... Suelen aportar 200 kcal y 15-18 g de proteínas por ración, unos 20-25 g de hidratos de carbono y están habitualmente enriquecidos con vitaminas y oligoelementos. Muchos productos incorporan fibra con el objetivo de lograr un efecto saciante que facilite la adherencia y prevenga el estreñimiento. Parece que la utilización de sustitutos de comidas puede ayudar a algunos pacientes a seguir una dieta hipocalórica y a lograr una mayor pérdida de peso (15). Este efecto beneficioso es mayor cuando se emplean en contextos de tratamientos estructurados que incluyen pautas de ejercicio, educación nutricional y modificación de hábitos de estilos de vida. Tras la primera fase de la dieta y alcanzado el peso pactado, se pasa a una dieta de mantenimiento que debe durar al menos seis meses y que debe ser menos restrictiva, pero en la que hay que controlar periódicamente al paciente para que no recupere el peso perdido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988;37:1595-607.

2. Garg A, Bonanome A, Grundy SM, Zhang ZJ, Unger RH. Comparison of a high-carbohydrate diet with a high-monounsaturated-fat diet in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1988;319(13):829-34.
3. Gerhard GT, Ahmann A, Meeuws K, McMurry MP, Duell PB, Connor WE. Effects of a low-fat diet compared with those of a high-monounsaturated fat diet on body weight, plasma lipids and lipoproteins, and glycemic control in type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2004;80(3):668-73.
4. Shah M, Adams-Huet B, Garg A. Effect of high-carbohydrate or high-cis-monounsaturated fat diets on blood pressure: a meta-analysis of intervention trials. *Am J Clin Nutr* 2007;85(5):1251-6.
5. Ajala O, English P, Pinkney J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2013;97(3):505-16.
6. Schwingshackl L, Hobl LP, Hoffmann G. Effects of low glycaemic index/ low glycaemic load vs. high glycaemic index/ high glycaemic load diets on overweight/obesity and associated risk factors in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Nutr J* 2015;14:87.
7. Albarracin CA, Fuqua BC, Evans JL, Goldfine ID. Chromium picolinate and biotin combination improves glucose metabolism in treated, uncontrolled overweight to obese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 2008;24:41-51.
8. Anderson RA. Chromium and parenteral nutrition. *Nutrition* 1995;11:83-6.
9. Tuomilehto Prevention of type 2 diabetes by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343-50.
10. Diabetes Prevention Research Group: reduction in the evidence of type 2 diabetes with life-style intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346:393-403.
11. Van Dam RM, Hu FB. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *JAMA* 2005;294:97-104.
12. Huxley R, Lee CM, Barzi F, et al. Coffee, decaffeinated coffee, and tea consumption in relation to incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Arch Intern Med* 2009;169:2053-63.
13. Gargallo M, Marsset JB, Lesmes IB, et al. FESNAD-SEEDO consensus summary: evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults. *Endocrinol Nutr* 2012;59(7):429-37.
14. Lindström J, Louheranta A, Mannelin M, et al. Finnish Diabetes Prevention Study Group. The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care* 2003;26(12):3230-6.
15. Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *N Engl J Med* 2017;376(3):254-66.



## Reducción del contenido de azúcar, grasa y sal en la cadena alimentaria: objetivo nutricional para la población española

*Salt, fat and sugar reduction in the food, for getting the goals for Spanish population*

Rafael Urrialde de Andrés

*Coca-Cola Iberia. Madrid*

### Resumen

Durante los últimos 30 años han mejorado los criterios y los parámetros de la higiene de los productos alimenticios. Se han alcanzado unos niveles de máxima seguridad en la Unión Europea. Además, desde el 2006 en los países europeos también están poniéndose las bases para establecer similares procesos para la consecución de determinados objetivos en la mejora de los parámetros nutricionales de los alimentos y de las bebidas (en concreto del azúcar, la grasa y la sal).

#### Palabras clave:

Alimentos. Bebidas.  
Reducción. Azúcar.  
Grasa. Sal.

En este sentido, España es uno de los países que más avances ha hecho y que han culminado con un acuerdo entre la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan) y la Federación de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB) para la mejora de la composición de los alimentos y de las bebidas como objetivo prioritario para el año 2020. Aunque desde el año 2010 ya se han producido avances en la reducción de azúcar, grasa saturada y sal en determinados alimentos y bebidas, esta situación se ha generalizado desde el año 2017.

### Abstract

For the last 30 years food safety criteria and parameters of food products have been improved. Maximum safety level has been reached in the European Union. Furthermore, since 2006 in European countries the stage is being set for stabilizing similar processes for getting of certain objectives in the improvement of food and beverages nutrition profiles (specifically of sugar, fats and salt).

#### Key words:

Food. Beverages.  
Reduction. Sugar.  
Fat. Salt.

In this sense, Spain is one of the countries that has advanced the most and culminated in an agreement between the Spanish Agency for Consumer Affairs, Food Safety and Nutrition (Aecosan) and the Spanish Food and Drink Industry Federation (FIAB) for the improvement in the food and beverages composition as a priority objective for 2020. Although since 2010 there have been advances in sugar, saturated fats and salt reduction in certain food and beverages, this situation has been generalized from 2017.

Urrialde de Andrés R. Reducción del contenido de azúcar, grasa y sal en la cadena alimentaria: objetivo nutricional para la población española. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):116-120

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2136>

#### Correspondencia:

Rafael Urrialde de Andrés. Coca-Cola Iberia.  
Ribera del Loira, 20-22. 28042 Madrid  
e-mail: [rurialdedeandres@coca-cola.com](mailto:rurialdedeandres@coca-cola.com)

## INTRODUCCIÓN

---

Probablemente podemos afirmar que hoy tenemos en España y en Europa los máximos niveles en higiene y seguridad alimentarias. Esto ha sido posible gracias al desarrollo normativo de los últimos 30 años en Europa y a la creación de la European Food Safety Authority (EFSA), que se ha convertido en la única voz y en el referente oficial en seguridad alimentaria en la Unión Europea con la implementación, entre otras medidas, del análisis de riesgos basado en la determinación, la gestión y la comunicación del riesgo (1), a lo que hay que añadir una mayor concienciación y aplicación de los análisis de riesgos y control de puntos críticos por parte de toda la cadena de producción, transformación y distribución alimentaria (2) y un aumento progresivo del nivel de exigencia del consumidor.

El conocimiento y los fundamentos de la nutrición han tenido un desarrollo más bajo o lento que los de la higiene y seguridad alimentaria. En el caso de Europa, las ingestas recomendadas y adecuadas para la población tanto de macronutrientes y micronutrientes como de otras sustancias, como el agua, no se inician hasta el 2010 y culminan en el 2017 (3), aunque siempre actualizando y adaptando los criterios a los nuevos datos y procesos y aplicando principios similares a los que se emplean en el campo de la higiene alimentaria, con avances tan significativos como los reglamentos en la Unión Europea del 2003, denominados comúnmente el "paquete de higiene" (4-6).

Una vez fijados todos los datos y los criterios tanto en seguridad alimentaria como en nutrición, los procesos de investigación, desarrollo e innovación de los productos alimenticios se adecúan totalmente a ellos. Muchos están basados en los aprobados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que, en el año 2003, a través del informe técnico 916, estableció los porcentajes del aporte de calorías para una dieta de 2.000 kcal persona/día que tenían que provenir de las proteínas, los hidratos de carbono (teniendo en cuenta los azúcares simples, definidos como tal en dicho documento), las grasas (saturada, monoinsaturada y poliinsaturada, incluyendo la relación entre omega 6 y omega 3), proteínas y las cantidades de sal, colesterol y fibra (7). En el 2015, la OMS emitió un segundo informe respecto a los azúcares simples en el que se recogía la misma sugerencia que en el 2003, cuando se estableció como recomendación estable que el aporte de calorías proveniente de estos azúcares debía ser inferior al 10%, con una recomendación condicional del 5% (porcentaje firme, por ejemplo, para la prevención de la caries) (8).

Las recomendaciones de la OMS han servido para poner las bases de las ingestas recomendadas y de las adecuadas, aunque en muchas pueda haber discordancias o, como en el caso de la ingesta adecuada del agua, la EFSA las haya aprobado y publicado en el 2010 y la OMS todavía no tenga un documento directriz (9). Estas recomendaciones, y sobre todo las establecidas por EFSA a partir del 2010, han permitido logros específicos en la adecuación de la grasa saturada y el aumento, en cambio, de la poliinsaturada y, sobre todo, de los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 de larga cadena. Paralelamente, la dieta diaria también ha pasado a incorporar cantidades mucho más bajas de azúcares

añadidos, sobre todo sacarosa y aquellos monosacáridos o formas moleculares similares que forman parte de la sacarosa.

Pero quizás lo que ha representado un cambio más significativo en los últimos años ha sido la sal, pues hasta el 2011 se declaraba *sodio* y no *sal*, un cambio que ha hecho que exista una mayor concienciación sobre su presencia en los productos alimenticios, entendiéndose sal declarada como NaCl, ya que sal es la forma comprensible por el consumidor medio del NaCl, aunque a nivel fisiológico realmente es el sodio el electrolito del NaCl, o de cualquier otra sal que contenga sodio. No olvidemos que puede formar parte de muchos tipos de sales y que tiene un efecto directo sobre las enfermedades cardiovasculares cuando se consume en exceso, sobre todo como factor que propicia el incremento de la hipertensión arterial. Si, por el contrario, su consumo es deficitario, provoca pérdida o bajada de sodio, lo que puede generar un efecto en la homeostasis. A efectos prácticos, esto podría ocurrir como consecuencia de la práctica deportiva por un tiempo superior a los 45-60 minutos en condiciones ambientales calurosas e incluso con alta humedad relativa, con lo que debe haber una adecuada y necesaria reposición de dicho electrolito.

Otro nutriente crítico, pero cuya recomendación de ingesta ha pasado a un segundo plano, es la fibra. Aunque según recomendaciones de la OMS debería consumirse en una cantidad superior a los 25 g/persona/día, está consumiéndose en cantidades muy inferiores. Si se incrementara el consumo de frutas, verduras, legumbres y cereales integrales, probablemente se lograría el objetivo nutricional de la OMS más fácilmente. En el caso del sodio o sal también existe una discordancia en la forma de informar al consumidor entre otras zonas como Europa (sal) y Estados Unidos (sodio). A partir del 2011 en Europa se optó por la denominación *sal* (1).

La investigación, el desarrollo y la innovación de los alimentos y de las bebidas tienen que ir en paralelo a la regulación existente en la UE, de tal forma que los avances técnicos puedan divulgarse para que el consumidor, en base a sus criterios y exigencias, pueda elegir y optar por los alimentos y bebidas que más se adecúan a su alimentación diaria, siempre y cuando estemos hablando de población sana, que no tenga ningún problema, aspecto fisiológico diferencial o patología concreta.

## EVOLUCIÓN DE LOS ASPECTOS: REDUCCIÓN O SIN

---

Hoy en día existe una mayor disponibilidad de alimentos. Su distribución puede hacerse en muy poco tiempo desde zonas muy distantes del planeta. Hace tan solo un siglo la producción tenía que estar cerca de los puntos de consumo, incluso en las propias ciudades. Por ejemplo, se ha pasado de las típicas vaquerías de Barcelona de mediados y finales del siglo xx (10) a la distribución entre ciudades o incluso países. Las vaquerías se han sacado de las ciudades, con la consiguiente mejora de la calidad higiénica. Lógicamente, sin los procesos de higienización de la leche (que permiten una vida útil que puede ir desde los 6 días a los 6, 9 ó 12 meses, según los tratamientos térmicos realizados) esta situación no hubiera sido posible.

La mayor disponibilidad en el contenido de nutrientes y su influencia en la alimentación tiene que ser corregida, adaptada y actualizada a partir de datos poblacionales específicos. En general, existe una tendencia a extrapolar las mismas conclusiones a modelos comportamentales completamente diferentes por falta de datos o por falta de datos realmente representativos o de estudios longitudinales. La tendencia es que las conclusiones de unos países quieran llevarse o imponerse a otros o a grupos poblacionales distintos que por su entorno alimentario, concepción étnica de la alimentación o forma de sociabilidad de la alimentación muchas veces no tienen nada que ver.

Es imprescindible disponer de estudios representativos a nivel transversal y longitudinal de la población española para poder conocer la situación real, y no solo de datos de media, moda y mediana, sino también de los percentiles que influyen en los modelos comportamentales para poder proponer y adoptar nuevas composiciones en los alimentos y bebidas que permitan mejorar la alimentación y el estilo de vida saludable de nuestra población (11).

Indiscutiblemente, a partir de la mejora de los productos alimenticios, y teniendo en cuenta los nuevos hábitos alimentarios y las recomendaciones de salud, ha tenido que producirse una adecuación en la composición de muchos alimentos, aunque los mensajes relacionados con estas modificaciones aparecieron

antes, en el 2006 en la UE: a través del anexo del Reglamento 1924/2006 se regularon todos los conceptos *bajo en* y *sin*, sobre todo en grasa, grasa saturada, azúcares y sal (12). De esta forma, al incorporar mensajes como *bajo en* o *sin*, la información nutricional, que desde 1992 estaba regulada a través del Real Decreto 930/1992, pero que era de carácter voluntario (13), se convierte en un parámetro obligatorio y debe regularse de nuevo, con un cambio importante: la declaración de sodio pasa a ser declaración en forma de sal con la aprobación del Reglamento 1169/2011 de información al consumidor (14).

Hasta el 2011, las alegaciones de nutrición en la Unión Europea tenían carácter voluntario, a excepción de las de los productos alimenticios destinados a regímenes dietéticos o a usos especiales (alegaciones obligatorias en España desde 1976), como en el caso de las leches de iniciación y continuación, los alimentos infantiles, alimentos sin gluten...

### LA REDUCCIÓN REFERIDA A CANTIDAD TOTAL

Aunque hay varias vías claras de actuación teniendo en cuenta la gran variedad de poblaciones, percepciones y costumbres en Europa, de forma genérica se haría con una disminución en los

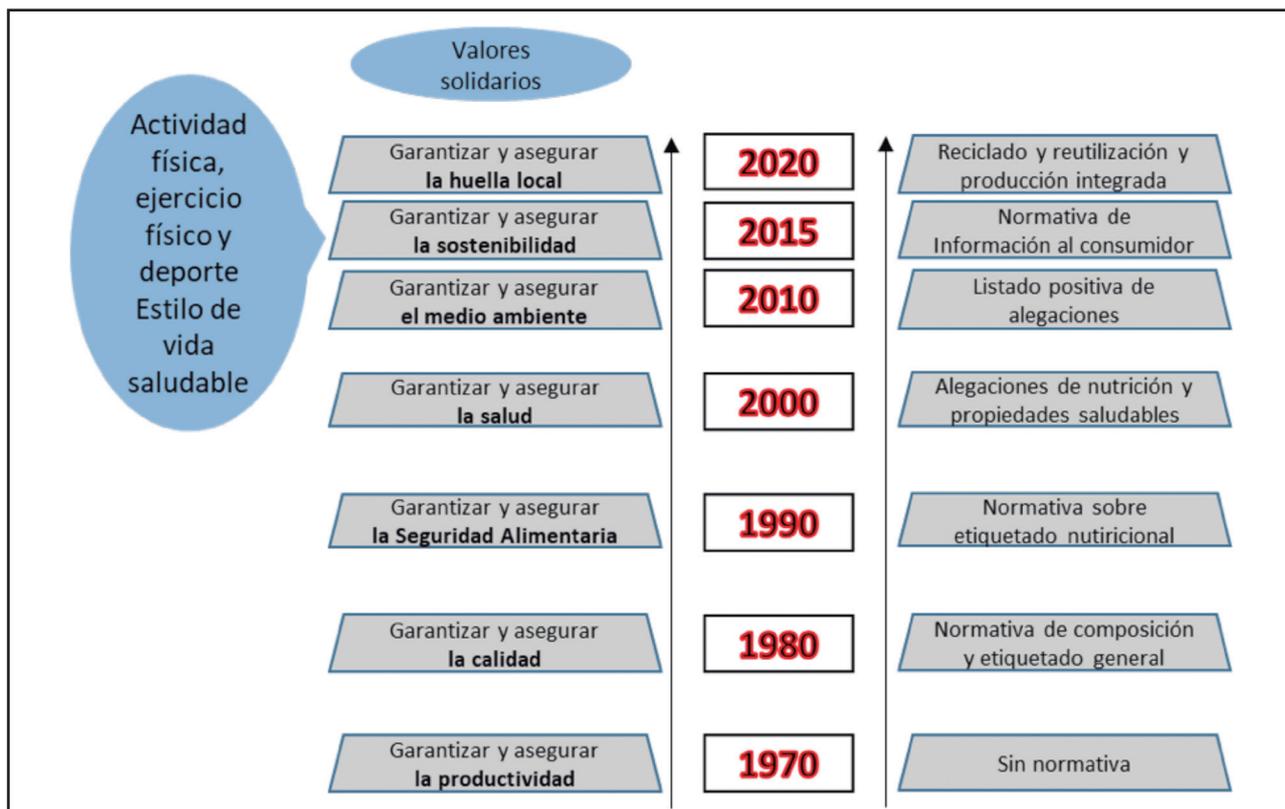


Figura 1.

Proceso temporal de aprobación de determinadas normas que regulan aspectos específicos sobre los mensajes de nutrición y salud de los productos alimenticios. Adaptado de Mataix J y Urrialde R (17).

productos alimenticios a través de una reducción de los tamaños o porciones de los alimentos (este hecho claramente tiene un factor que debe replantearse no solo desde un punto de vista nutricional, sino también desde la sostenibilidad), con la sustitución de grasa saturada por grasa monoinsaturada, con el uso de edulcorantes como alternativas o complementos al azúcar, reduciendo y adecuando también el sabor dulce, usando nuevos saborizantes diferentes a la sal y reduciendo el dulce y la sal como potenciadores del sabor y la grasa como elemento de palatabilidad de los alimentos.

Hoy día cada vez son más los factores externos que hay que tener en cuenta: no solo los alimentos y bebidas que consumimos, sino también los aspectos relativos a la actividad física y, también cada vez más, los modelos sociológicos y comportamentales, en especial cómo realizamos las comidas y con qué frecuencia y si se hacen a las mismas horas y, lo más importante, a qué horas y con quién. El comportamiento tiene cada vez más influencia en los modelos dietéticos. Incluso en países como en España, no son iguales el comportamiento y la percepción de los sabores en el norte que en el sur, ya que su adaptación al entorno ha sido totalmente distinta tanto en alimentos como en bebidas.

### ADAPTACIÓN AL CONSUMIDOR

Todo ello tiene que ir acompañado por campañas de educación al consumidor. Aunque hoy día es evidente que debe trabajarse con datos de nutrición comunitaria para analizar y valorar la situación real, los aspectos individuales cada vez están más presentes y se ha pasado de tener un consumidor de forma generalizada a tener muchos que no solo consumen los productos alimenticios por sus cualidades organolépticas, sino también por valores

nutricionales o de sostenibilidad, si la producción es local... por aspectos filosóficos o de comportamiento (vegetarianos o veganos) o hasta por valores o parámetros fisiológicos, como personas afectadas por alergias, intolerancias o incluso con factores de riesgo de determinadas enfermedades. Quizás estamos en una época en la que el “sin” o el “con” está primando a la hora de consumir productos alimenticios.

En el caso de España, aunque no tenemos estudios longitudinales representativos de la población a nivel nacional, sí existen algunos transversales, como enKid (16), Avena (17), Enalia (18 y 19), ALADINO (20), Anibes (21) y ENPE (22), que pueden darnos una idea de la ingesta diaria de estos macronutrientes o nutrientes, tanto en la población total como en determinadas cohortes, y esto tiene que hacer que se planteen de forma clara los aspectos más relevantes que interesen para modular esas cantidades, teniendo en cuenta que datos medios pueden hacer que se desvíen criterios de datos o parámetros por los percentiles, ya que los datos medios pueden ajustarse a los criterios establecidos, pero los de los percentiles superiores pueden estar muy desviados de las recomendaciones (16-22).

Por último, el plan de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas y otras medidas 2017-2020 aprobado por la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan) prevé una serie de reducciones en el contenido de azúcar, grasa saturada y sal desde el 2017 hasta el 2020 (23) que habrá que evaluar caso por caso para ver cómo se adecúan, siempre teniendo en cuenta la aceptación del consumidor y las nuevas composiciones que permitan conseguir los objetivos. Indiscutiblemente, de forma paralela hay que readaptar la percepción de los sabores por parte del consumidor para reducir la percepción del dulzor, del salado e incluso a los aspectos reológicos de determinados alimentos y bebidas.

**Tabla I. Aspectos a tener en cuenta que han ido surgiendo durante años a la hora de optar por la forma y modo de consumir los alimentos y bebidas**

|  |
|--|
| Tipo de alimentos y/o bebidas  |
| Modo de preparación de los alimentos y bebidas   |
| Frecuencia de consumo de alimentos frescos   |
| Grado de práctica de actividad física y deporte  |
| Forma y modo de realizar las comidas: grupal, sentado  |
| Variabilidad del contenido de las comidas: tanto durante el día como a lo largo de la semana |
| Sabor y textura de los alimentos y bebidas según ubicación geográfica                        |
| Horario de las comidas y cantidad de alimentos en las comidas según horario: cronobiología   |
| Aspectos biológicos que influyen en el consumo de alimentos y bebidas                        |
| Valores éticos, culturales, sociales, religiosos   |
| Aspectos medioambientales y de sostenibilidad  |

### BIBLIOGRAFÍA

1. Quirós-Villegas D, Estévez-Martínez I, Perales-García A, Urralde R. The evolution of nutritional information and communication about food and beverages the last 50 years. *Nutr Hosp* 2017;34(Supl. 4):19-25. DOI: 10.20960/nh.1566
2. FAO. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación. Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3; 1997.
3. European Food Safety Authority (EFSA). Technical report in the dietary reference values for nutrients, summary report. Approved 04 December 2017:1-92. EFSA supporting publication 2017:e15121. DOI: 10.2903/sp.efsa.2017.e15121

4. Comisión Europea. Reglamento (CE) n.º 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea 2004;139:1.
5. Comisión Europea. Reglamento (CE) n.º 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. Diario Oficial de la Unión Europea 2006;139:55.
6. Comisión Europea. Reglamento (CE) n.º 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano. Diario Oficial de la Unión Europea 2006;139:206.
7. Organización Mundial de la Salud. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de una Consulta Mixta de Expertos OMS/ FAO. OMS, Serie de Informes Técnicos, n.º 916. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2003.
8. Organización Mundial de la Salud. Directriz: Ingesta de azúcares para adultos y niños. Ginebra; 2015.
9. Perales-García A, Estévez-Martínez I, Urrialde R. Hydration: certain basic aspects for developing technical and scientific parameters into the nutrition knowledge. *Nutr Hosp* 2016;33(4):338. DOI: 10.20960/nh.338
10. Casinos X. De cuando se bebía leche recién ordeñada. *La Vanguardia*, 5 de julio de 2017. Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/local/barcelona/201711105/432558018759/vaqueria-barcelona-secreta.html>
11. Ruiz E, Ávila JM, Valero T, del Pozo S, Rodríguez P, Aranceta-Bartrina J, et al. Macronutrient Distribution and Dietary Sources in the Spanish Population: Findings from the ANIBES Study. *Nutrients* 2016;8(3):177. DOI: 10.3390/nu80830177
12. Unión Europea. Reglamento (CE) n.º 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea 2006;404:9-25.
13. Real Decreto 930/1992, de 17 de julio, por el que se aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios. Boletín Oficial del Estado, 5 de agosto de 1992;187:27381-3.
14. Unión Europea. Reglamento (UE) n.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 1924/2006 y (CE) n.º 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE de la Comisión. Diario Oficial de la Unión Europea 2011;304:18-63.
15. Mataix J, Urrialde R. Alimentos funcionales. II Alimentos funcionales: información y comunicación. En: Mataix J, editor. *Tratado de Fisiología y Nutrición Humana*. 2.ª ed. Madrid: Ergon; 2009.
16. Serra-Majem L, Ribas Barba L, Aranceta-Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña-Quintana L. Obesidad en la infancia y adolescencia en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). *Med Clin* 2003;121:732-52.
17. González-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, González-Lamuño D, Pérez-Llamas F, et al. Alimentación y valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes Españoles (Proyecto AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención. I. Descripción metodológica del estudio. *Nutr Hosp* 2003;18:15-27.
18. Agencia Española del Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan). Encuesta Enalia. Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/ampliacion/enalia.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/ampliacion/enalia.htm)
19. Rubio Mañás J, Sanchidrián Fernández R, Robledo de Dios, T. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Spanish National Dietary Survey on Children and Adolescents. External Scientific Report. Disponible en: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2015.EN-900>
20. Rosa M, Ortega Anta RM, López-Sobaler AM, Aparicio Vizuete A, González Rodríguez LG, Navia Lombán B, et al. Estudio de vigilancia del crecimiento, alimentación, actividad física, desarrollo infantil y obesidad en España, ALADINO. Aecosan; 2015. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio\\_ALADINO\\_2015.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf)
21. Ruiz E, Ávila JM, Castillo A, Valero T, del Pozo S, Rodríguez P, et al. The ANIBES Study on Energy Balance in Spain: Design, Protocol and Methodology. *Nutrients* 2015;7:970-98. DOI: 10.3390/nu7020970
22. Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Alberdi-Aresti G, Ramos-Carrera N, Lázaro-Masedo S. Prevalence of General Obesity and Abdominal Obesity in the Spanish Adult Population (Aged 25-64 Years) 2014-2015: The ENPE Study. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2016;69(6):579-87. DOI: 10.1016/j.rec.2016.02.009
23. Agencia española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan). Plan de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas y otras medidas 2017-2020; 2018. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/PLAN\\_COLABORACION\\_2017-2020.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/PLAN_COLABORACION_2017-2020.pdf)



# Nutrición Hospitalaria



## Estudio y promoción de hábitos alimentarios saludables y de actividad física entre los adolescentes españoles: programa TAS (tú y Alicia por la salud) *Study and promotion of healthy eating habits and physical activity among Spanish adolescents: TAS program (you and Alicia for health)*

Sara Lucía Pareja Sierra<sup>1</sup>, Elena Roura Carvajal<sup>1</sup>, Raimon Milà-Villarroya<sup>2</sup> y Alba Adot Caballero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Alicia. Barcelona. <sup>2</sup>Grupo de investigación sobre metodología, métodos y modelos de resultados sanitarios y sociales. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC). Vic, Barcelona

### Resumen

La obesidad, el sobrepeso y, en general, los malos hábitos han aumentado en todo el mundo de manera alarmante en las últimas cuatro décadas. Y lo más preocupante es el aumento del número de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad. La obesidad infantil es un problema de salud pública mundial, y su asociación con otras enfermedades, tanto en la niñez como en la vida adulta, así como su elevada prevalencia, hacen que sea imprescindible una intervención precisa y a temprana edad desde diferentes ámbitos.

El programa TAS (Tú y Alicia por la Salud) tiene como objetivo promover una alimentación saludable y una actividad física suficiente a través de la cocina y del ocio activo. Se realizó una intervención educativa en el aula, que se midió mediante encuestas alimentarias y el cuestionario *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* PAQ-A (antes y después) a 2.516 estudiantes de 13-14 años de 79 escuelas distribuidas en las 17 comunidades autónomas de España.

En general, los adolescentes no cumplen con las recomendaciones alimentarias y de actividad física de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), respectivamente. En la gran mayoría de los participantes, la ingesta de frutas y verduras fue menor de lo recomendado, mientras que el consumo de carne, bollería, pastelería, *snacks* y alimentos fritos fue excesivo. En cuanto a la actividad física, se observó una falta generalizada y una escasa dedicación a actividades no sedentarias. En conclusión, los adolescentes españoles presentan baja adherencia a las recomendaciones dadas por la SENC y por la OMS.

#### Palabras clave:

Hábitos alimenticios. Consumo de alimentos. Impacto. Indicadores. Actividad física. Evaluación de programas. Escuelas. España. Adolescentes.

### Abstract

Obesity, overweight and overall inadequate habits have alarmingly increased across the world over the past four decades. More worrisome is the increase in the number of obese children and adolescents. Obesity in childhood is a Public Health problem worldwide, and its association with other diseases, both in childhood and in adult life, as well as its high prevalence, makes it essential to develop early and precise intervention from different areas.

The TAS program, (Tú y Alicia por la Salud-Alice and you for Health), aims to promote healthy eating and physical activity through cooking and active leisure. An educational intervention was carried out in the classroom, measured by food surveys and the *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* PAQ-A questionnaire (before and after) in 2,516 students aged 13 and 14 yrs. from 79 schools distributed in the 17 Autonomous Regions in Spain.

Overall, adolescents do not comply with the dietary guidelines and recommendations for physical activity by the Spanish Society of Community Nutrition (SENC) and the World Health Organization (WHO), respectively. In the vast majority of the participants, intake of fruit and vegetables was less than recommended, while the consumption of meat, pastries, snacks and fried foods exceeded recommendations. As for physical activity, there was a generalized lack of attention and little dedication to non-sedentary activities. In conclusion, Spanish adolescents show low adherence to recommendations given by SENC and WHO.

#### Key words:

Eating habits. Food consumption. Impact. Indicators. Physical activity. Program evaluation. Schools. Spain. Teenagers.

Pareja Sierra SL, Roura Carvajal E, Milà-Villarroya R, Adot Caballero A. Estudio y promoción de hábitos alimentarios saludables y de actividad física entre los adolescentes españoles: programa TAS (tú y Alicia por la salud). *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):121-129

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2137>

#### Correspondencia:

Sara Lucía Pareja Sierra. Fundació Alicia. Món Sant Benet. Camí de San Benet, s/n.  
08272 Sant Fruitós de Bages, Barcelona  
e-mail: [sara@alicia.cat](mailto:sara@alicia.cat)

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado la obesidad infantil como “uno de los desafíos de salud pública más graves del siglo XXI”, asociada a una serie de consecuencias físicas, sociales y psicológicas. Un alto índice de masa corporal (IMC) es un factor importante de riesgo de trastornos cardiovasculares (1), diabetes tipo 2 (2), enfermedad pulmonar (3), hepática (4), renal (5) y músculo-esquelética (6), además de ciertos tipos de cáncer (7,8). Además de esto, el exceso de peso en los niños se asocia con una disminución de la calidad de vida (9,10) y del aumento del riesgo de estados emocionales negativos (11,12), estereotipos indeseables (13), intimidación y aislamiento social (14).

La obesidad infantil ha aumentado drásticamente en la última década. A nivel mundial, alrededor de 42 millones de niños menores de 5 años tienen sobrepeso u obesidad, lo que supone un aumento del 60% desde 1990 (9). Además, 31 millones de niños con sobrepeso u obesidad viven en países en desarrollo. Recientes estudios muestran que España tuvo las tasas más altas de sobrepeso y obesidad (en torno al 32%) en preescolares de 4 años (15) y estuvo entre los cuatro primeros países de Europa (junto con Chipre, Grecia e Inglaterra) con las tasas más altas de obesidad en jóvenes de 10 a 18 años (16).

Varios factores contribuyen a esta epidemia en niños y adolescentes, que abarca una combinación de componentes genéticos, metabólicos, de comportamiento, ambientales, socioculturales y socioeconómicos. En general, el aumento del peso corporal puede ser un proceso multifactorial, aunque una dieta incorrecta y/o una actividad física insuficiente pueden considerarse los principales factores moduladores (17). Por lo tanto, la modificación de la dieta y la promoción de la actividad física (AF) constituyen componentes críticos de todas las estrategias destinadas a combatir el sobrepeso infantil y la obesidad (17,18).

Los centros educativos son un canal importante para muchos programas de prevención de la obesidad infantil. Los niños y los jóvenes pasan muchas horas en la escuela, que sirve como una entidad clave a través de la cual diferentes temáticas y formatos dirigidos a reducir la obesidad infantil pueden ser abordados (18-20).

La etapa de transición de la escuela a la secundaria puede conllevar también nuevos hábitos entre los adolescentes, ya que a menudo en esta edad pueden ejercer de más autonomía sobre su propia elección de alimentos y tienen mayores oportunidades de acceso a alimentos poco saludables, lo que limita la influencia de los padres en su comportamiento alimentario. Los adolescentes representan un grupo de riesgo único debido a su aumento de las necesidades nutricionales y su tendencia a adoptar unos inadecuados hábitos de alimentación y de AF (21,22). Además, se necesitan estrategias específicas para este grupo de edad, ya que los hábitos (sanos o no) establecidos durante la adolescencia tienden a persistir en la edad adulta (23).

Teniendo en cuenta los diferentes modelos de intervención, aquellos que emplean mensajes unidireccionales (24) o estrategias de intervención prediseñadas parecen tener una eficacia

limitada o un impacto a corto plazo en los cambios de hábitos. Recientemente, algunos estudios han empleado enfoques alternativos que involucran a la población adolescente objetivo en la mejora de sus propios hábitos alimentarios. Este tipo de intervenciones participativas en adolescentes parecen ser más eficaces y derivan en mejores resultados que las estrategias cuyas actividades y mensajes son elaborados previamente y de manera única por el equipo de investigación (23,25,26). En la línea de este enfoque innovador, y después de haber revisado las metodologías utilizadas en diversos programas de nutrición y educación en la escuela y teniendo en cuenta las recomendaciones de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y la OMS, se pone en marcha el programa TAS (Tú y Alicia por la Salud).

## OBJETIVOS

El objetivo final del programa TAS es, sin duda, mejorar los hábitos alimentarios y de AF de los adolescentes. Para poder lograrlo, se plantean otros objetivos muy claros: a) conocer los hábitos de alimentación y AF de los adolescentes de nuestro país; b) comprobar que la cocina puede ser una buena herramienta para fomentar una alimentación saludable capaz de generar cambios de comportamiento; c) promover el ocio activo como vehículo para incrementar la AF y corroborar que es una buena estrategia para lograrlo; d) demostrar que la participación activa de los adolescentes en diseñar estrategias para mejorar sus propios hábitos es seguramente una de las mejores maneras de conseguir que realmente los modifiquen; y e) crear una herramienta *on line* que permita el intercambio de materiales y metodologías para todos aquellos interesados en trabajar la promoción de un estilo de vida saludable en secundaria.

## MÉTODOS

El programa TAS, realizado por la Fundación Alicia y patrocinado por Mondélez International Foundation, consistió en evaluar los hábitos alimentarios y de AF de jóvenes españoles. Para ello se analizó una muestra de 2.516 alumnos de entre 14 y 15 años de 103 clases de tercero de ESO de escuelas públicas, concertadas y privadas, de todas las comunidades autónomas, antes y después de una intervención.

Un total de 200 escuelas fueron matriculadas, pero solo 79 fueron seleccionadas, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ninguna participación previa o contemporánea en otro programa de promoción y/o educación dirigido a estilos de vida saludables.
- Presentación de una autorización para la participación de la escuela e identificación de un maestro designado para actuar como tutor del programa.
- Disponibilidad para asistir a todos los talleres de formación de docentes, con la autorización concedida por la autoridad competente de cada comunidad autónoma.
- Un mínimo de 20 estudiantes por clase.

- Espacios adecuados para realizar talleres de cocina y de actividad física.
- Dedicación de un mínimo de 10 horas al mes al programa TAS.

A partir de esta selección, la distribución geográfica quedó de la siguiente manera: 35 centros de Cataluña, 5 de la Comunidad Valenciana, 5 de Andalucía, 4 de Canarias, 4 de Castilla y León, 4 de Castilla-La Mancha, 4 de Baleares, 3 del País Vasco, 3 de la Comunidad de Madrid, 3 de La Rioja, 2 de Galicia, 2 de la Región de Murcia, 1 del Principado de Asturias, 1 de Cantabria, 1 de Extremadura y 1 de Navarra.

El programa utilizó una metodología inédita e innovadora, mediante la cual los mismos adolescentes que participaban en el proyecto elaboraron sus propias estrategias y herramientas de promoción de hábitos saludables, convirtiéndose en agentes activos de salud, a la vez que se realizaron acciones formativas centradas en la cocina y el ocio activo como herramientas para conseguir mejorar los hábitos de este colectivo.

El programa se dividió en tres fases, con dos intervenciones educativas en el aula y dos evaluaciones de los hábitos alimentarios y de actividad física de los participantes (periodo preintervención y posintervención).

A continuación, se especifica la metodología seguida:

1. Formación a todos los profesores participantes en el programa. La formación se llevó a cabo por un grupo de expertos en educación alimentaria y nutricional y en evaluación de encuestas alimentarias y de promoción de la actividad física durante dos días en las instalaciones de la Fundación Alicia.
2. Primer registro de los consumos alimentarios y de actividad física durante 7 días consecutivos (periodo preintervención).
3. Análisis estadístico de los registros enviados a través de la web y elaboración del informe pertinente en relación a la adecuación de raciones de consumo de alimentos propuesta por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aesan) y las recomendaciones de actividad física diaria. Para ello se usó el programa SPSS v.18.
4. Envío del informe de hábitos alimentarios y de actividad física a cada clase participante a partir de los resultados obtenidos de los registros. En este informe se indicaban los aspectos positivos y negativos con los que los alumnos debían pensar y proponer estrategias de mejora.
5. Inicio del trabajo en el aula. Elaboración de la propuesta de mejora de hábitos y realización de los diferentes “retos” propuestos por el programa.
6. Realización de la primera intervención educativa Ruta TAS (2011-2012) en la cual se desarrollaron dos talleres de promoción de hábitos saludables en cada centro participante denominados “Buscando el equilibrio” y “Yo me lo guiso, yo me lo como”.
7. Envío de las propuestas realizadas a la Fundación Alicia y selección de las diez mejores por parte de un jurado experto y pluridisciplinar. Cerca del 70% de los centros participantes enviaron las propuestas de mejora de hábitos, que

fueron preseleccionadas y evaluadas posteriormente tanto por el equipo del programa como por un jurado experto. Se tuvieron en cuenta criterios como: originalidad y creatividad, reproducibilidad y viabilidad, sostenibilidad, potencial efectividad en el resultado y adaptación a la edad, entre otros.

8. Segundo registro de los consumos alimentarios y de la actividad física realizados durante siete días consecutivos (periodo posintervención) y envío de los datos a través de la página web para posterior evaluación de la efectividad de la acción.
9. Digitalización de todos los datos de los registros alimentarios y de actividad física en la base de datos creada para el proyecto.
10. Análisis de los resultados y publicaciones en revistas de impacto.
11. Creación de la plataforma TAS, una herramienta *on line*, sencilla y gratuita, que permite llegar a más centros educativos y en la que el profesor puede desarrollar el programa de manera más autónoma. Esta plataforma contemplaba la misma metodología utilizada por el programa en las fases previas, pero adaptada al currículo escolar; es decir, trabajando las competencias básicas y todas las materias que forman parte de los estudios de ESO. La plataforma ponía a disposición de los profesores de 3.º de ESO varios itinerarios educativos con una serie de sesiones planificadas, todo el material preparado y los recursos necesarios para trabajar los hábitos alimentarios y de actividad física de los alumnos de una manera práctica y motivadora para los adolescentes, fomentando que sean ellos mismos, con su participación activa, los impulsores y gestores de los cambios de mejora.

## MATERIALES

El recurso principal del programa fue crear una web que sirvió de plataforma de trabajo, tanto para ejecutar el proyecto como para difundirlo ([www.programatas.com](http://www.programatas.com)).

Para evaluar el consumo alimentario y el nivel de actividad física de los participantes, se elaboraron libretas de registros que contenían estos dos bloques bien diferenciados. El primer bloque constaba de siete registros de consumo de alimentos cuantitativos para cada uno de los días de la semana, en los que se anotaban todos los alimentos y bebidas consumidos a lo largo del día, su forma de cocinado y con quién y dónde se habían realizado las comidas. Una vez cumplimentada, la libreta ofrecía un sumatorio de raciones por grupos de alimentos que los alumnos, con la ayuda de los profesores y del material visual diseñado (pósters de raciones por grupo de alimentos), rellenaban fácilmente y enviaban para su posterior análisis desde la Fundación Alicia.

El segundo bloque de la libreta contenía el cuestionario *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A), un cuestionario estandarizado y validado para registrar el nivel de actividad física de los adolescentes.

Para poder evaluar de forma cuantitativa los hábitos alimentarios de los adolescentes (es decir, estimar energía, macronutrientes y micronutrientes), se creó una aplicación en Visual Basic para SQL-ACCESS vinculada a la base de datos de composición de alimentos del Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética de la Universidad de Barcelona (Cesnid-UB), además de contar con la participación de un equipo de 15 estudiantes del grado de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Barcelona, que fueron contratados como becarios para la ejecución de esta tarea.

Otro recurso de gran importancia fue el diseño y desarrollo de una cocina portátil, cuyo diseño modular permitió su adaptación a los diferentes espacios en cada uno de los centros visitados para el desarrollo de los talleres prácticos.

Finalmente, la creación de la plataforma TAS, un gestor de contenidos para facilitar al profesorado la ejecución del programa. Al mismo tiempo, es también una herramienta mediante la cual la Fundación Alicia pretendía evaluar el impacto que el programa tiene en el comportamiento y conocimiento de los adolescentes. Desde la plataforma, el profesor tenía acceso a una interfaz con toda la información necesaria (materiales y recursos didácticos) para ejecutar el programa.

## ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos se tuvieron en cuenta variables: a) sociodemográficas: sexo, edad, curso académico; b) de índice de masa corporal (IMC): bajo peso (IMC por debajo del percentil 5), peso normal (IMC entre percentil 5 y percentil 85), sobrepeso (IMC entre percentil 85 a 95) y obesidad (IMC por encima del percentil 95); c) de AF (PAQ-A): muy bajo (PAQ-A puntuación < 1), bajo (PAQ-A puntuación > 1 y < 2) (PAQ-A puntuación  $\geq 2$  y < 4) y alto (PAQ-A puntuación  $\geq 4$ ); y d) referentes al consumo de alimentos y bebidas: número de porciones consumidas por cada grupo de alimento (frutas, verduras, legumbres, productos lácteos, carne, pescado blanco, pescado azul, huevos, frituras, panadería), grupo de bebidas (azucaradas y alcohol), número de días sin desayuno, calorías consumidas, macronutrientes (gramos de carbohidratos, proteínas, lípidos y azúcares) y micronutrientes (calcio, hierro, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina A, vitamina C y vitamina D). Para cada grupo de alimentos y bebidas, el porcentaje de participantes pertenecientes a una de las tres categorías: 1) consumen menos de lo recomendado; 2) según lo recomendado, o 3) más recomendado, según las pautas dietéticas de la Sociedad Española de la Comunidad Nutrición (27).

## RESULTADOS

Al inicio del programa, se realizó una evaluación a todos los alumnos participantes que consistió en rellenar la libreta de registro durante una semana con todo lo que comían, bebían y la actividad física que hacían, además del registro del peso y de la talla. Los datos recogidos permitieron obtener una idea muy clara

de los consumos reales y la AF realizados por los adolescentes españoles.

Del total de sujetos que complementaron correctamente los registros, el 56% eran mujeres ( $n = 1.241$ , edad:  $14,3 \pm 0,88$  años) y el 44% eran hombres ( $n = 973$ , edad:  $14 \pm 0,61$  años). El peso medio de los participantes fue de  $57,1 \pm 10,5$  kg ( $55,6 \pm 10,20$  kg para mujeres y  $59,71 \pm 10,79$  kg para los hombres,  $p < 0,05$ ), y la altura media fue de  $163 \pm 13$  cm ( $164,94 \pm 8,85$  cm para las mujeres y  $166,33 \pm 9,26$  cm para los hombres,  $p < 0,05$ ).

El IMC global fue de  $20,8 \pm 3,3$  kg/m<sup>2</sup>, y se observó una diferencia estadísticamente significativa entre las mujeres y los hombres ( $20,41 \pm 0,24$  y  $21,55 \pm 3,32$ , respectivamente,  $p < 0,05$ ). Cabe destacar que, aunque la mayoría de los participantes presentaron un peso normal, uno de cada cinco tenía sobrepeso u obesidad y uno de cada cincuenta tenía peso inferior al normal (Fig. 1).

Por otro lado, los resultados alimentarios iniciales (periodo preintervención) mostraron un bajo cumplimiento de las recomendaciones nutricionales y de actividad física establecidas por la SENC y la OMS. Como datos más relevantes, la mayoría de los adolescentes no consumió las porciones mínimas recomendadas semanalmente para frutas (98%), verduras (99%), legumbres (55%), productos lácteos (78%), pescado blanco (68%) y huevos (65%). Por otro lado, alrededor del 40% o más de los adolescentes tuvo un consumo superior al recomendado para la carne (68%), fritos (39%), refrescos (53%) y bollería, pastelería y *snacks* (53%) (Fig. 2). Finalmente, se observó una baja ingesta de alcohol, aunque aproximadamente el 10% de los adolescentes afirmó haber consumido al menos una bebida alcohólica durante la semana (datos no presentados).

Por otro lado, cuando a los adolescentes se les pidió que especificaran la frecuencia con la que tomaban el desayuno durante

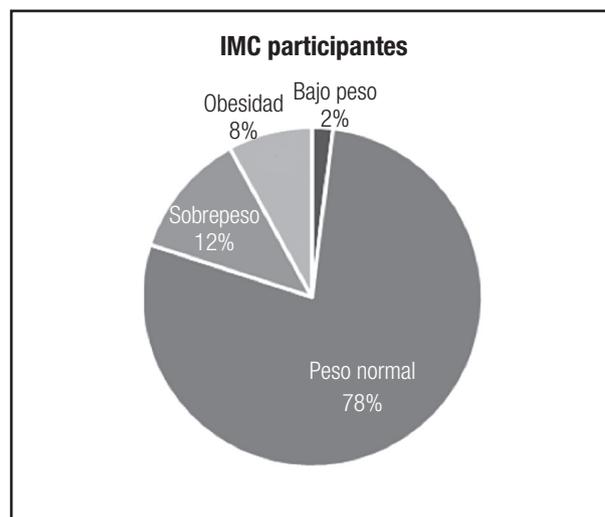
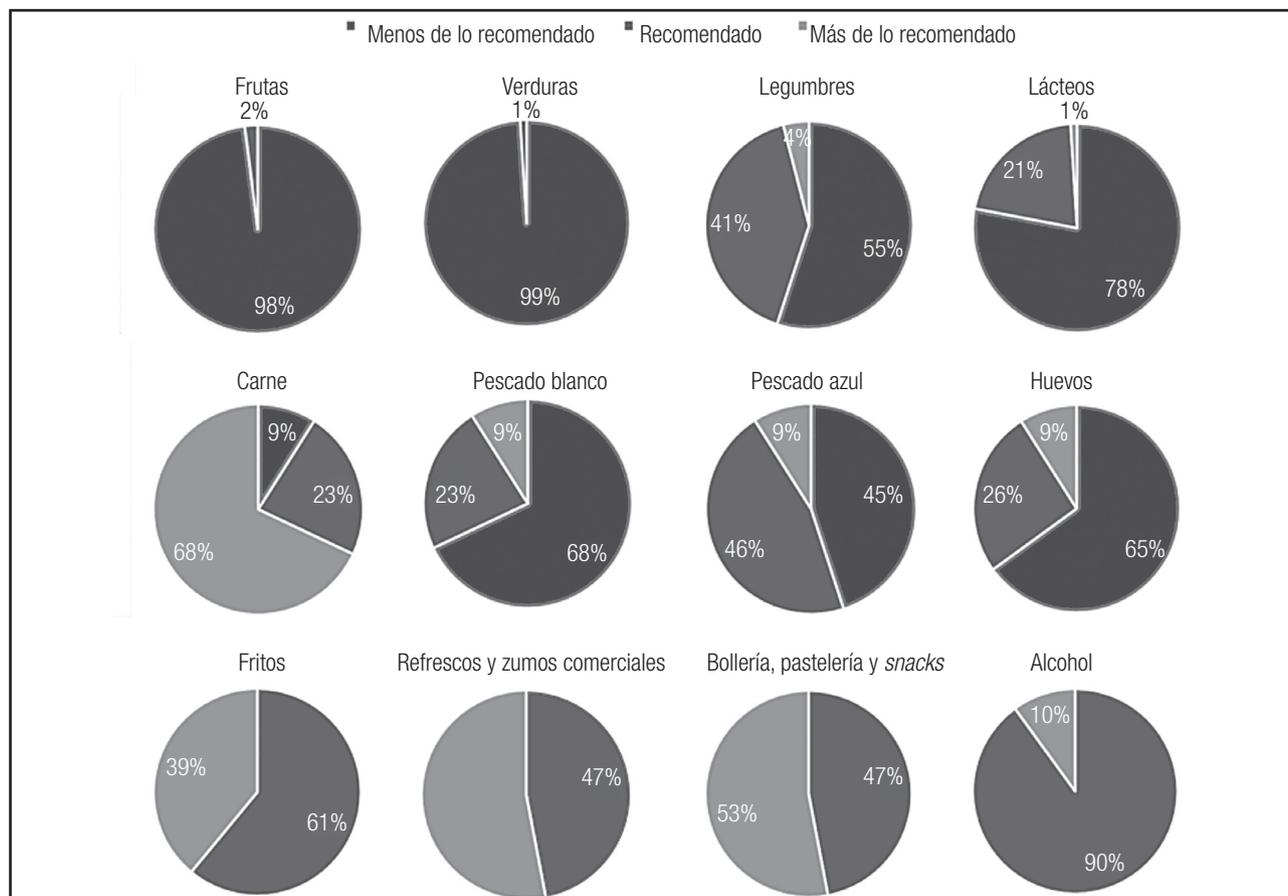


Figura 1.

Porcentaje de adolescentes con bajo peso, peso normal, sobrepeso y obesidad que participaron en el estudio.



**Figura 2.**

Cumplimiento de las recomendaciones dietéticas antes de la intervención. Porcentaje de participantes que consumen porciones semanales insuficientes, recomendadas o excesivas de los alimentos y bebidas indicadas. Los valores de referencia son proporcionados por las directrices dietéticas de SENC.

la semana, el 77% mostró un hábito adecuado, ya que tomaba el desayuno todas las mañanas (datos no presentados).

Transcurridos seis meses de la primera intervención del programa (retos, trabajo en aula, talleres de cocina y actividad física...), se realizó de nuevo una evaluación (periodo posintervención) que permitió evaluar el impacto de las actividades realizadas durante el curso y observar el efecto que tuvo el programa en los hábitos de consumo y de actividad física entre los participantes.

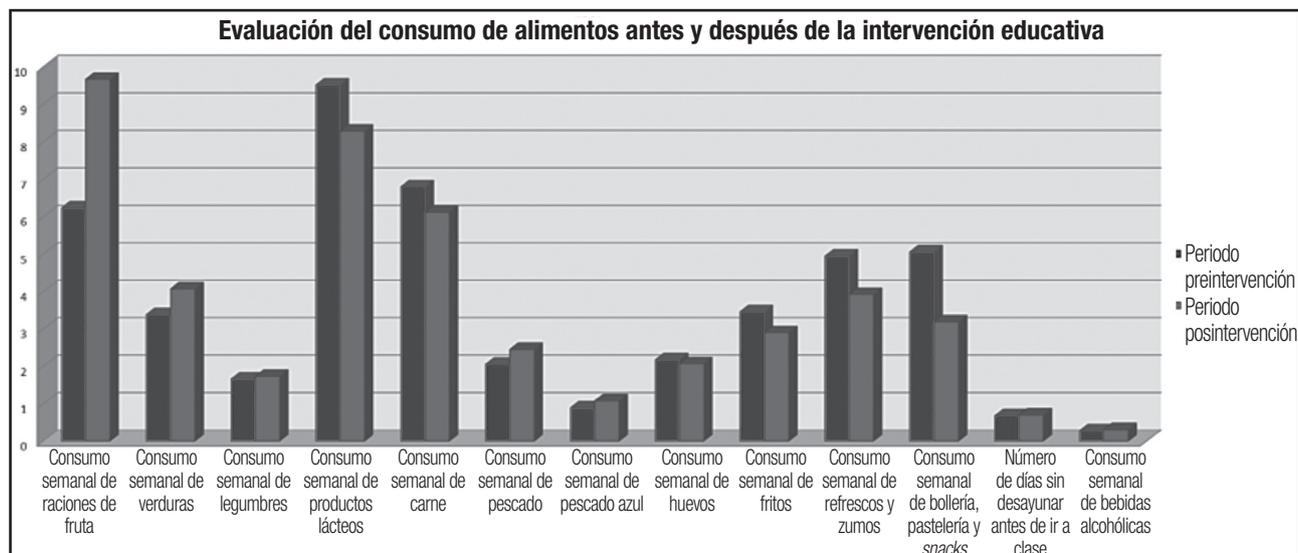
En esta segunda evaluación, tal y como se muestra en la figura 3, se observaron mejoras en la ingesta de alimentos como frutas y verduras. Se observó también un aumento moderado del consumo de pescado, y un mejor ajuste a las recomendaciones en el consumo de carne. Hubo un menor consumo de refrescos y bollería. Asimismo, se observó una disminución en el consumo de alimentos fritos.

## ANÁLISIS POR GRUPOS DE ALIMENTOS

– *Frutas.* El consumo de fruta fresca por parte de los estudiantes evaluados experimentó un incremento muy interesante:

pasó de un 2% de alumnos con un consumo adecuado de frutas en el diagnóstico inicial a un 10% después de la primera intervención. Se incrementó el porcentaje de alumnos que consume fruta con una frecuencia mayor o igual a dos raciones al día.

- *Verduras y hortalizas.* En cuanto a las verduras, la mejoría fue aún más significativa: el número de alumnos que consumió verduras de manera adecuada 2/3 veces al día aumentó en casi un 20%. Tanto para la fruta como para la verdura, una segunda intervención pareció reforzar la importancia de su consumo y ejercer cambios positivos en el comportamiento frente a la ingesta de estos grupos.
- *Pescado.* En cuanto al pescado, se observó un incremento significativo en su consumo, que pasó con la primera intervención de un 28,1% a un 42,8%, porcentaje que se mantuvo después de la segunda, con lo que se afianzó el hábito de consumir este alimento. El consumo de pescado azul, que partía ya de un consumo inicial bastante adecuado (un 63,6%), no se vio modificado con ninguna de las acciones.
- *Consumo de carne.* En cuanto a la carne, podemos resaltar que disminuyó su consumo excesivo. Después de la prime-



**Figura 3.**

ra intervención, se vio una disminución significativa de los alumnos con un consumo excesivo.

- *Consumo de alimentos fritos, bollería y refrescos.* En estos tres grupos de alimentos se observó una mejora significativa. Después de la primera intervención, se redujo el número de estudiantes con un consumo excesivo de alimentos fritos/procesados, bebidas refrescantes, *snacks*, bollería y pastelería.

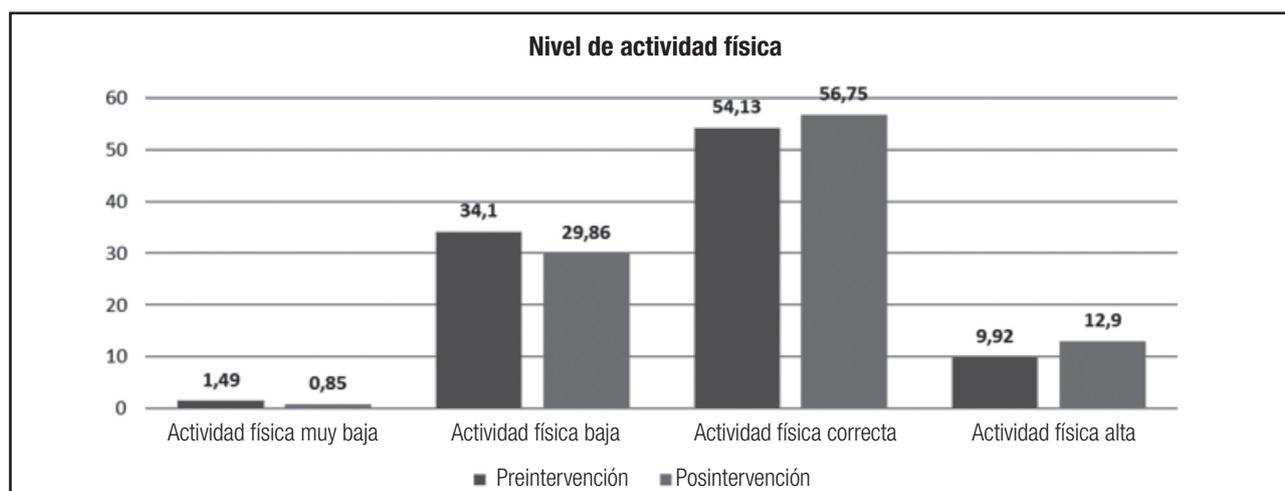
En cuanto a la actividad física (Fig. 4), también la primera evaluación mostró una falta de actividad física generalizada y una escasa dedicación del tiempo libre a actividades no sedentarias. Menos de la mitad de los alumnos se ajustó a las recomendaciones de la OMS (60 minutos diarios de actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa), y solo un 30% dedicó los fines de semana a realizar actividades con una intensidad considerable

(ir de excursión, en bicicleta, práctica de deportes como fútbol, baloncesto, natación...).

En resumen, se observó una tendencia positiva hacia la práctica de unos mejores hábitos de alimentación y actividad física entre los adolescentes. Después de la intervención, se consiguió especialmente aumentar el consumo semanal de fruta y verdura y disminuir el consumo semanal de alimentos de consumo ocasional, como fritos, pastelería, *snacks* o refrescos.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito de este estudio transversal fue dar una imagen actualizada de los hábitos alimenticios y la AF adoptados por los



**Figura 4.**

Evaluación del nivel de actividad física antes y después de la intervención educativa.

adolescentes españoles. Debido a la escasez de programas educativos destinados a investigar y mejorar los hábitos saludables de los adolescentes en España, el programa TAS fue lanzado por la Fundación Alicia en 2011 con el fin de identificar estrategias de intervención contra el sobrepeso, la obesidad y los malos hábitos en general. La principal fuerza de este estudio es la elección de un rango de edad (13-14 años), que es fundamental para determinar el estado de salud en la edad adulta.

Durante estos años, los adolescentes adquieren más independencia y hacen sus propias elecciones alimentarias (28). Además, siguen bajo el paraguas de la educación obligatoria, lo que permite la elaboración de estrategias de intervención en los centros educativos dirigidas a establecer una dieta saludable y AF apropiadas, fundamentales para asegurar un correcto crecimiento y desarrollo.

A través del programa TAS se observó que muchos de los participantes que acababan de entrar en la adolescencia ya tenían hábitos alimenticios incorrectos y que cerca del 20% tenía sobrepeso u obesidad.

Asimismo, el análisis de la dieta adoptada por adolescentes españoles indicó que una fracción considerable de ellos no seguía las recomendaciones de la SENC. Se observó un alto consumo de carne, alimentos fritos, productos de bollería y pastelería y *snacks* de forma considerable. Por el contrario, la ingesta de frutas, verduras y pescado blanco fue muy inferior a lo recomendado. Estudios similares destinados a determinar la prevalencia de adolescentes con sobrepeso y obesidad en España alcanzaron resultados comparables. El estudio enKid evaluó los hábitos alimentarios de niños y jóvenes españoles de 2 a 24 años. Los autores concluyeron que el 26,3% de la muestra tenía sobrepeso u obesidad, con una prevalencia de esta patología más común en varones, en niños de 6 a 13 años, y en personas con menor nivel socioeconómico o educativo. Asimismo, otra conclusión fue que la obesidad se asociaba a menudo con un consumo deficiente o ausencia de la práctica del desayuno (29). Del mismo modo, el estudio AVENA fue diseñado para investigar la prevalencia de adolescentes con sobrepeso y obesidad en cinco ciudades españolas. Los datos recogidos indicaron una prevalencia elevada de sobrepeso y obesidad en adolescentes españoles similar a la observada en otros países. Curiosamente, la prevalencia de sobrepeso y obesidad está aumentando en los últimos años y, en este entorno, en los hombres parece estar relacionada con un estatus socioeconómico, pero no así en las mujeres (30).

La obesidad en niños y adolescentes tiene una naturaleza multifactorial, aunque puede atribuirse principalmente a hábitos alimenticios poco saludables, falta de AF y comportamientos sedentarios. La práctica regular de AF es importante para la salud de los jóvenes, ya que se asocia con una vida más sana y duradera (31,32), protege de los trastornos cardiovasculares (33) y tiene una influencia positiva en la regulación del peso (34,35). Se encontró que los adolescentes con sobrepeso y obesidad presentaron menores puntuaciones de PAQ-A en comparación con los participantes con bajo peso y peso normal, y que el porcentaje de sujetos con sobrepeso y obesidad fue mayor en los grupos que practicaban AF baja o muy baja.

Aunque los adolescentes son menos activos que los niños (36), su AF es generalmente más estructurada. Por otra parte, una revisión sistemática de la bibliografía existente destaca que la AF disminuye durante la adolescencia, con tendencias diferentes entre mujeres y hombres (37). Las mujeres, en particular, comienzan a reducir su AF antes que los hombres, disminución que se asocia a mayor IMC (38).

En este sentido, los datos obtenidos en este estudio están en línea con los resultados previos obtenidos por Aznar *et al.* a partir de una muestra de adolescentes españoles de 15 años de edad, cuya AF se midió utilizando el acelerómetro GT1M (36). En consecuencia, las mujeres presentaron menores valores de PAQ-A y fueron menos activas que los hombres. Esta diferencia podría atribuirse al hecho de que las mujeres generalmente se involucran menos en actividades deportivas extraescolares que sus pares masculinos. Por esta razón, los adolescentes se beneficiarían de la intervención efectiva incorporando AF no solo en la escuela, sino también después y durante el fin de semana.

Se observó que los adolescentes que practican una AF muy baja o baja son también quienes presentan hábitos alimenticios menos saludables, lo que sugiere que diferentes variables de dieta y actividad, junto con diversas condiciones socioeconómicas, pueden interactuar y determinar el estatus de sobrepeso u obesidad.

Los resultados obtenidos también coinciden con algunos de los estudios que indican que dejar que los niños y adolescentes entren en la cocina y ayuden a preparar las comidas es un primer paso no solo para que conozcan los distintos alimentos, sino para que tengan una dieta variada y equilibrada en el futuro.

Esta es una de las cuestiones que investigó un equipo científico especializado en educación y nutrición de la Universidad de Columbia (Estados Unidos). En una de sus investigaciones, se dieron lecciones para enseñar a comer de manera saludable a 600 niños y niñas de la región de Nueva York. Eran alumnos de parvulario y primaria, con edades de 3 a 11 años, y el objetivo era que mejoraran su dieta, pobre en frutas, verduras, hortalizas y cereales integrales. A todos se les dieron lecciones sobre dieta saludable. Algunos de los niños, además, participaron en talleres de preparación de comida en los que, durante unos días, cocinaron sus propios platos. Cuando se analizó posteriormente qué alimentos elegían los niños en el comedor, se observó que los que habían participado en talleres de cocina eran los que elegían alimentos más variados y los que tomaban más verduras y hortalizas. Se observó incluso que algunos alumnos que habían preparado platos con rábanos (vegetal que los niños suelen evitar) se los servían en el comedor (39).

Otros ejemplos de la utilización de la cocina como herramienta para mejorar los hábitos alimentarios de niños y adolescentes son el proyecto *Cooking Up Fun*, de Cornell University, en Estados Unidos ([www.cookingupfun.cornell.edu/index.html](http://www.cookingupfun.cornell.edu/index.html)), y *Focus on Food Campaign*, del Reino Unido ([www.focusonfood.org/home.html](http://www.focusonfood.org/home.html)). Otras experiencias de este tipo también se recogieron en el proyecto *Feed me Better*, del cocinero inglés Jamie Oliver, que consiguió que el Gobierno de Tony Blair (1997-2007) invirtiera en la mejora de los comedores escolares. Después de todo el trabajo y la inversión, se observó que no se producen cambios en los

niños o adolescentes si no se les involucra en el proyecto, en la preparación de las comidas (*Feed me better, school dinners*, Jamie Oliver. [www.jamieoliver.com/school-dinners](http://www.jamieoliver.com/school-dinners)). También el proyecto *Shape Up* ([www.shapeup.org](http://www.shapeup.org)) utiliza las propuestas de los estudiantes para provocar cambios positivos en la alimentación cotidiana.

El programa TAS, por lo tanto, fue diseñado para desarrollar estrategias de intervención sobre la base de los resultados obtenidos de los registros de dieta y AF, así como sobre el currículo académico y las preferencias de edad de los adolescentes. El objetivo final de este proyecto fue mejorar los hábitos alimentarios y la AF a través de la cocina y de las actividades de ocio activo. El estudio, sin embargo, presenta algunas limitaciones. Los datos obtenidos sobre los hábitos alimentarios y la AF fueron autorreportados por los participantes, por lo que no puede excluirse que alguna información fuese modificada u omitida. Sin embargo, se cree que la naturaleza anónima de los registros minimiza el riesgo de sesgo y fomenta la honestidad en las respuestas.

Por otra parte, como se trata de un estudio transversal, no pudo establecerse la causalidad entre los parámetros observados, por lo que es necesario realizar estudios experimentales controlados para confirmar las asociaciones observadas. Además, no se ha considerado en el análisis la situación socioeconómica de las escuelas (y, por lo tanto, de las familias). En este sentido, aunque se recluyó a adolescentes distribuidos en todo el territorio nacional, no puede descartarse que los resultados puedan estar influenciados por la procedencia de los alumnos. La evaluación de estas variables puede ser importante y debe tenerse en cuenta al diseñar futuros programas de intervención. A pesar de estas limitaciones, el estudio se realizó con una muestra grande y representativa de la población adolescente española, lo que permitió obtener una imagen actual y válida de los hábitos de consumo, estado nutricional y la AF de esta población.

## CONCLUSIONES

Este análisis revela un porcentaje todavía demasiado alto en el incumplimiento tanto de las recomendaciones para una alimentación saludable estipuladas por la SENC como de las directrices para la actividad física referidas por la OMS en los adolescentes.

La transición de la niñez a la adolescencia suele caracterizarse por una disminución crítica de la conducta alimentaria saludable y puede ser predictiva de futuras condiciones patológicas, pero también es el periodo en el que los jóvenes necesitan tomar conciencia de su responsabilidad en su propia elección de alimentos y el establecimiento de hábitos saludables. Por esta razón, el conocimiento y la autoconsciencia son valores claves que deben considerarse en el momento de elaborar programas efectivos de intervención y que deben transmitirse a los adolescentes.

La experiencia del programa y los resultados obtenidos permiten concluir que una metodología efectiva hacia la práctica de hábitos más saludables es el fomento de los hábitos alimentarios a través de la cocina, de la actividad física a través del ocio activo

y dar herramientas para el empoderamiento de los adolescentes (gestores de las propuestas de mejora).

## BIBLIOGRAFÍA

- Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999;103:1175-82.
- Fagot-Campagna A, Pettitt DJ, Engelgau MM, Burrows NR, Geiss LS, Valdez R, et al. Type 2 diabetes among North American children and adolescents: an epidemiologic review and a public health perspective. *J Pediatr* 2000;136:664-72.
- Figuerola-Muñoz JI, Chinn S, Rona RJ. Association between obesity and asthma in 4-11 year old children in the UK. *Thorax* 2001;56:133-7.
- Strauss RS, Barlow SE, Dietz WH. Prevalence of abnormal serum aminotransferase values in overweight and obese adolescents. *J Pediatr* 2000;136:727-33.
- Adelman RD, Restaino IG, Alon US, Blowey DL. Proteinuria and focal segmental glomerulosclerosis in severely obese adolescents. *J Pediatr* 2001;138:481-5.
- Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. *Curr Opin Pediatr* 2009;21:65-70.
- Choudhary AK, Donnelly LF, Racadio JM, Strife JL. Diseases associated with childhood obesity. *AJR Am J Roentgenol* 2007;188:1118-30.
- Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation* 2005;111:1999-2012.
- De Onis M, Blössner M, Borghi E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr* 2010;92:1257-64.
- Ul-Haq Z, Mackay DF, Fenwick E, Pell JP. Meta-analysis of the association between body mass index and health-related quality of life among children and adolescents, assessed using the pediatric quality of life inventory index. *J Pediatr* 2013;162(2):280-6.e1.
- Tsiros MD, Olds T, Buckley JD, Grimshaw P, Brennan L, Walkley J, et al. Health-related quality of life in obese children and adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:387-400.
- Strauss RS. Childhood obesity and self-esteem. *Pediatrics* 2000;105:e15.
- Hill AJ, Silver EK. Fat, friendless and unhealthy: 9-year old children's perception of body shape stereotypes. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995;19:423-30. PMID: 7550528
- Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5(Suppl. 1):4-104.
- Cattaneo A, Monasta L, Stamatakis E, Lioret S, Castetbon K, Frenken F, et al. Overweight and obesity in infants and pre-school children in the European Union: a review of existing data. *Obes Rev* 2010;11:389-98.
- Lien N, Henriksen HB, Nymoel LL, Wind M, Klepp KI. Availability of data assessing the prevalence and trends of overweight and obesity among European adolescents. *Public Health Nutr* 2010;13:1680-7.
- Hoelscher DM, Kirk S, Ritchie L, Cunningham-Sabo L. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: interventions for the prevention and treatment World Health Organization (WHO). Population-based approaches to childhood obesity prevention. Geneva; 2016.
- Sharma M. Dietary education in school-based childhood obesity prevention programs. *Adv Nutr* 2011;2(2):207S-16S.
- Van Cauwenberghe E, Maes L, Spittaels H, van Lenthe FJ, Brug J, Opper J-M, et al. Effectiveness of school-based interventions in Europe to promote healthy nutrition in children and adolescents: systematic review of published and "grey" literature. *Br J Nutr* 2010;103:781-97.
- Moreno LA, Kersting M, de Henauw S, González-Gross M, Sichert-Hellert W, Matthys C, et al. How to measure dietary intake and food habits in adolescence: the European perspective. *Int J Obes* 2005;29(Suppl. 2):S66-S77.
- De Cocker K, Ottevaere C, Sjöström M, Moreno LA, Wärnberg J, Valtueña J, et al. Self-reported physical activity in European adolescents: results from the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study. *Public Health Nutr* 2011;14:246-54.
- Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane database Syst Rev* 2011;(12):CD001871.
- García Rojas AD. Estudio sobre la asertividad y las habilidades sociales en el alumnado de Educación Social. XXI, *Rev Educ* 2010;12:225-240.

24. Di Noia J, Contento IR, Prochaska JO. Computer-mediated intervention tailored on transtheoretical model stages and processes of change increases fruit and vegetable consumption among urban African-American adolescents. *Am J Health Promot* 22:336-41.
25. Jan S, Bellman C, Barone J, Jessen L, Arnold M. Shape it up: a school-based education program to promote healthy eating and exercise developed by a health plan in collaboration with a college of pharmacy. *J Manag Care Pharm* 2009;15:403-13.
26. Aranceta J, Serra-Majem L. Dietary guidelines for the Spanish population. *Public Health Nutr* 2001;4:1403-8.
27. Elizondo-Montemayor L, Gutiérrez N, Moreno Sánchez D, Monsiváis Rodríguez F, Martínez U, Nieblas B, et al. Intervención para promover hábitos saludables y reducir obesidad en adolescentes de preparatoria. *Estud Soc* 2014;43(22):217-39.
28. Serra-Majem L, García-Closas R, Ribas L, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J. Food patterns of Spanish schoolchildren and adolescents: The enKid Study. *Public Health Nutr* 2001;4:1433-8.
29. Moreno LA, Mesana MI, Fleita J, Ruiz JR, González-Gross M, Sarria A, et al. Overweight, Obesity and Body Fat Composition in Spanish Adolescents. *Ann Nutr Metab* 2005;49:71-6.
30. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986;314:605-13.
31. Lee IM, Paffenbarger RS, Hennekens CH. Physical activity, physical fitness and longevity. *Aging Clin Exp Res (Milano)* 1997;9(1-2):2-11.
32. Vasconcellos F, Seabra A, Katzmarzyk PT, Kraemer-Aguiar LG, Bouskela E, Farinatti P. Physical activity in overweight and obese adolescents: systematic review of the effects on physical fitness components and cardiovascular risk factors. *Sports Med* 2014;44:1139-52.
33. Kimm SYS, Glynn NW, Obarzanek E, Kriska AM, Daniels SR, Barton BA, et al. Relation between the changes in physical activity and body-mass index during adolescence: a multicentre longitudinal study. *Lancet (London)* 2005;366(9482):301-7.
34. Patrick K, Norman GJ, Calfas KJ, Sallis JF, Zabinski MF, Rupp J, et al. Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for overweight in adolescence. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158(4):385-90.
35. Aznar S, Naylor PJ, Silva P, Pérez M, Angulo T, Laguna M, et al. Patterns of physical activity in Spanish children: A descriptive pilot study. *Child Care Health Dev* 2011;37:322-8.
36. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol* 2011;40:685-98.
37. Kimm SYS, Glynn NW, Kriska AM, Barton BA, Kronsberg SS, Daniels SR, et al. Decline in physical activity in black girls and white girls during adolescence. *N Engl J Med* 2002;347: 709-15.
38. Di Noia J, Contento IR, Prochaska JO. Intervention tailored on Transtheoretical Model stages and processes of change increases fruit and vegetable consumption among economically disadvantaged African American adolescents. *Am J Health Promotion* 2008;22:336-41.



# Nutrición Hospitalaria



## Atención a comensales con dieta específica en los servicios de restauración a colectividades

*Attention to diners with specific dietary needs in mass catering services*

Beatriz Susana de Diego Blanco

*Servicio de Nutrición y Dietética. Departamento de Calidad, Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Nutrición. Eurest Colectividades (Compass Group Spain). Madrid*

### Resumen

El objetivo de esta revisión es resumir los aspectos más relevantes de la atención a comensales con dieta específica en los servicios de restauración a colectividades.

Las características del comensal-usuario final del servicio suelen condicionar tanto la variedad de dietas específicas a las que hay que dar servicio como su modelo organizativo. Existen dos modelos de servicio a colectividades diferenciados entre sí por el lugar en el que se realiza la elaboración y el servicio de las comidas preparadas: producción centralizada o servicio de comidas transportadas y producidas *in situ*.

El dietista-nutricionista experto en alimentación a colectividades y el uso de las nuevas tecnologías juegan un papel esencial en el proceso.

La gestión de dietas específicas en los servicios de restauración a colectividades forma parte intrínseca de la actividad. A pesar de la alta profesionalización del sector en este ámbito, es necesario una constante adaptación a las nuevas necesidades emergentes, sobre todo las relacionadas con alergias e intolerancias alimentarias y las situaciones de dependencia generadas por el aumento de la esperanza de vida de la población.

#### Palabras clave:

Servicio de restauración.  
Colectividades. Dietas específicas. Comidas preparadas. Dietista. Comensal.

### Abstract

The objective of this review is to summarize the most relevant aspects of the attention to diners with specific diet in the catering sector.

The characteristics of the final consumer usually determine both the variety of specific diets to be served and the operative of the service. There are two models of catering services that are differentiated from each other by the place where the foods are prepared and delivered: centralized production and on-site production.

The specialized work of Dieticians and the implementation of technological solutions that entail the optimization and a better control of the process are usual in the catering sector.

The management of specific diets in catering sector is intrinsic to its activity. Despite the high professionalism of the sector in this area, it is necessary a constant adaptation to the new emerging needs, especially those related to allergies and food intolerances and the situations of dependence generated by the increase of the life expectancy of the population.

#### Key words:

Catering sector. Mass caterers. Specific diets. Prepared meals. Dietician. Consumer.

De Diego Blanco BS. Atención a comensales con dieta específica en los servicios de restauración a colectividades. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):130-135

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2138>

#### Correspondencia:

Beatriz Susana de Diego Blanco. Eurest Colectividades (Compass Group Spain). C/ Pinar de San José, 98. 28054 Madrid  
e-mail: [beatriz.dediego@compass-group.es](mailto:beatriz.dediego@compass-group.es)

**INTRODUCCIÓN**

El modelo actual de sociedad conlleva que el número de comidas realizadas fuera de casa por parte de la población sea cada vez mayor. Para hacer frente a esta situación, el consumidor recurre a los diferentes servicios de restauración que tiene a su disposición, como los servicios de restauración a colectividades ofrecidos de forma habitual en escuelas, empresas, hospitales, residencias y medios de transporte, entre otros lugares.

Este tipo de servicios, denominados habitualmente *catering*, se caracterizan porque sirven comidas preparadas a un conjunto predefinido y acotado de comensales pertenecientes a un mismo entorno (centro de trabajo, centro escolar, lugar de hospitalización, etc.). Las comidas servidas en comedores colectivos deben regirse por los principios de una alimentación saludable, adaptada a las necesidades del comensal y que garantice su satisfacción. Entre los consumidores englobados en un colectivo, existen personas con necesidades dietéticas específicas para las que deben elaborarse comidas adecuadas y adaptadas a sus necesidades. Este tipo de comidas suelen denominarse en el sector “dietas específicas” y tienen orígenes muy variados: los más comunes son las creencias religiosas, los hábitos culturales o las convicciones relacionadas con el estilo de vida, por un lado, y las patologías y las situaciones relacionadas con la salud, por otro.

Según el Real Decreto 3484/2000 del 29 de diciembre por el que se establecen las normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de las comidas preparadas, se considera que una “comida preparada es una elaboración culinaria resultado de la preparación en crudo o del cocinado de uno o varios productos de origen animal o vegetal, con o sin adición de otras sustancias

autorizadas y, en su caso, condimentada. Dicha comida puede presentarse envasada o no y dispuesta para su consumo, bien directamente o bien tras un calentamiento o tratamiento culinario adicional”.

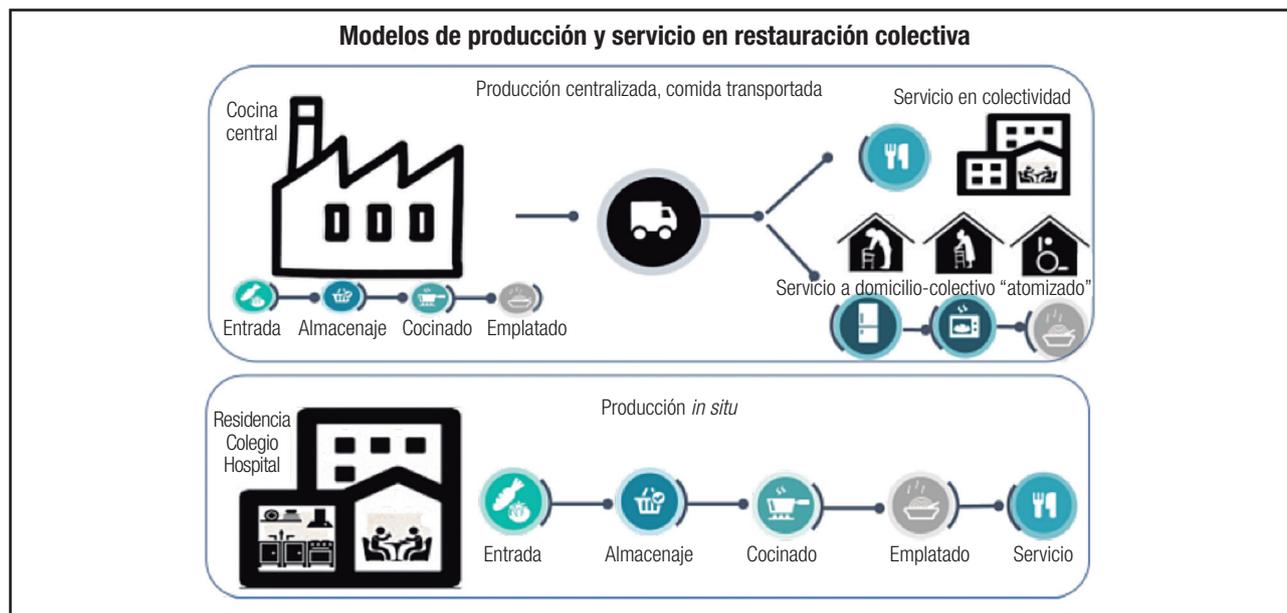
Partiendo de la base de que “la dieta adecuada es la que es consumida satisfactoriamente y sin riesgo”, la idoneidad terapéutica, la adecuación al comensal y la seguridad alimentaria son los ejes de trabajo en la atención a comensales con necesidades específicas dentro del servicio de restauración colectiva.

**TIPOS DE SERVICIOS A COLECTIVIDADES**

Existen dos modelos productivos y de servicio a colectividades diferenciados entre sí por el lugar en el que se realiza la elaboración y el servicio de las comidas preparadas.

La denominada *producción centralizada*, *catering puro* o *servicio de comidas transportadas* conlleva la elaboración de las comidas en una cocina central o unidad centralizada de producción (UCP) con dimensión industrial desde donde las comidas elaboradas se transportan a los diferentes comedores colectivos ubicados en los llamados *centros satélite* o *centros destino*. Por el contrario, la denominada *producción in situ* implica la existencia de cocina en las instalaciones del edificio en el que se alberga el colectivo y permite la preparación, elaboración y servicio de las comidas en el mismo recinto (Fig. 1).

En ambos modelos la entrega de las comidas al comensal se realiza en el denominado comedor colectivo, aunque, en ocasiones, se realiza de forma atomizada en diferentes estancias, como en el servicio a pie de cama en centros hospitalarios o



**Figura 1.**

Imagen de los dos modelos productivos y de servicio de elaboración y servicio de comidas preparadas. En la parte superior se muestra la producción centralizada, *catering* puro o servicio de comidas transportadas; en la parte inferior puede observarse la producción *in situ*.

el servicio a domicilio en el caso de los servicios de comidas a domicilio.

Una clasificación tradicionalmente utilizada en los servicios de restauración colectiva para diferenciar el tipo de comensal usuario del servicio es la que diferencia entre:

- Segmento escolar: guarderías y centros educativos, centros de colonias, centros de atención especial, etc., con comensales de edades comprendidas entre los 0 y los 18 años.
- Segmento empresarial: comedores de empresa, centros empresariales y similares cuyos comensales son mayores de edad y en situación laboral activa.
- Segmento social y del mayor: centros geriátricos y servicios de comidas a domicilio cuyos usuarios son en mayor medida personas dependientes y de avanzada edad.
- Segmento hospitalario: hospitales y clínicas en los que el comensal puede ser de cualquier franja de edad, pero está sujeto a condiciones de enfermedad y hospitalización.

## TIPOS DE DIETAS MÁS HABITUALES

Dejando a un lado las alternativas alimentarias con origen religioso, cultural y/o de estilo de vida presentes en todos los segmentos, el tipo y la variedad de dietas específicas que pueden encontrarse dentro de un comedor colectivo tienen relación directa con las enfermedades más frecuentes entre el colectivo que lo utiliza. Cada uno de los segmentos anteriormente citados se caracteriza por presentar en mayor medida un tipo u otro de patología y, por lo tanto, de tener una necesidad dietética específica.

El conjunto de las alergias e intolerancias alimentarias es, sin duda, la primera razón de adaptación de dietas dentro del colectivo escolar. Entre el 4% y el 6% de la población infantil en España presenta alergia o intolerancia alimentaria, lo que obliga a la realización de una dieta de exclusión de uno o varios alimentos. Estas cifras se trasladan de forma directa a los comedores escolares, en los que es común encontrar comensales alérgicos y/o intolerantes a alimentos. Las alergias e intolerancias aparecen en mayor medida durante las primeras etapas educativas (educación infantil y primaria), y su número disminuye a medida que la edad del comensal aumenta.

El número de comensales con alergias o intolerancias alimentarias en el comedor escolar ha crecido de manera exponencial durante las últimas décadas. Como resultado de este incremento, las autoridades han considerado la necesidad de regular el servicio de este tipo de dietas en la última revisión de la Ley de Seguridad Alimentaria y Nutrición (17/2011, Artículo 40. Medidas dirigidas al ámbito escolar). Otro tipo de patologías habitualmente presentes en el entorno escolar son la diabetes, el sobrepeso y los trastornos congénitos de metabolismo.

En el segmento empresarial, las patologías más frecuentes son el colesterol elevado, el sobrepeso y la hipertensión. Además, existe un aumento progresivo de comensales con alergias e intolerancias alimentarias.

El deterioro físico y cognitivo producido por el envejecimiento, unido a una habitual pluripatología en el comensal de avanzada

edad, marcan el tipo de dietas específicas que pueden encontrarse dentro de un comedor del segmento social y del mayor. Las dificultades para tragar y masticar afectan enormemente al tipo de dietas elaboradas para esta población, por lo que son muy habituales las dietas de fácil masticación, trituradas y de adaptación de texturas. A este tipo de dificultades se suman la diabetes, la hipertensión y las dislipemias como patologías habituales a tener en cuenta.

En el segmento hospitalario existe una mayor variabilidad en el tipo de dietas a servir, ya que muchos de los pacientes demandan una alimentación adaptada durante su hospitalización.

## PUNTOS CLAVES PARA LA GESTIÓN DE DIETAS ESPECÍFICAS (DE) EN EL SERVICIO DE RESTAURACIÓN A COLECTIVIDADES (SRC)

Si tuviéramos que identificar los puntos claves para una adecuada atención a comensales con dieta específica dentro de los servicios de restauración colectiva, serían:

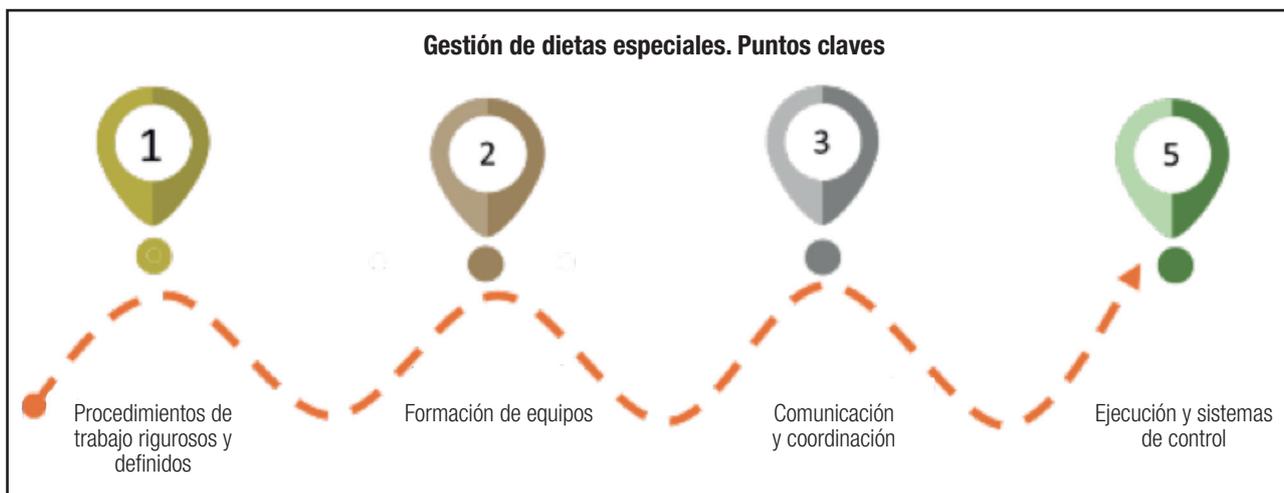
1. *Disponer de protocolos de trabajo previamente definidos:* códigos de dietas, manuales de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC) y guías de buenas prácticas, así como manuales de procesos operativos y de ejecución, son herramientas habitualmente utilizadas. En este sentido, la presencia en los equipos multidisciplinares de trabajo de dietistas-nutricionistas y expertos en seguridad alimentaria es esencial.
2. *Formación de los equipos de trabajo:* todas las personas implicadas en la atención de comensales con dieta específica han de disponer de una formación adecuada a su nivel de responsabilidad.
3. *Coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo* del servicio de restauración y de la entidad que contrata el servicio (colegio, hospital, residencia, etc.). Además, durante las diferentes fases de la ejecución del servicio es importante tener un control documental, realizar una asignación clara de responsabilidades y disponer de soluciones tecnológicas (como *softwares*) que den soporte al proceso y aseguren la trazabilidad y el control durante sus diferentes fases (Fig. 2).

## FASES DE LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE DIETAS ESPECÍFICAS

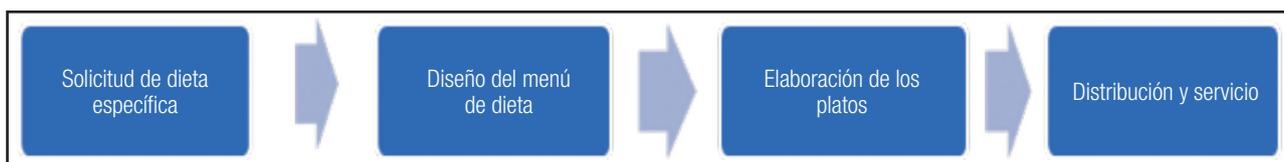
La ejecución del servicio de dietas específicas puede agruparse en distintas etapas (Fig. 3).

*Solicitud de dietas.* Esta solicitud siempre ha de realizarse por escrito y mediante un sistema que permita su rastreabilidad y su registro documental. Además, ha de incluir indicaciones claras de la pauta de alimentación prescrita o, en su defecto, de la patología a tratar.

Deberá disponerse de información suficiente para poder identificar al comensal y el lugar en el que deberán entregarse las comidas especiales preparadas.



**Figura 2.** Puntos claves en la gestión de las dietas especiales en la restauración colectiva.



**Figura 3.** Fases de la ejecución del servicio de dietas específicas.

En los centros hospitalarios y centros asistenciales es habitual el uso de sistemas informáticos, que permiten integrar el servicio de alimentación dentro de la gestión sanitaria integral del paciente. Estos sistemas disponen de módulos de comunicación con cocina que permiten realizar la solicitud de dietas y dar indicaciones para el adecuado servicio de la dieta específica.

**Diseño de la dieta.** El dietista-nutricionista recopila las diferentes dietas solicitadas y diseña un menú adaptado a cada una de ellas. Partiendo del menú basal o general acordado para el colectivo, planifica las dietas teniendo en cuenta aspectos terapéuticos y productivos, respetando los condicionantes para garantizar la seguridad alimentaria y velando por la calidad organoléptica y gastronómica de las recetas escogidas para garantizar una adecuada aceptación de la dieta por parte del comensal y, por tanto, su éxito terapéutico.

El uso de herramientas informáticas durante la fase de diseño de menús de dietas es cada vez más habitual, ya que permiten obtener un mejor control de los aportes nutricionales, de los ingredientes que conforman cada plato, del contenido en alérgenos de las recetas, etc. Asimismo, estas soluciones informáticas pueden generar órdenes de producción que resultan de enorme utilidad para que los equipos de cocina realicen la compra de materias primas y la elaboración de los diferentes platos.

**Elaboración de los platos.** Las órdenes de producción y las fichas técnicas de recetas son parte de los documentos que se utilizan para la elaboración de los platos de dietas. De entre los equipos de cocina, se designan las personas responsables de la elaboración de estas dietas, quienes poseen formación y adiestramiento específicos para su adecuada elaboración. También es habitual disponer de zonas concretas dentro de las instalaciones para la elaboración de estos platos.

En el caso de comidas elaboradas para alergias e intolerancias alimentarias, es imprescindible una adecuada protección de las comidas preparadas para evitar una posterior contaminación cruzada entre ellas.

**Distribución y servicio de las comidas preparadas.** Puede realizarse en bandejas multiporción, que albergan más de una ración y que serán divididas en el momento del servicio por parte de la persona responsable, o en platos o envases monoporción, que contienen la ración estipulada para un comensal.

Existen diferentes modalidades para la entrega de las comidas preparadas. En el caso de comensales con dieta específica, se utilizan diferentes estrategias concretas y predefinidas para asegurar su correcta entrega (Fig. 4).

- En el *servicio a mesa*, el camarero, monitor de comedor escolar o auxiliar de servicio que atiende a comensales con dieta debe poseer información sobre el contenido de la comida preparada a servir (identificación del plato), ubica-



**Figura 4.**

Imagen que detalla los distintos tipos de servicio de las comidas preparadas.

ción en el comedor del comensal con dieta, tipo de patología o dieta que requiere y el menú específico pautado por el dietista.

- En el modelo de *servicio en línea* es el comensal el que se desplaza a la denominada línea de servicio para que, bien de una manera autónoma (autoservicio) o bien ayudado por un auxiliar de servicio, se le haga entrega de la comida.
- En el caso del *servicio asistido*, es habitual disponer una zona habilitada para el servicio de dietas en las que se hace la distribución controlada de los platos elaborados a cada comensal con necesidad específica.

Cabe destacar la importancia que tiene ofrecer una adecuada información al consumidor en el caso de que sea este quien escoja cuál será la composición final de su menú, un caso que suele darse en los comensales de comedores de empresas con servicio de bufé, servicios de *catering* de eventos, etc. En estos casos, una adecuada información por parte del personal de cocina y del servicio sobre la composición y los métodos de elaboración de las comidas preparadas es esencial para ayudar al comensal en una adecuada toma de decisiones. En este sentido, y en el caso específico de alergias e intolerancias alimentarias, en virtud de lo indicado en el Reglamento de la Unión Europea (UE) 1169/2011(7), los servicios de restauración a colectividades mantienen a disposición del consumidor la información sobre el contenido en alérgenos de las comidas preparadas, tanto envasadas como no envasadas. Sin embargo, cabe mencionar que la relación de alérgenos de declaración obli-

gatoria dispuesta en el Anexo II del mencionado Reglamento UE no contempla todas las sustancias o alimentos que de forma habitual son causantes de alergias o intolerancias alimentarias, por lo que sigue siendo indispensable contar con un buen proceso de gestión de dietas específicas.

- *Servicio a pie de cama*, propio de los centros hospitalarios y sociosanitarios. En estos casos, la distribución de los menús se realiza en bandejas individuales, que se montan en la zona de emplatado de la cocina siguiendo las indicaciones de tipo de dieta, composición del menú y número de cama a tenor de la información facilitada en la solicitud y el plan de dietas.
- En el caso de los *servicios de comida a domicilio*, la organización de la logística de transporte considera el tipo de dieta de cada usuario.

El uso de vajilla, bandejas o recipientes de color diferenciado para el emplatado y su identificación mediante códigos de colores o letras (o recursos similares) son habituales durante el emplatado y servicio, ya que facilitan la rápida identificación de las comidas preparadas, que serán servidas al comensal con dieta específica.

## CONCLUSIONES

La gestión de DE en los SRC forma parte intrínseca de su actividad en todos los segmentos en los que operan, y no solo en entornos sanitarios.

Es necesario adaptar el modelo organizativo para cada servicio puesto en marcha teniendo en cuenta las características del comensal, la variedad de dietas específicas existentes y el tipo de servicio a realizar.

Los protocolos de trabajo, la rigurosidad en su cumplimiento, la rastreabilidad de los métodos de trabajo y de los datos y la formación de los equipos son esenciales para una adecuada atención al comensal con necesidad dietética específica.

El incremento del número de personas afectadas por alergias e intolerancias alimentarias y el aumento en la esperanza de vida (y, en consecuencia, de las situaciones de dependencia y su relación con la alimentación) serán los principales retos en los servicios de restauración colectiva.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

---

1. Food Service Europe. Disponible en: <http://www.foodserviceeurope.org>
2. RD 3484/ 2000 del 29 de diciembre por el que se establecen las normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de las comidas preparadas. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/detalle/legislacion\\_higiene\\_alimentos.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/legislacion_higiene_alimentos.htm)
3. Reglamento 852/2004 29 de abril relativo a la higiene de los productos alimenticios. Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/detalle/legislacion\\_higiene\\_alimentos.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/legislacion_higiene_alimentos.htm)
4. Inmunitas Vera (Asociación catalana de alergias e intolerancias). Disponible en: <http://www.inmunitasvera.org/es/>
5. Ley de Seguridad Alimentaria y Nutrición 17/2011. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-11604](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-11604)
6. Martínez Hernández JA, Astiazarán Anchia I, Muños Hornillos M, Cuervo Zapatel M. Alimentación Hospitalaria. Tomo 1. Fundamentos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2004.
7. Reglamento UE 1169 /2011 del 25 de octubre sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf>
8. AEPNAA (Asociación española de personas con alergia a alimentos y látex). Disponible en: <http://www.aepnaa.org/>
9. Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-2293](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-2293)



## La importancia de involucrar a niños y niñas en la preparación de las comidas *The importance of involving boys and girls in food preparation*

Edurne Maiz<sup>1,2</sup>, Elena Urdaneta<sup>1</sup> y Xavier Alliro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Basque Culinary Center. Donostia-San Sebastián. <sup>2</sup>Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Facultad de Psicología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Donostia-San Sebastián

### Resumen

La neofobia alimentaria infantil se asocia normalmente a un menor consumo de frutas y verduras, y esto último se relaciona con una dieta menos saludable. Se han llevado a cabo diferentes tipos de programas con el objetivo de reducir la neofobia alimentaria y aumentar así la ingesta de frutas y verduras en la infancia. Entre ellos, los de educación sensorial han mostrado su eficacia. Por otro lado, los diversos programas nutricionales que incluyen actividades de huerto y preparación de alimentos se utilizan con el mismo fin. No obstante, la heterogeneidad de los programas y de sus evaluaciones dificultan llegar a conclusiones sólidas sobre su efectividad.

Se han llevado a cabo diversos estudios experimentales para determinar el efecto de cada una de las etapas de la preparación de alimentos por separado: la elección de la receta, la compra de los alimentos, su cocinado y su emplatado. Si bien los resultados son prometedores, es necesario realizar estudios en entornos reales para validar dichos experimentos. Un ejemplo es el proyecto EgizuSUK, llevado a cabo en el ámbito escolar y que engloba diferentes sesiones que trabajan las etapas del proceso de alimentación y cuyos resultados, comparados con un grupo control, parecen estar en línea con los estudios experimentales.

Finalmente, y con el objetivo de promover una alimentación saludable en la población infantil, se considera necesario que los programas incluyan elementos de educación nutricional y educación sensorial, así como de habilidades culinarias. Además, tener en cuenta el entorno escolar y el contexto familiar es clave para el adecuado desarrollo de dichos programas.

#### Palabras clave:

Cocinar. Colegios.  
Infancia. Neofobia  
alimentaria.  
Educación nutricional.

### Abstract

Child food neophobia is usually associated with a lower consumption of fruits and vegetables, and the latter, is related to a less healthy diet. Different types of programs have been conducted in order to reduce food neophobia and thus increase the intake of fruits and vegetables in childhood. Among them, sensory education programs have shown their effectiveness.

On the other hand, various nutritional programs that include garden and food preparation activities are used for the same purpose. However, the heterogeneity of programs and their evaluations, make it difficult to reach firm conclusions about its effectiveness. Several experimental studies have been conducted to determine the effect of each of the stages of preparing food separately: the selection of the recipe, the purchase of food, cooking and the presentation of the plate. While the results are promising, it is necessary to realize studies in real environments to validate such experiments. An example is the EgizuSUK project, carried out at schools and that encompasses different sessions that involve children in the different stages of the preparation of new foodstuffs, and whose results, compared with a control group, seem to be in line with the experimental studies.

Finally, in order to promote healthy eating in children, it is considered that programs should include elements of nutrition education, sensory education, as well as culinary skills. In addition, school setting as well as the family context should be taken into consideration as key elements in the development of such programs.

#### Key words:

Cooking. Schools.  
Childhood. Food  
neophobia. Nutritional  
education.

Maiz E, Urdaneta E, Alliro X. La importancia de involucrar a niños y niñas en la preparación de las comidas. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):136-139

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2139>

#### Correspondencia:

Edurne Maiz. Departamento de Personalidad,  
Evaluación y Tratamiento Psicológico. Facultad de  
Psicología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko  
Unibertsitatea (UPV/EHU). Avda. de Tolosa, 70.  
20018 San Sebastián  
e-mail: [edurne.maiz@ehu.eus](mailto:edurne.maiz@ehu.eus)

## ¿QUÉ ES LA NEOFobia ALIMENTARIA INFANTIL?

Según las últimas publicaciones, los datos de prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil y juvenil en España son alarmantes. En 2012, dentro del grupo de población de entre 8 y 17 años, un 26% sufría sobrepeso y el 12,6%, obesidad (1). Siendo esto así, las tasas de obesidad en España se sitúan entre las más altas de Europa. Los estilos de vida y, más concretamente, los hábitos alimentarios poco adecuados, son factores que hay que tener en cuenta para poder combatir dichas tasas. El bajo consumo de frutas y verduras entre la población infantil-juvenil es una realidad que resulta inquietante, ya que su ingesta se vincula a una adiposidad baja y a una protección contra las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y varias enfermedades crónicas. De manera general, es muy importante promover una dieta saludable desde la infancia porque sabemos que los hábitos alimentarios durante esta etapa van a tener un fuerte impacto sobre la calidad de la dieta en la edad adulta.

La neofobia alimentaria, cuyo significado literal es “miedo a probar alimentos nuevos”, supone el rechazo a nuevos productos alimenticios (2). Este comportamiento está presente en las especies omnívoras; de hecho, se conoce como “el dilema del omnívoro”. La neofobia alimentaria se considera una estrategia adaptativa muy eficiente para evitar el riesgo de ingerir alimentos nuevos (y desconocidos) que podrían ser potencialmente tóxicos. Sin embargo, los humanos presentan diversas estrategias para resolver ese dilema. Una de ellas implica observar e imitar las dietas de los demás. De esta manera, el mecanismo psicológico responsable de modelar las preferencias alimentarias presenta importantes componentes de aprendizaje social. De hecho, los periodos críticos en los que se aprenden las preferencias alimentarias transcurren cuando los niños dependen de los adultos para alimentarse (3). Asimismo, el rechazo a nuevos alimentos se ha considerado como una etapa típica del desarrollo en la infancia.

A partir de los 2 ó 3 años, los niños suelen presentar aversión a probar los alimentos nuevos que se les ofrecen. Además, si a esto último unimos que los sabores dulces y salados se prefieren de forma innata desde el nacimiento, las frutas y las verduras suelen ser los alimentos que se rechazan con más frecuencia. Así, la neofobia alimentaria tiene efectos negativos sobre las elecciones alimentarias e influye en la reducción del consumo de frutas y verduras en ese grupo de población. La neofobia alimentaria se asocia con una dieta menos saludable (4), por ello, intentar disminuirla suele ser una estrategia frecuentemente utilizada para mejorar la dieta.

La exposición a nuevos alimentos ha sido la estrategia más utilizada para reducir la neofobia alimentaria, ya que la exposición habitual hace que el alimento deje de ser nuevo y aumente su familiaridad. Asimismo, que el niño tenga experiencias positivas con alimentos se ha considerado también muy necesario para promover la disposición a probar otros nuevos (5).

## PROGRAMAS DE EDUCACIÓN SENSORIAL

Teniendo en cuenta que los niños pueden crear una imagen mental de cómo debe ser un alimento aceptable para ser consumido, así como de su olor, los que no se acercan a dicha imagen son rechazados. Así, los niños basan sus preferencias alimentarias en las características sensoriales de los alimentos.

Los diversos programas de educación sensorial llevados a cabo en el ámbito escolar han mostrado resultados positivos, tanto en la reducción de la neofobia alimentaria como en el aumento de la disposición a probar alimentos desconocidos. La educación sensorial, aumentando la conciencia y la curiosidad hacia los alimentos y mediante la interacción con los iguales, estimula a los niños a probar alimentos desconocidos. Así, es probable que el aumento del consumo de nuevos alimentos desconocidos se deba también a la influencia social de los iguales y al modelado del profesorado.

## PROGRAMAS NUTRICIONALES VINCULADOS CON ACTIVIDADES DE HUERTO Y PREPARACIÓN DE ALIMENTOS

Otros autores han evaluado el efecto de programas de intervención nutricional vinculados con actividades de descubrimiento de huerto y preparación de alimentos. Dichos programas tienen potencial para reducir la neofobia alimentaria y mejorar el consumo de frutas y verduras en la infancia, pero hoy en día las pruebas científicas no son demasiado concluyentes.

Dos artículos de revisión (6,7) sacan a la luz la gran heterogeneidad de los programas y de sus evaluaciones, así como la dificultad para llegar a conclusiones sólidas sobre el efecto de las intervenciones. A menudo los programas incluyen varios componentes: educación nutricional, sensorial, actividades de huerto o talleres de cocina. Aún no ha podido determinarse si los cambios observados en las preferencias alimentarias, así como las actitudes y los comportamientos de los escolares, pueden explicarse por los resultados de las intervenciones. Además, no queda claro cuáles son los componentes necesarios para asegurar el éxito de una intervención alimentaria. Los estudios experimentales permiten evaluar los efectos de cada una de las etapas del proceso de preparación de los alimentos por separado: la elección de la receta, la compra de los ingredientes, el cocinado y el emplatado.

Existen pocos estudios experimentales disponibles en esta área de conocimiento, y la mayoría se ha interesado únicamente en la etapa del cocinado. Van der Horst y cols. (8) demostraron que una única sesión de cocina con niños puede aumentar la ingesta de verduras en la siguiente comida. En otro estudio (9), se ha demostrado el efecto beneficioso que puede tener cocinar sobre las elecciones alimentarias y la neofobia alimentaria. En este último estudio se involucró a un grupo de escolares en la preparación de tres alimentos nuevos con verduras, se midieron sus elecciones alimentarias en la comida posterior y se compararon con los resultados de un grupo control. Los resultados mostraron que,

después de la sesión de cocina, los niños doblaron sus elecciones espontáneas hacia alimentos nuevos respecto al grupo control. Estos resultados confirman los datos de estudios transversales que asocian de forma positiva la frecuencia de preparación de platos por niños con el consumo de verduras y frutas y con la calidad global de la dieta.

Estudios experimentales que evalúen el efecto de involucrar a la población infantil en la compra de alimentos son aún menos frecuentes. En un experimento reciente (10), también se demostró que involucrar a los menores en la compra de ingredientes necesarios para la realización de comidas novedosas con verduras tiene un efecto beneficioso. Así, los integrantes del grupo experimental aumentaron su disponibilidad a elegir espontáneamente y a probar alimentos desconocidos con verdura respecto al grupo control. Los datos experimentales confirman una asociación positiva entre la participación en el proceso de cocina/compra de los alimentos y la calidad de la dieta o las competencias culinarias de los menores.

El emplatado de los alimentos ha sido asimismo muy poco estudiado. Algunos estudios han revelado que la mejora del aspecto visual puede ayudar a aumentar el consumo de alimentos saludables en la infancia. Permitir a los niños jugar con la comida, en particular con verduras y frutas, posibilita el contacto sensorial con el alimento, lo que puede favorecer la disponibilidad a probarlos. En un estudio reciente realizado experimentalmente (datos sin publicar), se ha demostrado que involucrar a los menores en el diseño artístico de su plato permite tener una experiencia positiva con alimentos poco apreciados y favorece la reducción de la neofobia alimentaria. Los resultados mostraron que, después de un taller de creatividad artística con dos frutas familiares y dos desconocidas, los escolares elegían e ingerían más frutas desconocidas para su merienda en comparación con un grupo control.

Finalmente, la etapa de la elección de la receta no se ha estudiado en la infancia, por lo que no se conocen sus efectos en las selecciones y comportamientos alimentarios. Algunos estudios indican que aumenta la ingesta de verduras en la población infantil si puede elegir entre diferentes clases en el momento de la comida respecto a un grupo que no tiene la oportunidad de elegir (11). Estos resultados hacen pensar que ofrecer a los menores la posibilidad de elegir el contenido de su plato puede favorecer elecciones alimentarias e ingestas más saludables.

No obstante, los resultados experimentales anteriormente citados tienen que ser validados en contextos más familiares o comunes a los niños y por periodos de tiempo más extensos. Recomendamos diseñar intervenciones en entornos reales basadas en involucrar a los menores en las diferentes etapas del proceso de preparación de las comidas, así como orientar las elecciones hacia alimentos más saludables y ampliar el repertorio alimentario de los niños para disminuir la neofobia alimentaria. Además, la investigación llevada a cabo en el entorno real aumenta la validez del estudio. Intervenir en la escuela permite acceder fácilmente a los niños, modificar su entorno alimentario cotidiano e involucrar a adultos referentes en el proceso de cambio. La participación de los profesores y responsables del

comedor escolar, así como una intervención basada en el aprendizaje experiencial, son criterios que pueden favorecer el éxito de la intervención. Las estrategias experienciales de aprendizaje presentan efectos más duraderos en el incremento del consumo o preferencia de frutas y verduras (12).

## PROYECTO EgizuSUK

---

Con relación a las intervenciones escolares, el proyecto EgizuSUK, llevado a cabo recientemente (datos no publicados) con niños de entre 8 y 9 años en dos centros del País Vasco, ha tratado de englobar las diferentes etapas de la preparación de alimentos anteriormente citadas (la elección de la receta, la compra de los ingredientes y el cocinado). El programa diseñado tiene una duración de un mes (un taller semanal).

Esta intervención comenzaba con un taller centrado en la elección de una receta que incluía una verdura poco aceptada por el alumnado. En este primer taller se hacían explícitas las diferentes técnicas culinarias a utilizar, los ingredientes de la receta y su dificultad. De esta manera, teniendo en cuenta las diferentes características de cada receta, el alumnado elegía la más acertada.

En un segundo taller, el alumnado hacía una compra digital de los ingredientes necesarios para llevar a cabo la receta elegida en el taller anterior. Al final del taller, se mostraba la cesta de la compra con los ingredientes reales para que el alumnado pudiera tocar y comprobar que la compra realizada era correcta.

En el tercer taller se llevó a cabo el cocinado de la receta elegida con los ingredientes comprados en la sesión anterior. Vestidos con la indumentaria propia de un chef, el alumnado procedió por parejas al cocinado de la receta, lo que incluía limpiar y cortar la verdura, cocinarla y presentarla.

En la cuarta semana, se llevó a cabo una comida experimental que consistía en ofrecer al alumnado participante en el programa la opción de elegir entre la receta trabajada y otro plato habitualmente aceptado (a saber: arroz con verduras). La elección de la comida se llevaba a cabo individualmente en la línea del comedor escolar, y el plato elegido fue pesado antes y después de la comida para conocer su ingesta.

Paralelamente al grupo que participaba en el programa, se llevó a cabo un programa de educación nutricional en un grupo control. Manteniendo el mismo formato de sesiones (una semanal), se organizaron tres talleres en torno a la pirámide de alimentos, una sesión para elaborar la pirámide según la alimentación propia, un segundo taller de conocimiento sobre la pirámide y un tercer taller para elaborar propuestas de mejora de su alimentación. Durante la cuarta semana, el grupo control también participó en una comida experimental con las mismas características que la comida del grupo experimental.

Los resultados preliminares apuntan a un aumento en la elección y posterior ingesta de alimentos nuevos en el grupo que participó en todo su proceso de preparación respecto al grupo control, tanto inmediatamente después de la intervención como un mes más tarde. Parece que involucrar al alumnado en la preparación de las comidas que posteriormente serán ofrecidas en

el comedor escolar favorece el mayor consumo de los alimentos poco aceptados. Por ello, este tipo de intervención podría ser válida para introducir y aumentar la aceptación de alimentos poco aceptados en el ámbito del comedor escolar.

## CONCLUSIONES

La neofobia alimentaria es un fenómeno que debe seguir investigándose con el objetivo de aumentar el consumo de alimentos poco aceptados, como frutas y verduras, y fomentar así una alimentación más saludable en la infancia.

A través de estas líneas ha podido observarse que la investigación centrada en el proceso de alimentación en su conjunto, así como en cada una de sus partes, es prometedora y tiene resultados muy positivos.

Con el objetivo de promover una alimentación saludable en la población infantil, se considera necesario incluir elementos de educación nutricional y sensorial y habilidades culinarias. A través del conocimiento y de la experiencia adquiridos a través de este tipo de programas, se conseguiría fomentar el interés y la motivación de los escolares hacia la alimentación saludable, teniendo muy en cuenta la preparación de los alimentos. Además, la educación en habilidades de cocina ha mostrado ser eficaz para la prevención de la obesidad (13). Asimismo, las habilidades culinarias adquiridas durante la infancia y la adolescencia se mantienen también en la etapa adulta, fomentando hábitos alimentarios más saludables y el interés por cocinar.

También resulta sumamente importante que los citados programas se lleven a cabo en el entorno escolar, ya que la escuela es el lugar donde se adquieren las competencias y los conocimientos necesarios para que el alumnado pueda tomar decisiones acertadas en el futuro. En referencia al tema que nos concierne, la adquisición de competencias y conocimientos relacionados con la alimentación conllevará elecciones alimentarias más acertadas y saludables del alumnado en el futuro.

Además, la familia es parte fundamental en el proceso de adquisición de hábitos alimentarios saludables en la infancia. Por ello, aumentar la participación de los progenitores en este tipo de programas es extremadamente importante, ya que, en la mayor parte de las ocasiones, son los encargados de la alimentación de los hijos. La importancia de las comidas familiares ha sido ampliamente investigada (14) como herramienta útil de promoción de

hábitos alimentarios saludables, así como de bienestar emocional de los adolescentes.

Finalmente, sería realmente importante que dichos programas pudieran formar parte de la propuesta curricular de educación primaria. Por ello, el trabajo conjunto de la comunidad educativa con sociedades científicas relacionadas con la alimentación y la gastronomía es primordial para poder llevar a cabo un cambio necesario en lo que a educación alimentaria se refiere. Asimismo, y con el mismo fin, también podrían realizarse programas que fomentaran la dieta saludable en los servicios de pediatría de los hospitales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez-Cruz J, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol* 2013;66(5):371-6.
2. Pliner P, Hobden K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite* 1992;19(2):105-20.
3. Cashdan E. A sensitive period for learning about food. *Human Nature* 1994;5(3):279-91.
4. Cooke LJ, Wardle J, Gibson EL. Relationship between parental report of food neophobia and everyday food consumption in 2-6-year-old children. *Appetite* 2003;41:205-6.
5. Pliner P, Salvy S. Food neophobia in humans. In: Shepherd R, Raats M, editors. *The psychology of food choice*. Cambridge: Cabi; 2006. pp. 75-92.
6. Robinson-O'Brien R, Neumark-Sztainer D, Hannan PJ, Burgess-Champoux T, Haines J. Fruits and vegetables at home: child and parent perceptions. *J Nutr Educ Behav* 2009;41(5):360-4.
7. Hersch D, Perdue L, Ambroz T, Boucher JL. The impact of cooking classes on food-related preferences, attitudes, and behaviors of school-aged children: a systematic review of the evidence, 2003-2014. *Prev Chronic Dis* 2014;11:E193.
8. Van der Horst K, Ferrage A, Rytz A. Involving children in meal preparation. Effects on food intake. *Appetite* 2014;79:18-24.
9. Alliot X, da Quinta N, Chokupermal K, Urdaneta E. Involving children in cooking activities: A potential strategy for directing food choices toward novel foods containing vegetables. *Appetite* 2016;103:275-85.
10. Alliot X, Maiz E, Urdaneta E. Shopping for food with children: A strategy for directing their choices toward novel foods containing vegetables. *Appetite* 2018;120:287-96.
11. Domínguez PR, Gámiz F, Gil M, Moreno H, Zamora RM, Gallo M, et al. Providing choice increases children's vegetable intake. *Food Qual Prefer* 2013;30(2):108-13.
12. Dudley DA, Cotton WG, Peralta LR. Teaching approaches and strategies that promote healthy eating in primary school children: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015;12(1):28.
13. Nelson SA, Corbin MA, Nickols-Richardson SM. A call for culinary skills education in childhood obesity-prevention interventions: current status and peer influences. *J Acad Nutr Diet* 2013;113(8):1031-6.
14. Dwyer L, Oh A, Patrick H, Hennessy E. Promoting family meals: A review of existing interventions and opportunities for future research. *Adolesc Health Med Ther* 2015;6:115-31.



# Nutrición Hospitalaria



## Dietética hospitalaria y gastronomía saludable *Hospital feeding and healthy gastronomy*

María Garriga García<sup>1</sup> y Arantza Ruiz de las Heras de la Hera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. <sup>2</sup>Unidad de Dietética. Complejo Hospitalario de Navarra. Pamplona

### Resumen

**Introducción:** en los últimos años está dándose mucha relevancia a la gastronomía dentro del campo de la dietética. La alimentación en todo tipo de colectividades es un reto para los profesionales de la salud que tienen la responsabilidad de diseñar, planificar, programar y controlar la elaboración de dietas. Existen muchos factores relacionados con la ingesta que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar la actuación del servicio de dietética o alimentación: recursos hospitalarios, organizativos, geográficos, culturales, etc., sin olvidar los factores nutricionales y gastronómicos; un equilibrio que logra finalmente que el acto de comer se realice de manera espontánea y satisfactoria.

**Objetivo:** el objetivo es revisar los factores implicados en la dietética hospitalaria integrando el factor gastronómico.

**Métodos:** se ha realizado una revisión de los principales informes publicados, artículos científicos y capítulos de libros sobre dietética hospitalaria y gastronomía.

**Conclusiones:** la comida hospitalaria, más que ninguna otra, requiere de la colaboración de nutrición y dietética con cocina y alimentación, ya que deben ir encaminadas hacia el mismo fin: la correcta alimentación de los pacientes ingresados y de la manera culinaria más agradable posible. En los centros hospitalarios, la armonía entre cocineros, dietistas-nutricionistas y profesionales sanitarios es un reto apasionante que repercute directamente en el beneficio del paciente.

#### Palabras clave:

Alimentación hospitalaria.  
Gastronomía.  
Manual de dietas.  
Desnutrición.

### Abstract

**Background:** in the last years, the gastronomy is becoming very important in the field of food. Food, in all types of collectives, is a challenge for health professionals who have the responsibility of designing, planning, scheduling and controlling the elaboration of diets. There are many factors related to intake that must be taken into account when designing the performance of the dietetic or food service: hospital resources, organizational, geographical, cultural... without forgetting the nutritional and gastronomic factors, a balance that makes the act of eating happen spontaneously and satisfactorily.

**Objective:** the objective is to review the factors involved in hospital dietetics by integrating the gastronomic factor.

**Methods:** it has been made a review of the main published reports, scientific articles and book chapters on hospital dietetics and gastronomy.

**Conclusions:** hospital food requires more than any other nutrition and dietetic collaboration with food and cooking since both should be directed towards the same end, the correct feeding of the patients admitted, in the most pleasant culinary way possible. In hospitals, harmony among cooks, dieticians and health professionals is an exciting challenge that has a direct impact on the patient's benefit.

#### Key words:

Hospital feeding.  
Gastronomy. Hospital diet. Malnutrition.

#### Correspondencia:

María Garriga García. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Ctra. de Colmenar Viejo, km 9.100. 28034 Madrid  
e-mail: maria.garriga@salud.madrid.org

Garriga García M, Ruiz de las Heras de la Hera A. Dietética hospitalaria y gastronomía saludable. Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):140-145

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2140>

## INTRODUCCIÓN

La dietética nace por la necesidad de realizar planes alimentarios como parte del tratamiento integral para atender a las personas que los precisan en periodos de salud o enfermedad (dietoterapia). La alimentación en todo tipo de colectividades es un reto para los profesionales de la salud que tienen la responsabilidad de diseñar, planificar, programar y controlar la elaboración de dietas.

Una dieta es un plan de alimentación que debe seguir una persona para estar correctamente nutrida. El objetivo es cubrir sus necesidades nutricionales evitando el riesgo de malnutrición por ingestas y/o comportamientos alimentarios inadecuados. La desnutrición hospitalaria contribuye directamente tanto al aumento de las enfermedades como de sus complicaciones, debilita la respuesta al tratamiento e incrementa la mortalidad (1). Para evitar o reducir las elevadas cifras de desnutrición hospitalaria en este medio (2), es necesario evaluar el grado de aceptación de la dieta por parte de los pacientes. Únicamente de este modo podrá trabajarse en la mejora real de la calidad gastronómica de las dietas y conseguir aumentar así su tolerancia.

El mejor plato (elaborado de forma impecable a nivel nutricional y gastronómico) es el que tiene mejor aceptación; es decir, el que se consume por completo. Los factores relacionados con aspectos gastronómicos y sensoriales que pueden influir en la percepción que tienen los pacientes de la alimentación recibida son varios: la temperatura (3), el sabor, el olor, el color, la textura, la variedad, la presentación en la bandeja y el tamaño de la ración. Pueden utilizarse encuestas (4) que tengan en cuenta las características de la comida servida: sabor/gusto, olor, cocinado, presentación, tamaño de la ración, calidad, cantidad, variedad y temperatura. Conseguir un aumento en la satisfacción relacionada con su alimentación puede contribuir a una mayor ingesta por parte del paciente y, por lo tanto, ayudar en la mejora del estado nutricional (5,6,7).

Asimismo, existen otros factores relacionados con la ingesta que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar la actuación del servicio de dietética o alimentación. Dentro de este conjunto de factores se encuentran las barreras arquitectónicas del propio centro, que dificultan o impiden un correcto acceso a los platos; una vajilla poco atractiva o poco adecuada para el consumo de alimentos de personas con escasa fuerza o que transmite demasiado el calor, o incluso un horario inflexible y demasiado alejado del casero, impuesto por las condiciones laborales y organizativas del centro (8,9). También es importante no olvidar el componente social de la alimentación, ya que, de lo contrario, estará obviándose uno de los temas más íntimamente ligados a la cultura y las costumbres.

Existen algunos estudios sobre el posible incremento de las ingestas de pacientes que salen de sus habitaciones para comer en comedores en compañía de otras personas ingresadas, lo que incentiva la socialización. Además, confluyen otros factores, como la soledad del paciente durante las horas de las comidas, en la instauración o mantenimiento de la desnutrición (8,9).

## PLANIFICACIÓN DIETÉTICA

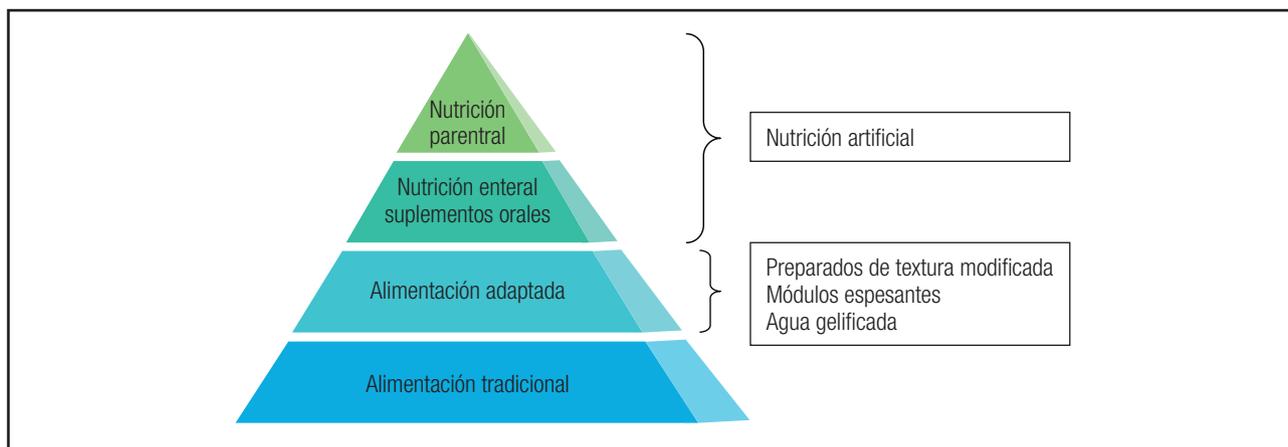
Una dieta puede tener distintas funciones: prevención, curación, promoción de la salud individual y colectiva y de satisfacción y bienestar.

La planificación dietética es una tarea delicada y compleja que requiere de un equipo interprofesional especializado. Las buenas prácticas en la elaboración de comidas en el medio hospitalario no solo hacen referencia a la aplicación de normas higiénico-sanitarias de prevención de riesgos establecidas con carácter obligatorio (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, APPCC) o voluntario (Normas ISO 9000), sino que también hay que tener en cuenta “la norma gastronómica y ser capaces de elaborar el mejor plato posible, con un equilibrio nutricional acorde con la dieta prescrita y con una correcta manipulación gastronómica” (10). En la tabla I puede verse la “receta para el mejor plato posible en el hospital” (10).

En la figura 1 aparece la pirámide de la alimentación hospitalaria (11). En la base se sitúa la alimentación tradicional, considerada la dieta normal por vía oral. Cuando no es suficiente con este paso, puede optarse por modificar las texturas y viscosidades para adaptarse mejor a las circunstancias personales. Si incluso con estos recursos la persona no es capaz de nutrirse correctamente, puede avanzarse un peldaño hacia la nutrición enteral y/o la suplementación oral, y, cuando todo lo anterior no es suficiente, se ha de optar por la nutrición parenteral de manera exclusiva o combinada.

**Tabla I. La receta para el mejor plato posible en el hospital**

|  |
|--|
| <i>Ingredientes:</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Óptima formación del personal</li> <li>– Adecuadas instalaciones</li> <li>– Alimentos de calidad</li> <li>– Buena técnica gastronómica</li> <li>– Reconocimiento profesional</li> <li>– Buen clima laboral</li> </ul>   |
| <i>Aptitud de las personas</i>   |
| <i>Modo de preparación:</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mezclar los seis primeros ingredientes de una manera adecuada, proporcionada y con profesionalidad</li> <li>– Añadir poco a poco la aptitud de las personas</li> <li>– Mezclar con sumo cuidado y decorar con una amplia sonrisa</li> <li>– Al salir, salpicar por encima del cariño de nuestro oficio</li> </ul> |
| <i>Tiempo de cocción:</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– El tiempo necesario para un correcto acabado del plato</li> </ul>   |
| <i>Aparataje:</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las mejores instalaciones posibles</li> </ul>   |
| <i>Utensilios:</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nuestras manos, nuestra mente y mucho corazón</li> </ul>  |



**Figura 1.**

Pirámide de la alimentación hospitalaria.

## MANUAL DE DIETAS HOSPITALARIO

Se denomina *manual de dietas* al “compendio de tratamientos alimentarios o dietas que se establecen en un hospital, y que se presentan en forma escrita y estructurada de acuerdo a un plan previsto” (12).

El manual de dietas hospitalarias es el conjunto de dietas disponibles en un centro hospitalario. Debe ser un documento en constante revisión y actualización para poder adecuarse así a las modificaciones producidas en el propio centro sanitario. Sus principales funciones incluyen:

- Facilitar la información necesaria al personal sanitario para que pueda prescribir correctamente el tratamiento dietético.
- Hacer posible un seguimiento adecuado del plan nutricional previsto.
- Informar al servicio de cocina sobre las previsiones y elaboración ajustada de cada plato diario.

A la hora de diseñar un manual de dietas hay que tener en cuenta una serie de factores:

- Recursos hospitalarios:
  - Número de camas disponibles.
  - Estancia media hospitalaria.
  - Presencia o no de unidad de nutrición.
  - Plantilla disponible.
  - Recursos económicos.
- Recursos organizativos:
  - Organización general.
  - Relaciones interdepartamentales.
  - Tipo de centro: especialidades.
  - Tipo de cocina disponible en el centro: propia, externa, mixta.
  - Sistema de elaboración: línea caliente o tradicional, línea fría.
- Recursos geográficos y culturales:
  - Zona geográfica de ubicación.
  - Procedencia de los pacientes.
  - Disponibilidad de los alimentos.

- Hábitos y costumbres gastronómicas en la zona.
- Recursos nutricionales y gastronómicos:
  - Efectividad terapéutica.
  - Criterios dietéticos: tipo de alimento, ración, tecnología culinaria, etc.
  - Condicionantes gastronómicos: palatabilidad, presentación, temperatura, color, etc.

El manual de dietas de un hospital clasifica las dietas en basales y terapéuticas.

La dieta basal, dieta cero o dieta libre se prescribe a una persona que no requiere ninguna modificación específica de su dieta. El objetivo es mantener un buen estado nutricional y evitar situaciones de riesgo de enfermedad por una inadecuada alimentación. La dieta basal consiste en una dieta variada, completa y equilibrada que incluye todos los grupos de alimentos (Fig. 2) (13) y debe ser un ejemplo a seguir para los pacientes de forma ambulatoria. Si el centro hospitalario tiene planta de hospitalización pediátrica, también debe incluir una dieta basal pediátrica. Esta dieta está dirigida a niños sin ninguna patología asociada que requiera modificaciones en su alimentación y debe cubrir sus necesidades de energía y nutrientes. A la vez, debe educar nutricionalmente y fomentar la adquisición de hábitos alimentarios saludables.

Si la dieta basal es opcional (es decir, si el paciente tiene la posibilidad de elegir entre varios platos propuestos), puede tratarse de un sistema cerrado o abierto (Tabla II).

Es importante que la dieta basal esté perfectamente estructurada, ya que de ella derivan las dietas terapéuticas (14), que se prescriben a una persona que requiere modificaciones en algunos parámetros nutricionales (como el valor energético, el reparto de nutrientes o la cantidad de minerales y/o vitaminas (15) o sensoriales (como cambios de textura, técnicas culinarias y temperatura). Las dietas terapéuticas se planifican a partir de la dieta basal, a través de un proceso que requiere de una importante unificación de platos, lo que significa que debe utilizarse la menor cantidad posible de preparaciones diferentes, aprovechando las que ya existen y solicitando platos nuevos solo cuando no se cumplen



**Figura 2.** Pirámide de la alimentación saludable. Guías alimentarias para la población española. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), 2016.

**Tabla II. Menú opcional**

| Sistema cerrado  | Sistema abierto  |
|--|--|
| Elección entre dos menús completos:<br>– Primer plato<br>– Segundo plato<br>– Postre | Se ofrecen una serie de platos de primeros, segundos y postres para que el paciente confeccione su propio menú combinándolos de acuerdo con sus preferencias y hábitos |

los criterios de la dieta marcada con los ya existentes. De esta manera, se facilita la labor del servicio de cocina/alimentación y se obtiene un mejor resultado de los platos elaborados (12).

Las dietas terapéuticas más frecuentes en los manuales son: progresivas (líquida, semilíquida, semiblanda y de fácil digestión), de textura modificada (triturada, de fácil masticación y disfagia), con control de proteínas, pobres en grasa y colesterol, de patologías intestinales (antirreflujo, protección gástrica y posgastrectomía), controladas en residuos (rica en residuos y astringente), ovolactovegetarianas, etc. (16). Cada dieta del manual debe ir

asociada a un código para nombrarla de manera rápida e inequívoca, que puede ser un código de colores, números, letras, símbolos, combinaciones de los anteriores, etc. (12).

A modo de ejemplo, se presenta parte del código de dietas del antiguo Hospital Virgen del Camino de Pamplona, actualmente integrado en el Complejo Hospitalario de Navarra (Tabla III) (17). En este manual, elaborado por la Sección de Nutrición Clínica y Dietética del hospital, cada dieta está identificada con un código de tres letras o tres números. Los números se suceden de manera similar al incremento nutricional de la dieta (del 1 al 3), y ese dígito se coloca el primero por la izquierda. A continuación, se colocan números o letras que modifican algún aspecto nutricional de la dieta. Estas letras suelen ser la inicial del aspecto que modifica (B corresponde a biliar; D a diabética y A hace referencia a astringente, por ejemplo). En otras ocasiones, los tres dígitos son las letras iniciales de la dieta, con lo que su identificación es muy sencilla (el código CEL corresponde a la dieta celiaca o el código LAX, a la laxante).

Todas las recetas de los platos que forman parte de un código de dietas deben recopilarse en un recetario oficial (18), que debe incluir una ficha de producción específica para cada plato que for-

ma parte del menú hospitalario para poder mantener una calidad constante en los distintos platos y un control sobre la producción y el consumo. La elaboración de este recetario debe realizarse en equipo y deben estar implicados el jefe de cocina, el dietista hospitalario y el gerente del servicio de hostelería (18).

La ficha técnica de cada plato debe incluir: ingredientes, gramajes, número de raciones, proceso de elaboración, calibración de la receta por ración y declaración de alérgenos (19). Los alérgenos de declaración obligatoria son catorce: gluten, crustáceos, huevos, pescado, cacahuetes, soja, lácteos, frutos de cáscara, apio, mostaza, granos de sésamo, dióxido de azufre y sulfitos, moluscos y altramuces.

## CONCLUSIONES

Ante la creciente preocupación por la desnutrición hospitalaria, cabe preguntarse por los motivos que conducen a ella. Por supuesto, en este sentido cobra especial importancia el diseño y la elaboración de las dietas hospitalarias.

**Tabla III. Código de dietas**

| Código | Denominación                                | Código | Denominación                       |
|--------|---|--------|------------------------------------|
| 000    | Dieta basal                                 | S      | Dieta suave                        |
| ODN    | Dieta odontológica o de fácil masticación   | SB     | Dieta suave biliar                 |
| 1L     | Dieta líquida                               | SA     | Dieta suave astringente            |
| 1RX    | Dieta líquida preparación exploraciones     | SFR    | Dieta suave fraccionada            |
| 1D     | Dieta líquida diabética                     | 15S    | Dieta suave diabética              |
| 1FR    | Dieta líquida fraccionada                   | FD     | Dieta de fácil digestión           |
| 1A     | Dieta líquida astringente                   | FDB    | Dieta de fácil digestión biliar    |
| 2      | Dieta semilíquida                           | FDD    | Dieta de fácil digestión diabética |
| 2B     | Dieta semilíquida biliar                    | 3      | Dieta de transición                |
| 2A     | Dieta semilíquida astringente               | 3G     | Dieta de transición gástrica       |
| 2D     | Dieta semilíquida diabética                 | 3B     | Dieta de transición biliar         |
| 2FR    | Dieta semilíquida fraccionada               | 3A     | Dieta de transición astringente    |
| 2RX    | Dieta semilíquida preparación exploraciones | 3FR    | Dieta de transición fraccionada    |
| T      | Dieta triturada                             | 250    | Dieta 2.500 kcal                   |
| TG     | Dieta triturada gástrica                    | P40    | Dieta 40 g proteínas               |
| TB     | Dieta triturada biliar                      | P4D    | Dieta 40 g proteínas diabética     |
| TA     | Dieta triturada astringente                 | P60    | Dieta 60 g proteínas               |
| 15T    | Dieta triturada diabética                   | P6D    | Dieta 60 g proteínas diabética     |
| 150    | Dieta 1.500 kcal                            | HP     | Dieta hiperproteica                |
| 180    | Dieta 1.800 kcal                            | RX     | Dieta preparación exploraciones    |
| 18B    | Dieta 1.800 kcal biliar                     | CEL    | Dieta celiaca                      |
| 18G    | Dieta 1.800 kcal gástrica                   | COL    | Dieta baja en colesterol           |
| 18M    | Dieta 1.800 kcal de fácil masticación       | LAX    | Dieta laxante                      |
| 18A    | Dieta 1.800 kcal astringente                | COM    | Dieta de ingreso                   |
| 200    | Dieta 2.000 kcal                            |        |                                    |

*Nota: todas las dietas pueden pedirse con o sin sal.*

A la hora de planificar la alimentación que va a distribuirse en un centro sanitario, es fundamental tener en cuenta muchos condicionantes que afectarán a dichos platos para conseguir la mejor adecuación posible, y uno de los aspectos fundamentales (y, en ocasiones, más olvidados) es el componente gastronómico de la comida hospitalaria. Parece que estar ingresado en un hospital debe ser obligatoriamente sinónimo de una peor alimentación que en cualquier otra circunstancia, cuando, precisamente por el hecho de padecer cualquier proceso patológico, la correcta nutrición debería formar parte del tratamiento integral recibido. Precisamente en las dietas más restrictivas (que en muchos centros componen un porcentaje importante) es en las que debe hacerse un mayor esfuerzo culinario y sensorial para conseguir que sean gratas a la vista, al olfato y al gusto. Solo cuando se aúna placer con equilibrio nutricional se logra que la alimentación se realice de manera espontánea y satisfactoria. Desde luego, siempre será más natural, agradable y barato utilizar la alimentación tradicional oral que otros sistemas destinados a nutrir, como la alimentación artificial, en los que el componente gastronómico es inexistente.

Asimismo, existen factores relacionados con la alimentación, como la vajilla, la bandeja, los cubiertos, el lugar o la compañía en el momento de las comidas, que también deben ser valorados para mejorar el nivel de ingestas. En todos estos temas, el personal sanitario debe estar vigilante e implicado para saber detectar de manera temprana posibles carencias o inconvenientes con el fin de buscar soluciones.

En definitiva, la comida hospitalaria requiere más que ninguna otra de la colaboración de nutrición y dietética con cocina y alimentación, ya que deben ir encaminadas hacia el mismo fin: la correcta alimentación de los pacientes ingresados de la manera culinaria más agradable posible. Así, en los centros hospitalarios deberían estar trabajando los mejores chefs y cocineros en perfecta armonía con dietistas y profesionales sanitarios, porque, desde luego, es mucho más meritorio hacer buena cocina con restricciones dietéticas que sin ellas, y ese esfuerzo y ese talento deberían ser valorados y reconocidos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr* 2003;22:235-9.
2. Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE). Consenso multidisciplinar sobre el abordaje de la desnutrición hospitalaria en España. Barcelona: Editorial Glosa; 2011.
3. González Molero I, Oliveira Fuster G, Liébana MI, Oliva L, Láinez López M, Muñoz Aguilar A. Influencia de la temperatura en la ingesta de pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2008;23:54-9.
4. Benítez Brito N, Oliva García JG, Delgado Brito I, Pereyra-García Castro F, Suárez Llanos JP, Leyva González FG, et al. Análisis del grado de satisfacción alimentaria percibido por los pacientes en un hospital de tercer nivel. *Nutr Hosp* 2016;33:1361-6.
5. Donini LM, Castellaneta E, de-Guglielmi S, de Felice MR, Savina C, Coletti C, et al. Improvement in the quality of the catering service of a rehabilitation hospital. *Clin Nutr* 2008;17:105-14.
6. Barnes S, Wasielewska A, Raiswell C, Drummond B. Exploring the mealtime experience in residential care settings for older people: an observational study. *Health Soc Care Community* 2013;21(4):442-50.
7. Hartwell HJ, Shepherd PA, Edwards JS, Johns N. What do patients value in the hospital meal experience? *Appetite* 2016;96:293-8.
8. Eide HD, Halvorsen K, Almendingen K. Barriers to nutrition care for undernourished hospitalised older people. *J Clin Nurs* 2014;24:696-706.
9. Naithani S, Whelan K, Thomas J, Gulliford MC, Morgan M. Hospital inpatients' experiences of access to food: a qualitative interview and observational study. *Health Expect* 2008;11(3):294-303.
10. Reina F. Buenas prácticas en la elaboración de comidas en el medio hospitalario. En: Reina F, Frías L, editores. *La cocina hospitalaria*. Vegemat 2006; 5:39-48.
11. Gómez Candela C, Alonso Badarro A. Guía de soporte nutricional en cuidados paliativos. SECPAL; 2015.
12. Muñoz M, Zazpe I. Diseño y planificación de dietas. La planificación dietética hospitalaria. En: Martínez A, Astiasarán I, Muñoz M, Cuervo M, editores. *Alimentación hospitalaria*. 1. Fundamentos. Madrid: Díaz de Santos; 2004. pp. 103-17.
13. SENC. Guías alimentarias para la población española. Disponible en: <http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/guias-alimentarias-senc-2016>
14. Padró Massaguer L, Rigolfas Torras R. Preparación, confección y seguimiento de una prescripción dietética. En: Salas-Salvadó J, Bonada i San Jaume A, Trallero R, Saló i Sola ME, editores. *Nutrición y dietética clínica*. Barcelona: Ediciones Doyma; 2000. pp. 27-33.
15. Oria E, Ruiz de las Heras A, Ibáñez FC, Beriain MJ. Dietas hospitalarias. En: Ibáñez FC, editor. *Nutrición y dietética, de la teoría a la práctica*. Pamplona: Eunate; 2017. pp. 379-89.
16. Cuervo M, Ruiz de las Heras A. *Alimentación Hospitalaria 2. Dietas hospitalarias*. Madrid: Díaz de Santos; 2004.
17. Sección de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Virgen del Camino. Manual de dietas hospitalarias.
18. Araluce MM, Garcés F. Ciclo de alimentos. En: Martínez A, Astiasarán I, Muñoz M, Cuervo M, editores. *Alimentación hospitalaria*. 1. Fundamentos. Madrid: Díaz de Santos; 2004. pp. 17-49.
19. Real Decreto 2220/2004, de 26 de noviembre, por el que se modifica la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, aprobada por el Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio.



# Nutrición Hospitalaria



## Nanotecnología y seguridad alimentaria *Nanotechnology and food safety*

Amaia de Ariño Otxoa

*Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Arkaute, Álava*

### Resumen

La nanotecnología ofrece perspectivas muy interesantes para la industria alimentaria. Su utilización va en aumento debido a las ventajas que ofrecen las propiedades físicas y químicas de los nanomateriales, aunque su seguridad genera preocupación, sobre todo por el limitado conocimiento de sus efectos en la salud humana.

Se ha revisado el estado actual de la nanotecnología, sus principales aplicaciones en el sector agroalimentario, los diferentes tipos de nanomateriales disponibles y su toxicidad, así como su riesgo y la legislación que les afecta.

Se concluye que, con el fin de mantener un elevado nivel de seguridad alimentaria y de protección para la salud de los consumidores y del medioambiente, es preciso evaluar y gestionar adecuadamente los posibles riesgos que plantean estos nuevos tipos de materiales. Es por ello que las nuevas investigaciones deben ir ligadas a estudios de evaluación de riesgo de la aplicación de los nanomateriales en el sector agroalimentario.

#### Palabras clave:

Nanomateriales.  
Riesgos alimentarios.  
Red nano. Toxicidad.

### Abstract

Nanotechnology offers very interesting perspectives for the food industry. Due to the benefits offered by the physical and chemical properties of nanomaterials, the use of these materials is increasing in the food industry. There is concern about the safety of nanomaterials, especially because of the limited knowledge about the effects of these materials on human health.

A review of nanotechnology and its main applications in the food industry is carried out, including the different types of nanomaterials available, their toxicity, the risk assessments performed and the actual legal situation in Europe.

It is concluded that, in order to maintain a high level of food safety and protect the health of consumers and environment, the potential risks of these new materials need to be properly evaluated and managed. Though, the research should be directed to develop risk assessment of the application of nanomaterials in the food industry.

#### Key words:

Nanomaterials. Food risks. Nano network. Toxicity.

#### Correspondencia:

Amaia de Ariño Otxoa. Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Granja Modelo, s/n. 01192 Arkaute, Álava  
e-mail: [adearino@elika.eus](mailto:adearino@elika.eus)

## INTRODUCCIÓN

La nanotecnología es la aplicación de conocimientos científicos para modificar la materia a escala nanométrica ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) con el fin de hacer uso del tamaño y de las propiedades físicas y químicas que adquieren estas partículas. La principal ventaja que ofrece esta técnica surge de las propiedades físicas y químicas específicas de estas partículas de tamaño nanométrico, que difieren de las habituales a mayor escala, como mayores actividades óptica, eléctrica y magnética y una mayor superficie específica de contacto.

La nanotecnología ofrece perspectivas muy interesantes para la medicina, la alimentación, la información, la tecnología y la energía. Concretamente, en el sector agroalimentario esta herramienta posibilita el desarrollo de productos y aplicaciones innovadoras: mejorar los colores, sabores y textura, aumentar la biodisponibilidad de nutrientes, evitar el deterioro microbiano de los alimentos envasados, etc.

Debido a estas propiedades especiales de los nanomateriales, existe preocupación en lo relativo a su seguridad, sobre todo por el aumento de la exposición a estos materiales y el limitado conocimiento sobre sus efectos en la salud humana.

## MÉTODOS

Se ha revisado la situación de la nanotecnología y la de sus principales usos en alimentación, así como los diferentes tipos de nanomateriales disponibles, su toxicidad y evaluación de riesgo y la legislación que se le aplica a estos materiales.

Se ha tomado como principal referencia la información procedente de la red científica para la evaluación de riesgos de las nanotecnologías en los alimentos y piensos. Nano Network, puesta en marcha por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en el año 2010 con el fin de seguir la evolución de estas tecnologías, compartir información y buenas prácticas y armonizar la evaluación de riesgos de los nanomateriales (1).

Igualmente, se han tomado como referencia los diversos dictámenes y evaluaciones de riesgo emitidos por los comités científicos de EFSA, así como informes científicos externos encargados por las autoridades europeas (2,3).

## RESULTADOS

### NANOMATERIALES

Los nanomateriales se definen como los materiales naturales, secundarios o fabricados que contienen partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado, en los que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presenta una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendidos entre 1 nm y 100 nm (4). En función del número de dimensiones que tengan a escala nanométrica, los nanomateriales pueden clasificarse en películas finas (una sola dimensión a

escala nanométrica), nanotubos y nanohilos (dos dimensiones) y nanopartículas (tres dimensiones). Atendiendo a su naturaleza química, los nanomateriales pueden dividirse en tres categorías:

1. *Nanomateriales orgánicos o blandos*. Se utilizan para la encapsulación de ingredientes (vitaminas, antioxidantes, colorantes, aromas, conservantes, nutracéuticos, agentes antimicrobianos, etc.), plaguicidas y medicamentos veterinarios, mejorando así su estabilidad y su biodisponibilidad. Forman micelas, liposomas o nanoesferas, en muchas ocasiones de origen natural, que pueden ser de carácter lipídico, proteico o polisacárido:
  - Lípidos. Son los que más se aplican, ya que pueden ser producidos utilizando ingredientes naturales a escala industrial y tienen la capacidad para encapsular compuestos con diferentes solubilidades.
  - Proteínas. Se construyen las estructuras a partir de moléculas capaces de autoensamblarse, como las caseínas de la leche (micelas naturales autoensambladas con un diámetro de 50 a 500 nm).
  - Polisacáridos. Los más utilizados en aplicaciones farmacéuticas y biomédicas son las pectinas, goma guar o alginatos (de origen vegetal) y el quitosano y sulfato de condroitina (de origen animal).
2. *Nanomateriales inorgánicos o duros*. Se utilizan como combinación de polímeros o incrustados en matrices de polímeros. Pertenecen a esta categoría los nanomateriales de plata, hierro, calcio, magnesio, selenio, dióxido de titanio, óxido de zinc y silicatos. Su principal área de aplicación es en el envasado de alimentos como recubrimiento de superficies, barreras contra gases y contra microorganismos, protección ultravioleta, etc.
3. *Nanomateriales combinados (orgánico/inorgánico)*. Añaden ciertos tipos de funcionalidad a la matriz, como la actividad antimicrobiana o una acción conservante a través de la absorción de oxígeno. Se utilizan en el envasado de alimentos: se incorporan a la matriz de polímero de los envases para ofrecer resistencia mecánica o una barrera contra los olores, los sabores o la humedad. Un ejemplo son las nanoarcillas.

Para poder utilizar un nanomaterial en la industria alimentaria, ha de ser previamente autorizado para una aplicación concreta. Entre los nanomateriales autorizados para su uso en la Unión Europea (UE) se incluyen varios materiales de silicio y plata, carbonato de calcio (E170), arcilla bentonita (E558), nanopolímeros, nanosensores, nanotubos de carbón, pigmentos, nanoemulsión de pesticidas, etc. (4).

La mayoría de los compuestos actualmente autorizados son nanomateriales inorgánicos, mientras que la mayoría de los compuestos que están siendo objeto de estudio son nanomateriales orgánicos, lo que sugiere que los futuros desarrollos irán hacia un incremento de estos últimos.

La nanotecnología ofrece grandes perspectivas para el sector agroalimentario, fundamentalmente en el campo del envasado (envases activos e inteligentes) y en el desarrollo de nuevos productos, como nanoalimentos funcionales o ingredientes micro-

capsulados con liberación controlada. En lo que se refiere a la mejora de los procesos alimentarios, la nanotecnología puede utilizarse en la mejora de muchos procesos, como la gelatinización y la elaboración de emulsiones y de espumas. Finalmente, el desarrollo de biosensores plantea muchas posibilidades en el campo de la calidad y la seguridad alimentaria.

La EFSA encargó la elaboración de un inventario de las aplicaciones actuales y futuras de la nanotecnología en el sector agroalimentario (*Nano Inventory*) (5). Según este inventario, los aditivos alimentarios y los materiales en contacto con los alimentos son las aplicaciones actuales más utilizadas. Respecto a los futuros desarrollos, está trabajándose en el campo de los nanoencapsulados y nanocompuestos en aplicaciones como nuevos alimentos, aditivos para alimentos y piensos, biocidas, pesticidas y materiales en contacto con alimentos.

## TOXICIDAD

Existe poca información sobre las propiedades de los nanomateriales y de su posible toxicidad, ya que las propiedades físicas y químicas de las nanopartículas difieren de las del propio material a mayor escala y su toxicidad no puede extrapolarse.

En el inventario publicado por la EFSA (5) se recopila toda la información toxicológica disponible para cada uno de los nanomateriales identificados y se detallan sus propiedades físico-químicas, el mecanismo de acción, la toxicología aguda y crónica, la citotoxicidad, la genotoxicidad, la mutagenicidad y la carcinogenicidad, siempre y cuando estos datos estén disponibles. La mayor información disponible es de la sílice, del dióxido de titanio y de la plata.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS

La autorización de un nanomaterial para su uso en alimentación debe incluir la evaluación de los posibles riesgos para la salud y para el medioambiente, ya que es preciso evaluar y gestionar adecuadamente los posibles peligros que plantean estos nuevos tipos de materiales.

En el año 2009, el comité científico de la EFSA realizó una evaluación sobre los "riesgos potenciales derivados de las nanotecnologías para la alimentación y los piensos" (2), en la que se concluía que aún existen muchas incertidumbres sobre la seguridad de esta nueva tecnología. El comité consideró que era conveniente llevar a cabo una evaluación individualizada del riesgo para cada aplicación de un nanomaterial, ya que se precisa información sobre la bioacumulación, los posibles efectos tóxicos de la inhalación o ingestión de nanopartículas acumuladas y las repercusiones a largo plazo en la salud pública.

Posteriormente, el comité científico de la EFSA publicó una "Guía para la evaluación de riesgos derivados de la aplicación de la nanociencia y las nanotecnologías en los alimentos y piensos" (3). Esta guía especifica la información que debe facilitarse para evaluar la exposición a los nanomateriales e indica las incerti-

dumbres que deben considerarse para realizar una evaluación de riesgos.

En el inventario elaborado por encargo de la EFSA (5) se detallan las evaluaciones de riesgo realizadas por diferentes organizaciones sobre aplicaciones específicas de los nanomateriales en alimentación. El volumen de trabajos de evaluación del riesgo llevados a cabo es muy limitado y la principal incertidumbre suele ser el nivel de datos de exposición en humanos.

## NORMATIVA APLICABLE

Las referencias a la nanotecnología y a los nanomateriales en la normativa europea son escasas, por lo que por el momento existe poca base legal al respecto.

El Reglamento (UE) 10/2011 sobre materiales en contacto con alimentos especifica que "las sustancias en nanoforma solo se usarán si han sido autorizadas" (6).

Por otro lado, el Reglamento (UE) 2015/2283 relativo a los nuevos alimentos (*novel foods*) establece que "a fin de garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y de los intereses de los consumidores, todo alimento que contenga o consista en nanomateriales artificiales debe ser considerado un nuevo alimento" (7).

En el año 2008, la Comisión Europea emitió una comunicación sobre "Aspectos reglamentarios de los nanomateriales" (8) en la que concluía que la normativa vigente abarcaba los riesgos potenciales para la salud, la seguridad y el medioambiente relacionados con los nanomateriales. No obstante, advertía de que el término "nanomateriales" no figuraba de manera específica en la legislación y recomendaba su inclusión, por lo que posteriormente se definió legalmente el término "nanomaterial" (Comisión Europea, 2011) y, más adelante, el de "nanomaterial artificial" (Reglamento 1169/2011).

Por último, el Reglamento (UE) 1169/2011 (9) sobre la información alimentaria facilitada al consumidor establece que "todos los ingredientes presentes en la forma de nanomateriales artificiales deberán indicarse claramente en la lista de ingredientes. Los nombres de dichos ingredientes deberán ir seguidos de la palabra 'nano' entre paréntesis".

## CONCLUSIONES

Cada vez son más las aplicaciones de la nanotecnología descritas para la industria alimentaria y la previsión es que sus usos vayan en aumento debido a las ventajas que ofrecen las propiedades de estos materiales. Debido precisamente a estas propiedades especiales de los nanomateriales, existe preocupación acerca de su seguridad, sobre todo por el limitado conocimiento sobre los efectos de estos materiales en la salud humana y por que la exposición vaya en aumento.

Con el fin de mantener un elevado nivel de seguridad alimentaria y de protección para la salud de los consumidores y del medioambiente, es preciso evaluar y gestionar adecuadamente

los posibles riesgos que plantean estos nuevos tipos de materiales. Las nuevas investigaciones deben ir ligadas a estudios de evaluación de riesgo de la aplicación de los nanomateriales en el sector agroalimentario.

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. EFSA. Network for Risk Assessment of Nanotechnologies in Food and Feed (Nano network). 2010.
2. EFSA. Scientific Opinion of the Scientific Committee: The Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food and Feed Safety. EFSA Journal 2009;958: 1-39.
3. EFSA. Guidance for risk assessment of engineered nanomaterials. EFSA Journal 2011;9(5):2140.
4. Comisión Europea. Recomendación de la Comisión 2011/696/EU, de 18 de octubre de 2011, relativa a la definición de nanomaterial.
5. RIKILT and JRC. External Scientific Report: Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector. EFSA supporting publication 2014;EN-621:125.
6. Reglamento (UE) 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
7. Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, relativo a los nuevos alimentos.
8. Comisión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo y al Comité Económico y Social Europeo sobre aspectos reglamentarios de los nanomateriales. COM (2008) 366.
9. Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.



## Sistemas de encapsulación y liberación controlada basados en el uso de puertas moleculares

### *Encapsulation and controlled delivery systems based on molecular gates*

María Ruiz-Rico, Édgar Pérez-Esteve, Ana Fuentes y José Manuel Barat

*Grupo de Investigación e Innovación Alimentaria. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia*

### Resumen

Las partículas mesoporosas de sílice (PMS) son estructuras de dióxido de silicio organizadas de manera que se crean poros entre 2 y 50 nm. El alto volumen de poros y su superficie interna, convierten a las PMS en excelentes soportes para la encapsulación de moléculas bioactivas. Además, la posibilidad de incluir moléculas con función de puerta molecular en su superficie externa permite el diseño de sistemas inteligentes de liberación. Las PMS con puerta molecular muestran “liberación cero” de la molécula encapsulada, pero tras la aplicación de un estímulo externo específico son capaces de liberar su carga como respuesta específica a dicho estímulo.

En este artículo se describen las características de las PMS usadas en la encapsulación de compuestos bioactivos, las puertas moleculares más importantes para crear sistemas de liberación controlada y ejemplos de aplicación de PMS para la encapsulación de ingredientes alimenticios y nutracéuticos. Estas aplicaciones incluyen la modulación de la bioaccesibilidad de ingredientes alimenticios o nutracéuticos, así como la protección de su estabilidad frente a la degradación por agentes externos.

#### Palabras clave:

Encapsulación.  
Liberación controlada. Soportes mesoporosos de sílice. Nutrición.

### Abstract

Mesoporous silica particles (MSP) are structures of silicon dioxide arranged so that they are able to create pores between 2 and 50 nm. The high volume of pores and the internal surface of the MSP make them excellent supports for the encapsulation of bioactive molecules. In addition, the possibility of including molecules acting as molecular gate onto their outer surface allows the design of smart delivery systems. Gated-MSP show “zero release” of the encapsulated molecule, but after the application of a specific external stimulus, the cargo is released as a specific response to the stimulus.

This article describes the features of the MSP used in the encapsulation of bioactive compounds, the most important molecular gates to create controlled release systems, as well as examples of application of MSP for the encapsulation and controlled release of food ingredients and nutraceuticals. These applications include the modulation of the bioaccessibility of food ingredients or nutraceuticals as well as the protection of their stability against external agents degradation.

#### Key words:

Encapsulation.  
Controlled release.  
Mesoporous silica supports. Nutrition.

Ruiz-Rico M, Pérez-Esteve E, Fuentes A, Barat JM. Sistemas de encapsulación y liberación controlada basados en el uso de puertas moleculares. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):150-154

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2142>

#### Correspondencia:

José Manuel Barat Baviera. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia  
e-mail: [jmbarat@tal.upv.es](mailto:jmbarat@tal.upv.es)

## ENCAPSULACIÓN Y SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN NUTRICIÓN HUMANA

La salud está convirtiéndose en un valor personal y social cada vez más importante. Las personas son cada vez más conscientes de la importancia de una nutrición y una actividad física adecuadas frente a las categorizadas como enfermedades relacionadas con la civilización.

En este contexto, la aparición de alimentos funcionales ha abierto nuevas esperanzas para los consumidores, que entienden que sus opciones alimentarias pueden tener consecuencias para su salud, y para la industria alimentaria, que ve en los alimentos funcionales una estrategia para mejorar sus ventas en la actual recesión económica. Sin embargo, la preparación industrial de formulaciones de alimentos que contengan ingredientes funcionales eficaces después de la ingestión y de la digestión no es obvia. Por un lado, la mayoría de los estudios científicos que se ocupan de la evaluación de la funcionalidad de los ingredientes alimentarios se ha realizado *in vitro*, excluyendo así el estudio de los cambios de potenciales compuestos activos durante el procesamiento, el almacenamiento, la ingestión y la interacción con la microflora intestinal. Por otra parte, la manipulación de ciertos componentes bioactivos es muy complicada debido a la falta de compatibilidad con la matriz alimenticia en cuanto a solubilidad, degradación y propiedades sensoriales. En este escenario, la encapsulación, definida como un proceso para atrapar agentes activos dentro de un material portador, es una herramienta útil para mejorar la incorporación de moléculas bioactivas en alimentos superando las limitaciones comentadas.

Los sistemas de encapsulación usados en la industria alimentaria se han basado tradicionalmente en carbohidratos, proteínas o lípidos. Los sistemas clásicos de encapsulación son adecuados para muchas aplicaciones de la industria alimentaria, ya que son biocompatibles, biodegradables y poseen un alto potencial de modificación para lograr las propiedades requeridas. Sin embargo, el principal problema de estos sistemas orgánicos de encapsulación es la baja estabilidad del soporte durante el procesado y el almacenamiento de los alimentos, la limitada capacidad para controlar la velocidad y el sitio de liberación de la carga y la baja capacidad de protección de la sustancia encapsulada a lo largo del procesado del alimento y durante su paso por el tracto gastrointestinal.

Por el contrario, con el rápido desarrollo de la nanotecnología, sistemas de encapsulación nuevos y alternativos, como las partículas mesoporosas de sílice (PMS), están emergiendo con fuerza. Estos soportes basados en partículas mesoporosas de sílice funcionalizadas con moléculas orgánicas que actúan como puerta molecular permiten la liberación de la molécula cargada en un sitio de acción particular del tracto digestivo. Este hecho favorece la absorción de los compuestos bioactivos en su forma nativa, lo que evita problemas relacionados con la inestabilidad o con propiedades sensoriales desagradables.

## PROPIEDADES DE LAS PMS QUE LAS CONVIERTEN EN CANDIDATAS IDEALES PARA LA PREPARACIÓN DE SISTEMAS DE ENCAPSULACIÓN DE INGREDIENTES Y NUTRACÉUTICOS

Las partículas mesoporosas de sílice presentan unas propiedades fisicoquímicas que permiten su uso como soportes para la encapsulación y liberación de ingredientes alimenticios y nutracéuticos. En primer lugar, las PMS exhiben un gran número de mesoporos (con un tamaño de poro de entre 2 y 10 nm), lo que supone un gran volumen de poro (0,6-1 cm<sup>3</sup>/g) que permite cargar los soportes con una molécula de interés, y un área superficial específica elevada (700-1.000 m<sup>2</sup>/g), que permite que los soportes puedan ser funcionalizados con diferentes grupos orgánicos. En particular, la funcionalización de las superficies externas de las PMS con moléculas orgánicas, que actúan como puertas moleculares, ya que cambian su conformación en función de factores ambientales (pH, enzimas, tensioactivos, etc.), permite el desarrollo de PMS cerradas que muestran "liberación cero", pero que son capaces de liberar su carga bajo el estímulo adecuado (1). Estas características únicas de las PMS las convierten en excelentes candidatas para diseñar nuevos sistemas inteligentes de liberación en alimentos capaces de preservar las propiedades funcionales de las moléculas encapsuladas, así como de modular su bioaccesibilidad durante la producción, almacenamiento o digestión de los alimentos.

Las "puertas moleculares" se definen como las moléculas orgánicas inmovilizadas en la superficie de las PMS con el objetivo de controlar el transporte de masa de una molécula encapsulada en sus poros en función de un estímulo externo particular que puede controlar el estado de la puerta (cerrada o abierta) *ad lib* (1). Por tanto, las PMS funcionalizadas con puertas moleculares se basan en el uso de un soporte inorgánico que actúa como un nanorrecipiente (para cargar la molécula de interés) y una molécula "tipo puerta" capaz de abrirse o cerrarse tras la aplicación de ciertos estímulos externos (Fig. 1). La elección de ambos componentes, del soporte y de la puerta molecular son determinantes para conseguir una liberación controlada del material híbrido adecuado a la aplicación investigada.



**Figura 1.**

Representación gráfica de un sistema inteligente de liberación controlada formado por un soporte inorgánico (PMS) (morado) y una molécula orgánica anclada a la superficie del soporte que actúa como puerta molecular (amarillo).

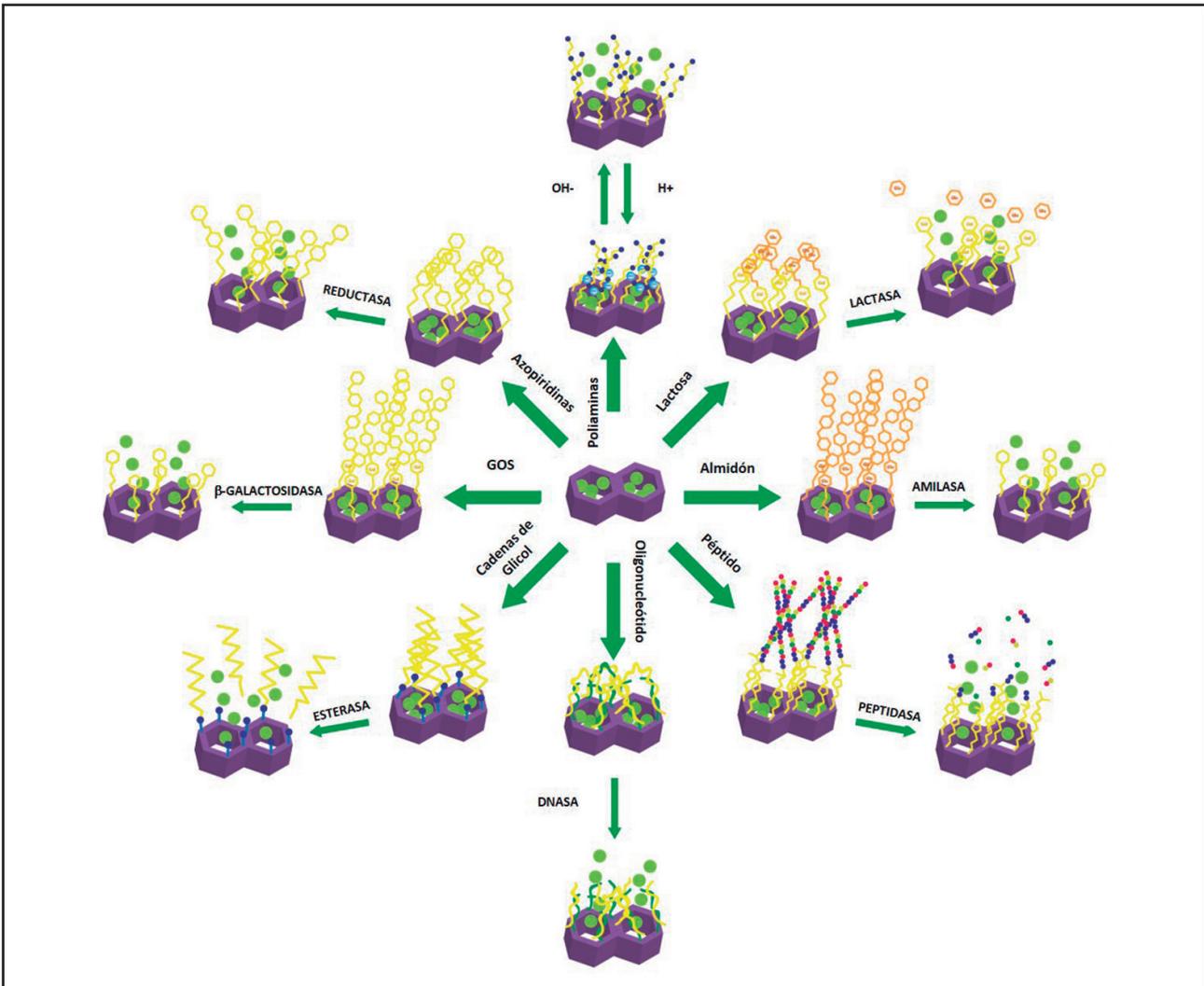
Las PMS están compuestas por óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), un componente químico “generalmente reconocido como seguro”, lo que garantiza su biocompatibilidad tanto a nivel celular como con los animales superiores. Además de la biocompatibilidad, su composición inorgánica favorece la estabilidad frente a los ataques químicos, biológicos y térmicos que se producen a lo largo de la cadena alimentaria y el proceso digestivo (2). Debido a esta característica, los PMS tienen una ventaja significativa en comparación con la mayoría de los sistemas de encapsulación orgánicos.

Otras características muy importantes a destacar de estos soportes son la capacidad de las PMS de proteger su carga frente a la degradación producida por agentes externos que tienen lugar durante el procesado y el almacenamiento de los alimentos (3,4), así como la compatibilidad de las PMS con las matrices alimentarias, ya que la incorporación de estos soportes a alimentos o bebidas no causa efectos adversos sobre la apariencia del producto, el sabor, la textura, la sensación en la boca o su vida útil (5,6).

### ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE PMS CON PUERTA MOLECULAR QUE RESPONDAN A ESTÍMULOS DIGESTIVOS

La investigación de las estrategias para desarrollar PMS funcionalizadas con puerta molecular que respondan a estímulos digestivos se ha centrado principalmente en el diseño de sistemas híbridos que respondan a cambios de pH o del potencial redox o a la presencia de enzimas digestivas o surfactantes, como las sales biliares (Fig. 2) (7). La estrategia más simple para desarrollar PMS con puerta molecular dependientes de estímulos digestivos se basa en el diseño de un sistema híbrido que responda a los cambios de pH que tienen lugar a lo largo del tracto gastrointestinal.

En el estómago, los jugos gástricos proporcionan un ambiente extremo caracterizado por un medio muy ácido (pH = 1-2). En el intestino delgado, el pH aumenta gradualmente, pasando de 5,7 a 6,2 en el duodeno y a 7,3-7,7 en el íleon. Teniendo esto en



**Figura 2.** Estrategias en investigación para desarrollar PMS funcionalizadas con puerta molecular que respondan a estímulos digestivos.

cuenta, se llevó a cabo el diseño de la primera puerta molecular dependiente de pH mediante inmovilización de poliaminas sobre la superficie externa de PMS. El mecanismo de apertura-cierre se basó en los procesos de protonación-desprotonación de las poliaminas en función del pH: con un pH ácido, las repulsiones *coulombianas* entre los grupos aminoprotonados impiden el acceso de los poros (puerta cerrada); con un pH neutro, la interacción de las aminas a través de grupos terminales no protonados permite la apertura de los poros (8). En la siguiente fase, se usó este sistema híbrido para controlar la administración de vitamina B<sub>2</sub> en función de los cambios de pH que imitaban diferentes jugos gastrointestinales. En las condiciones simuladas del estómago (pH = 2), la puerta molecular se mantenía cerrada, impidiendo la liberación de la vitamina, pero bajo las condiciones del intestino (pH = 7) la puerta se abría, permitiendo una liberación sostenida y controlada (9).

Otra estrategia desarrollada se basa en el uso de algunas enzimas presentes a lo largo del tracto gastrointestinal ( $\alpha$ -amilasas, lipasas, carboxipeptidasas, esterasas, peptidasas, desoxirribonucleasas, etc.) para activar la liberación de una molécula encapsulada en el sitio de absorción del tracto gastrointestinal debido a la localización selectiva de dichas enzimas (estómago, borde de cepillo, colon, etc.). Como ejemplo de este tipo de estímulo digestivo, se desarrolló un sistema híbrido de PMS funcionalizadas con lactosa a través de un derivado alcoxisilano dependiente de la presencia de enzimas digestivas (sacarasas) en el medio (10). La simulación de las condiciones de la digestión mostró que la liberación de la carga en ausencia de la enzima era despreciable debido a la formación de una densa capa de lactosa unida por puentes de hidrógeno alrededor de los poros de las PMS. Sin embargo, en presencia de la enzima galactosidasa se producía la hidrólisis de los enlaces de la lactosa, lo que permite la liberación de la molécula encapsulada (10).

## APLICACIÓN DE PMS PARA CONTROLAR LA LIBERACIÓN DE INGREDIENTES Y NUTRACÉUTICOS

Una vez descritos los principales sistemas inteligentes de liberación basados en PMS con puerta molecular, en esta sección se describen algunas de las aplicaciones recientes de PMS funcionalizadas para la encapsulación de ingredientes y nutraceuticos como las vitaminas.

Las vitaminas son uno de los compuestos bioactivos más inestables frente a la degradación por agentes ambientales, por lo que el uso de PMS para su encapsulación es una de las áreas con más ejemplos de aplicación. Uno de los trabajos más extensos en el campo de la encapsulación de las vitaminas usando PMS está siendo la encapsulación de folatos.

Los folatos (vitamina B<sub>9</sub>) son esenciales para numerosas funciones corporales (como la síntesis y reparación de ADN, la división celular normal, el mantenimiento de la homeostasis, la prevención de la anemia o el correcto desarrollo fetal) y existen en una gran variedad de alimentos, entre los que se incluyen

frutas, legumbres, verduras de hoja verde, cereales y productos cárnicos y lácteos fermentados. Sin embargo, los folatos son sensibles a agentes ambientales como la temperatura, la presión y la exposición a la luz, por lo que se degradan fácilmente durante el procesamiento y digestión de los alimentos, lo que conduce, por tanto, a la aparición de deficiencias de folatos en la población, por lo que se ha tendido a la fortificación de alimentos o a la suplementación dietética con ácido fólico. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que una alta concentración de ácido fólico no metabolizado en sangre podría producir efectos secundarios sobre la salud, por lo que es fundamental controlar la cantidad que se ingiere. Resulta esencial controlar la ingesta de ácido fólico y modular su biodisponibilidad mediante el control de su bioaccesibilidad a lo largo del tracto gastrointestinal para mantener los efectos positivos de la fortificación o suplementación para prevenir problemas relacionados con la exposición masiva.

Teniendo en cuenta la importancia de la protección y dosificación del ácido fólico y los folatos, el diseño de sistemas inteligentes de liberación para encapsular, transportar y dosificar la vitamina en el intestino delgado de manera sostenible a lo largo del tiempo es un reto para la ciencia actual de la nutrición. Un sistema de liberación inteligente adecuado para la encapsulación del ácido fólico debería ser capaz de encapsular gran cantidad de vitamina, protegerla de la degradación, impedir su liberación durante su paso a través del estómago y liberar la vitamina gradualmente durante su paso a través del intestino. En esta línea, Pérez-Esteve y cols. han estado trabajando en la encapsulación de ácido fólico desde diferentes enfoques: el diseño de un sistema de encapsulación capaz de controlar la liberación de la vitamina tras llegar al intestino delgado, la mejora de la eficiencia de cargado de ácido fólico en PMS, el estudio de la estabilidad de la vitamina encapsulada y la evaluación de la influencia de la incorporación de PMS cargadas con ácido fólico en alimentos modelo.

En primer lugar, se llevó a cabo la encapsulación del ácido fólico usando como soporte inorgánico micropartículas de sílice MCM-41 y la poliamina N1-(3-trimetoxisililpropil) dietilentriamina como puerta molecular dependiente de los cambios de pH del tracto gastrointestinal (11). Los resultados de la simulación de la digestión confirmaron que no se producía liberación de la vitamina durante su paso por el estómago, mientras que la presencia de fluido intestinal simulado producía una liberación progresiva de la vitamina. Con este sistema de liberación inteligente, se consiguieron liberar 95  $\mu$ g de ácido fólico por mg de PMS tras la digestión simulada, lo que supone que, con la ingesta de tan solo 4 mg aproximadamente del sistema de encapsulación, se alcanzaría la ingesta dietética recomendada para la mujer embarazada (600  $\mu$ g/día de folatos o 360  $\mu$ g/día de ácido fólico sintético).

Una vez desarrollado el sistema de encapsulación se procedió a optimizar el cargado del ácido fólico en las PMS. Las condiciones de síntesis de las PMS permiten obtener soportes de sílice con diversos tamaños de partícula, forma y estructura porosa, por lo que se llevó a cabo el estudio, la comparación de la eficiencia de carga y la cinética de liberación de la vitamina desde cuatro soportes de sílice diferentes (MCM-41, SBA-15, UVM-7 y partículas huecas de sílice) (12). En todos los casos, la puerta molecular

(poliaminas) fue capaz de impedir la liberación del ácido fólico a pH ácido (estómago), mientras que la liberación se producía a pH neutro (condiciones del intestino delgado). El análisis de la cinética de liberación de los diversos soportes de sílice cargados reveló que el soporte MCM-41 era la PMS con un perfil de liberación más sostenido y, por tanto, era el más adecuado para modular la bioaccesibilidad del ácido fólico. Además, los ensayos de viabilidad celular realizados en este estudio mostraron que la exposición al ácido fólico encapsulado no afectaba significativamente la viabilidad celular tras 24 horas de tratamiento con los cuatro soportes en un rango de concentración de hasta 200 µg/mL.

Por otra parte, se procedió a evaluar la estabilidad de los folatos y del ácido fólico encapsulados en PMS frente a la exposición al pH, a la luz y a la temperatura en comparación con la vitamina libre. Para ello, se llevaron a cabo ensayos de estabilidad de la vitamina libre y encapsulada tanto en disolución acuosa como en zumos de frutas. Los resultados revelaron que el ácido fólico encapsulado tenía mayor estabilidad tras la exposición a alta temperatura y a las luces visible y ultravioleta, lo que confirma el efecto protector del soporte de sílice mesoporoso (3,4).

Una vez establecidas las características del sistema de encapsulación de ácido fólico basado en PMS, puede afirmarse que este sistema es una alternativa excelente a la suplementación tradicional de esta vitamina, así como a la formulación de alimentos funcionales. Por ello, se llevó a cabo el estudio de la influencia de la adición de PMS sobre las propiedades fisicoquímicas de un alimento modelo mediante la preparación de un nuevo alimento funcional; en concreto, yogur batido enriquecido con ácido fólico encapsulado en PMS con puerta molecular dependiente de cambios de pH (6). En primer lugar, se llevó a cabo el estudio del perfil de liberación del ácido fólico encapsulado para establecer la bioaccesibilidad de la vitamina en el tracto gastrointestinal. Los resultados de la digestión *in vitro* mostraron que el sistema de encapsulación era capaz de inhibir la liberación de ácido fólico tanto en el yogur (pH 4) como en condiciones simuladas de estómago (pH 2), así como de liberar la vitamina de forma controlada a pH neutro (intestino) y modular su bioaccesibilidad. Además, se evaluó la influencia de la adición del ácido fólico encapsulado sobre las propiedades fisicoquímicas y la viabilidad bacteriana del yogur enriquecido durante el almacenamiento en refrigeración (21 días). Los resultados de estos ensayos revelaron que el enriquecimiento con el soporte de encapsulación no alteró las propiedades fisicoquímicas del yogur (pH, color, sinéresis y reología) ni causó ningún efecto sobre la viabilidad de las bacterias lácticas (6).

## CONCLUSIONES

La encapsulación de ingredientes y nutracéuticos en partículas mesoporosas de sílice tiene el potencial de resolver algunas de las demandas de la industria alimentaria. El diseño de sistemas de liberación inteligentes basados en la combinación de un soporte inorgánico (PMS) y de una molécula orgánica que actúa como

puerta molecular puede permitir el desarrollo de nuevos alimentos funcionales o sistemas de administración oral capaces de responder a un estímulo que ocurre de forma natural en el tracto gastrointestinal.

Tal y como se ha descrito en esta revisión, los sistemas de encapsulación basados en PMS que se han desarrollado en los últimos años han demostrado que son capaces de mejorar la biodisponibilidad de moléculas bioactivas, proteger la molécula encapsulada frente a la degradación durante el procesado, el almacenamiento y la digestión, enmascarar ciertas propiedades organolépticas no deseadas de la molécula o mejorar su compatibilidad con las matrices alimentarias. Sin embargo, la incorporación de estos soportes de encapsulación en los alimentos todavía es incierta, ya que no existen conocimientos suficientes sobre su potencial toxicidad, a lo que hay que añadir la falta de regulación sobre su uso como aditivos o ingredientes alimenticios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aznar E, Oroval M, Pascual L, Murguía JR, Martínez-Máñez R, Sancenón F. Gated materials for on-command release of guest molecules. *Chemical Reviews* 2016;116(2):561-718.
2. Pérez-Esteve É, Ruiz-Rico M, de la Torre C, Llorca E, Sancenón F, Amorós P, et al. Stability of different mesoporous silica particles during an *in vitro* digestion. *Microporous and Mesoporous Materials* 2016;230:196-207.
3. Ruiz-Rico M, Daubenschütz H, Pérez-Esteve É, Marcos MD, Amorós P, Martínez-Máñez R, et al. Protective effect of mesoporous silica particles on encapsulated folates. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 2016;105:9-17.
4. Ruiz-Rico M, Pérez-Esteve É, Lerma-García MJ, Marcos MD, Martínez-Máñez R, Barat JM. Protection of folic acid through encapsulation in mesoporous silica particles included in fruit juices. *Food Chemistry* 2017;218:471-8.
5. Pérez-Esteve É, Oliver L, García L, Nieuwland M, de Jongh HH, Martínez-Máñez R, et al. Incorporation of mesoporous silica particles in gelatine gels: Effect of particle type and surface modification on physical properties. *Langmuir* 2014;30(23):6970-9.
6. Pérez-Esteve É, Ruiz-Rico M, Fuentes A, Marcos MD, Sancenón F, Martínez-Máñez R, et al. Enrichment of stirred yoghurts with folic acid encapsulated in pH-responsive mesoporous silica particles: Bioaccessibility modulation and physico-chemical characterization. *LWT- Food Science and Technology* 2016;72:351-60.
7. Pérez-Esteve É, Ruiz-Rico M, Martínez-Máñez R, Barat JM. Mesoporous silica-based supports for the controlled and targeted release of bioactive molecules in the gastrointestinal tract. *Journal of Food Science* 2015;80(11):E2504-16.
8. Casasús R, Marcos MD, Martínez-Máñez R, Ros-Lis JV, Soto J, Villaescusa LA, et al. Toward the development of ionically controlled nanoscopic molecular gates. *Journal of the American Chemical Society* 2004;126(28):8612-3.
9. Bernardos A, Aznar E, Coll C, Martínez-Máñez R, Barat JM, Marcos MD, et al. Controlled release of vitamin B2 using mesoporous materials functionalized with amine-bearing gate-like scaffolds. *Journal of Controlled Release* 2008;131(3):181-9.
10. Bernardos A, Aznar E, Marcos MD, Martínez-Máñez R, Sancenón F, Soto J, et al. Enzyme-responsive controlled release using mesoporous silica supports capped with lactose. *Angewandte Chemie* 2009;121(32):5998-6001.
11. Pérez-Esteve É, Fuentes A, Coll C, Acosta C, Bernardos A, Amorós P, et al. Modulation of folic acid bioaccessibility by encapsulation in pH-responsive gated mesoporous silica particles. *Microporous & Mesoporous Materials* 2015;15:124-32.
12. Pérez-Esteve É, Ruiz-Rico M, de la Torre C, Villaescusa LA, Sancenón F, Marcos MD, et al. Encapsulation of folic acid in different silica porous supports: a comparative study. *Food Chemistry* 2016;196:66-75.



## Overview on the safety of commercial products containing metallic nanoparticles in the food sector

### *Seguridad de los productos comerciales que contienen nanopartículas metálicas en el sector alimentario*

Sandra Rainieri, Maider Olasagasti and Alejandro Barranco

AZTI, Food Research Division. Parque Tecnológico de Vizcaya. Derio, Vizcaya. Spain

### Abstract

The objective of this work was to highlight the importance of testing in a realistic way, metallic nanoparticles-based products, used in the food sector in order to provide representative data for a realistic and accurate risk assessment. To this end we give a brief overview of the current use and applications of metallic nanoparticles in the food industry, how the toxicological evaluations of nanoparticles in food should be performed and how nanoparticles-based products are regulated worldwide.

#### Key words:

Nanoparticles. Food.  
Toxicity.

This brief overview work provides a picture of the latest issues on the safety evaluation of metallic nanoparticles in the food sector and identifies also some major points that are important to take into consideration for future studies.

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue resaltar la importancia de analizar de forma realista los productos que contienen nanopartículas metálicas utilizados en el sector alimentario a fin de proporcionar datos representativos para una evaluación de riesgos realista y precisa. Con este fin, presentamos una breve descripción del uso y de las aplicaciones actuales de las nanopartículas metálicas en la industria alimentaria, cómo deben realizarse sus evaluaciones toxicológicas en los alimentos y cómo están regulados los productos de nanopartículas a nivel internacional.

#### Palabras clave:

Nanopartículas.  
Alimentos. Toxicidad.

Este breve trabajo general proporciona una visión de los problemas más actuales sobre la evaluación de la seguridad de las nanopartículas metálicas en el sector alimentario e identifica también algunos puntos importantes a tener en cuenta para futuros estudios.

Rainieri S, Olasagasti M, Barranco A. Overview on the safety of commercial products containing metallic nanoparticles in the food sector. *Nutr Hosp* 2018;35(N.º Extra. 4):155-158

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2143>

#### Correspondence:

Sandra Rainieri. AZTI, Food Research Division. Parque Tecnológico de Vizcaya. Astondo Bidea, edificio 609. 48160 Derio, Vizcaya. Spain  
e-mail: [srainieri@azti.es](mailto:srainieri@azti.es)

## INTRODUCTION

---

A high number of studies on the application of nanotechnology to the food sector have been performed over the past decade (1). The great benefits that these technologies have generated, or have the potential to generate, have been established and at the same time concern for their safety has been considered. Similarly to the case of genetically modified organisms, food products based on nanoparticles have not encountered a wide acceptance by the consumers.

In terms of safety there is a difference between biocompatible/biodegradable nanoparticles and persistent/inorganic ones, such as for example metallic nanoparticles. The latter, in fact, can easily accumulate in the human body causing serious health problems. Nevertheless, even in the case of nanoparticles developed using natural biodegradable substances, such as lipid nanoparticles for example, there is no certainty that they will be totally harmless as they might not maintain their original structure over time or once they are ingested (2). Moreover, an increased bioavailability of bioactive substances, which is a successful application of nanotechnology, might end up being toxic. To date only a very few number of studies have been carried out to test the safety of such type of nanoparticles (3).

Most of the investigations carried out on the safety of nanoparticles so far have been performed on standard molecules, specifically developed at laboratory level and/or on developing products. Those studies are very important as they allow the safe design of nanoparticles for consumer products. However, in the past few years it has become clear that the toxicological characterization of nanoparticles is indeed a complex matter. Due to the changeable and complex nature of these compounds, the effect produced on living organisms can vary in time and depending on the exposure conditions. For this reason, their properties and effect should be tested in a variety of conditions of use.

In this context the present work has the objective of highlighting the importance of testing in a realistic way nanoparticles based-products in order to provide representative data for a realistic and accurate risk assessment of these novel entities. This objective will be reached by presenting a brief overview of the current use and applications of metallic nanoparticles in the food industry and on how the toxicological evaluations of nanoparticles in food should be performed according to the most recent research results. Regulatory aspects will also be overviewed to provide an exhaustive picture of the latest issues on the safety evaluation of metallic nanoparticles in the food sector.

## TYPE OF METALLIC NANOPARTICLES EMPLOYED AND STUDIED IN THE FOOD SECTOR

---

The majority of metallic nanoparticles used in the food sector are silver (Ag) and Titanium (as titanium dioxide, TiO<sub>2</sub>). Silver is considered one of the most potent antiseptics, in Europe it is

authorized as a food additive (E174) and its use as nanoparticle in the food industry is exploiting the increased antiseptic capability of its nano-size. At nano-size it is mainly used in the development of active food contact materials with antimicrobial properties or in the coating of food related utensils (4). Colloidal nanosilver is also produced as food supplement. This type of product is marketed mainly in the internet and is sold as a disinfectant of the human digestive tract. However, such claim has not been sustained by any experimental result, additionally, risk-benefit analysis data are currently not available (5).

Titanium is employed mainly as TiO<sub>2</sub> as a whitening pigment due to its high refractive index and resistance to discoloration. In the food sector it is employed as an additive in candies, sweets and chewing gums, white icing and chocolate, among others, and it is indicated as E171. Besides being used directly at the nano-size, TiO<sub>2</sub> used at the micro size may release a small percentage of nanoscale particles (6).

## TOXICITY STUDIES

---

### TOXIC EFFECTS OF METALLIC NANOPARTICLES AND MODE OF ACTION

The small size of nanoparticles might alter the physicochemical properties of a compound with respect to its bulk form. Nanoparticles in fact present an increased surface-to-volume ratio that leads to a stronger chemical reactivity in comparison to the bulk form. Depending on the size, particles can overcome physiological barriers and enter cells or tissues damaging them. Inflammation, immunological reactions, and production of oxidative stress are the major effects of nanoparticles exposure (see for example the work of De Matteis) (6). The toxicity of metallic nanoparticles is also due to the release of ions. As a matter of fact, there is a controversy in the literature concerning which of the two characteristics (size or ion release) is the real responsible for the toxicity of nanoparticles (5). Considering the studies performed so far it is very likely that both mechanisms are involved in the induction of toxic effects. Several works, in the case of colloidal nanosilver, have also reported the progressive release of ions from the bulk form establishing a so called Trojan horse effect of metallic nanoparticles (see for example Park *et al.* [8] and Bömert *et al.* [9]).

One of the most important finding of nanotoxicological studies has been the understanding that the effect produced by nanoparticles greatly depend on the prevailing chemical conditions present at the moment of testing. The physicochemical properties of nanoparticles can in fact change depending on the pH, the temperature, the presence of organic substances (5,9). This fact, on the one hand, justifies the controversial results obtained in the different nanotoxicological studies performed in the last decade; and on the other hand, has pushed the regulatory bodies in advising the performance of a physicochemical characterization of the compounds in different moments of the toxicity test as it will be shown further on.

## TOXICOLOGY TESTING AND RISK ASSESSMENT PROCEDURES

Early toxicological studies on nanoparticles were performed using standard toxicological methods. However, due to the influence of the physicochemical characteristics of nanoparticles on their toxic effects, a full characterization considering parameters such as size, morphology, distribution, aggregation state, etc. by employing different techniques, soon started to be essential for the correct interpretation and comparison of toxicological studies. Such characterization was initially performed on the nanoparticles in their pristine state, *i.e.* as they came from the manufacturer. Further on, scientists realized the importance and the influence of the experimental conditions on nanoparticles characteristics and their toxic effect. As a matter of fact, the European Food Safety Authority (EFSA) Scientific Opinion entitled Guidance for risk assessment of engineered nanomaterials (10) has taken this issue in serious consideration and as the properties of nanoparticles may change in different environments, EFSA recommends examining the following conditions: 1) the state in which the nanomaterial was produced; 2) the state in which the nanomaterial is used or is present in the food and feed; 3) the state in which the nanomaterial is present in the toxicological studies and 4) the state of the nanomaterials in biological fluids and tissues. If the properties and behavior of nanoparticles are known and exposure is expected, potential hazards should be identified. Finally, *in vitro* genotoxicity studies, toxicokinetic analyzes and a 90-day study in rodents with repeated oral administration should be used (10).

## EFFECT OF METALLIC NANOPARTICLES IN THE DIGESTION PROCESS

One of the aspects of nanotoxicology, that has only been recently investigated, is the behavior of nanoparticles during the digestion process. The fact that nanoparticles effects are strongly influenced by the chemical conditions of the surrounding environment highlight the importance of this evaluation.

When passing through the gastrointestinal tract, nanoparticles are exposed to a variety of conditions (*i.e.* digestive juices with different pH and ionic strength, digestive enzymes) that can influence the behavior of the particles by altering properties such as size, shape, charge and aggregation. The presence of bile acids, fatty acids, enzymes besides decomposing the food can also alter the nano-size structure.

Depending on the physicochemical property of the nanoparticle, a complete dissolution of inorganic nanoparticles or aggregation into larger particles may occur (11) and at the same time the formation of new (see Bömert *et al.* and references therein) nanostructures from dissolved compounds in the gastrointestinal tract could appear (see Bömert *et al.* and references therein) (9). Silver nanoparticles, for example, have been shown to pass the digestion process in a nanoscale form but to undergo a strong transformation in their aggregation depending on the food ingested (11). Additionally, nanoparticles might produce a negative effect on the

digestive process by inhibiting digestive enzymes, absorbing food components or by altering intestinal microbiota (9).

## REGULATION ASPECTS

---

Market approval of consumer products containing nanoparticles must go through the demonstration of the safe use of such new products without posing risk to the consumer and the environment. Different approaches have been taken in regulating nano-based products in the agri-feed-food worldwide and, European Union (EU) and Switzerland are the only regions where nano-specific provisions have been incorporated in existing legislation. There is currently no legislation entirely dedicated to regulation of nanoparticles, neither in EU or elsewhere (12).

In the EU the use of nanotechnology in food is currently covered by European Commission (EC) regulation 258/97 concerning novel foods and novel food ingredients (1997). This regulation is currently under revision and the approval of novel foods consisting of engineered nanomaterials will take place from 2018. Substances added to food for a technological purpose or to improve solubility, flavor or bioavailability are covered by the food improvement agent package including various regulations such as that on food enzymes (1332/2008), additives (1333/2008) and flavorings (1334/2008). The use of nanoparticles as functional molecules, on the other hand, is covered by the regulation on food supplements (Dir 2002/46/EC). Separate regulation applies to nanoparticles used for food contact materials (1935/2004). Additionally, since December 2014, all nanoparticles in food must be identified by the word "nano" to inform consumers about the nano-scale of ingredients (13).

Regulation of food products containing nanoparticles is not harmonized worldwide. This might increase the risk for the consumers as some products that have not gone through a specific pre-market approval in EU can still be purchased in the internet.

## CONCLUSIONS AND GENERAL REMARKS

---

From the brief overview presented it emerges that to assess the safety of nanoparticles in a realistic way is of paramount importance to perform an accurate physicochemical characterization over the entire toxicological assay to take into account possible changes that the nanoparticles might go through in different environments. Simulation of digestion situations should also be performed to dispose of a full picture of the effect of nanoparticles in food and after the digestion process. It is also relevant to increase the testing of real nanoparticles-based food products present in the market. Most toxicological characterization performed so far have in fact been performed at laboratory level without taking into proper consideration the effect of the matrix of the food, for example. It is also important to consider that the physicochemical properties of the products containing nanoparticles that are released in the market are not known. For this reason, an effort should be made to test such products. This is especially necessary

considering that the regulation of products containing nanoparticles in the food sector is not harmonized worldwide and some potentially toxic products might be accessible to the consumers via the internet.

Future research should also focus on determining the long-term effect of nanoparticles, establishing the effect of food matrix on nanoparticles toxicity, increasing the knowledge of the effect of nanoparticles on the human digestive tract and microbiome, and on performing epidemiological studies.

## REFERENCES

1. He X, Hwang HM. Nanotechnology in food science: functionality, applicability, and safety assessment. *J Food Drug Anal* 2016;24:671-81.
2. Chaudhry Q, Castle L, Watkins R. *Nanotechnologies in Food*. Cambridge, UK: RSC Publishing; 2010.
3. McClements DJ. Edible lipid nanoparticles: digestion, absorption and potential toxicity. *Prog Lipid Res* 2013;52:409-23.
4. Rainieri S, Olasagasti M, Barranco A. 2014. Safety assessment of engineered metallic nanoparticles in foodstuff. *Qual Assur Saf Crop* 2014;6:263-79.
5. Olasagasti M, Gatti AM, Capitani F, Barranco A, Pardo MA, Escuredo K, et al. Toxic effect of colloidal nanosilver in zebrafish embryos. *J Appl Toxicol* 2014;34:562-75.
6. Weir A, Westerhoff P, Fabricius L, Hristovski K, von Goetz N. Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products. *Environ Sci Technol* 2012;46:2242-50.
7. De Matteis V. Exposure to inorganic nanoparticles: routes of entry, immune response, biodistribution and in vitro/in vivo toxicity evaluation. *Toxics* 2017;5:29.
8. Park E-J, Yi J, Kim Y, Choi K, Park K. Silver nanoparticles induce cytotoxicity by a Trojan-horse type mechanism. *Toxicol in vitro* 2010;24:872-8.
9. Böhmert L, Laux P, Luch A, Braeuning A, Lampen A. Nanomaterialien in Lebensmitteln—toxikologische Eigenschaften und Risikobewertung. *Bundesgesundheitsbl* 2017;60:722-7.
10. EFSA Scientific Committee. Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain. *Efsa J* 2011;9:2140.
11. Kästner C, Lichtenstein D, Lampen A, Thünemann AF. Monitoring the fate of small silver nanoparticles during artificial digestion. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 2017;526:76-81.
12. Arts JHE, Hadi M, Keene AM, Kreiling R, Lyon D, Maier M, et al. A critical appraisal of existing concepts for the grouping of nanomaterials. *Regul Toxicol Pharmacol* 2014;70:492-50.
13. Amenta V, Aschberger K, Arena M, Bauwmeester H, Moniz FB, Brandhoff P, et al. Regulatory aspects of nanotechnology in the agri/feed/food sector in EU and non-Eu countries. *Regul Toxicol Pharmacol* 2015;73:463-76.



# Nutrición Hospitalaria

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2144>

## Conclusiones

### NUTRICIÓN COMUNITARIA–NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

- El avance en el conocimiento de las ciencias ómicas ha abierto un nuevo campo hacia la nutrición personalizada o de precisión y hacia la adaptación de las recomendaciones alimentarias y nutricionales a las peculiaridades individuales.
- Este enfoque plantea ventajas muy interesantes, pero también algunos retos importantes y limitaciones. Es necesario poder afrontar grandes estudios epidemiológicos y realizar análisis conjuntos integrando todas las ómicas en el marco de la epidemiología nutricional.
- Las recomendaciones de precisión plantean el riesgo de incrementar desigualdades.
- Las investigaciones genéticas y epigenéticas en estudios poblacionales contribuyen a subrayar la susceptibilidad individual y también el potencial de respuesta a modificaciones en la dieta. Asimismo, abren la puerta a analizar la respuesta a estímulos sensoriales. Tras muchos años de desarrollo de la tecnología específica, se abre el campo a grandes avances en los próximos años.
- La biotecnología alimentaria brinda la posibilidad de interesantes desarrollos con aplicación práctica en la salud y en la enfermedad. Sin embargo, en el marco actual resulta difícil lograr la aprobación de nuevos alimentos en el contexto europeo.
- Es necesario facilitar información fiable, contrastada, basada en la evidencia científica disponible y en un lenguaje asequible para que los ciudadanos puedan adoptar decisiones responsables e informadas. Existe desconfianza por parte de muchos ciudadanos (cuando no rechazo) a la aplicación de la biotecnología en el ámbito alimentario.
- La nueva legislación europea sobre seguridad alimentaria y el trabajo desarrollado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) facilita que el consumidor pueda confiar hoy mucho más en los alimentos que consume. La aplicación práctica de la información sobre alérgenos en hostelería y restauración colectiva deja todavía cuestiones no resueltas.
- La modificación de la composición de alimentos en cuanto al contenido en sal, grasa y azúcar supone un reto tanto para la industria alimentaria como para el canal Horeca. Requiere de forma complementaria la reeducación del gusto de los ciudadanos para adaptarse y evitar que se añadan estos ingredientes en la preparación culinaria o en el plato.
- La gastronomía es un valor al alza y los ciudadanos expresan su interés y sensibilidad por la incorporación de productos de proximidad a su alimentación habitual: alimentos frescos, de temporada, más sostenibles... Los estudios de tendencias de consumo y preferencias de los consumidores confirman esta inclinación.
- Gastronomía es cultura, placer y sensibilidad que invita también a la transgresión y a la provocación organoléptica y estética.
- Respetando la cocina de élite, también es necesario acercar la experiencia sensorial y descubrir a los ciudadanos (y, de forma especial, a los más jóvenes) sabores y texturas en un marco de compañerismo en torno a la mesa, cultivando las habilidades culinarias y la experiencia gastronómica, cuidando tanto el ingrediente como la preparación, la presentación y el entorno de consumo.
- Una alimentación saludable y adecuada a cada etapa de la vida y una colaboración intersectorial y multidisciplinar en la propuesta de respuestas prácticas en el ámbito de la nutrición comunitaria son algunos de los retos planteados para conseguir ciudadanos competentes que puedan tomar decisiones informadas al elegir los alimentos y bebidas que deseen consumir de manera habitual y que sean capaces de configurar una alimentación más saludable en entornos que favorezcan estas buenas prácticas.
- La sostenibilidad alimentaria, la conservación del patrimonio cultural culinario y del paisaje agroalimentario son imprescindibles en la aproximación a una alimentación y estilos de vida más saludables y con proyección de futuro.

### GASTRONOMÍA, INNOVACIÓN Y SALUD EN EL SIGLO XXI

- Se plantea el desafío de dar respuesta a distintos problemas de salud sin que la eliminación de alimentos de la dieta, la modificación de texturas o la adecuación de recetas impidan disfrutar con el consumo de estas propuestas gastronómicas. Todo un reto para la restauración colectiva en los distintos entornos.
- La experiencia culinaria en las aulas es una herramienta de gran importancia para conseguir aumentar el interés de los más pequeños por alimentos que no se aceptan fácilmente y favorecer su aceptación y consumo.
- Las recomendaciones alimentarias dirigidas a los más pequeños deben acompañarse de otras reflexiones sobre modelos educativos, sobre experiencias en el medio escolar y en la familia y en relación al consumo de alimentos, orientando y dirigiendo la oferta de alimentos y las distintas opciones de consumo, pero respetando la cantidad que se sirve, las preferencias alimentarias y la calidad de los ingredientes.

- La nanotecnología y otros avances en biotecnología, como el conocimiento del microbioma, ofrecen posibilidades de desarrollo de nuevos alimentos, envases y procedimientos, que todavía avanzan tímidamente, aunque en algunos casos anuncian importantes perspectivas de desarrollo y aplicación. Es necesario confirmar su desarrollo seguro con las investigaciones sobre sus posibles efectos negativos y no deseados y su posible toxicidad.

## Conclusions

### COMMUNITY NUTRITION - PRECISION NUTRITION

- The advance in the knowledge of the omic sciences has opened a new field towards personalized nutrition or precision nutrition. This can help to adapt dietary and nutritional recommendations to individual peculiarities.
- This approach raises some very interesting advantages, but also some important challenges and limitations. It is necessary to be able to cope with large epidemiological studies and joint analysis by integrating all the omics in the framework of nutritional epidemiology.
- Precision recommendations pose the risk of increasing inequalities.
- Genetic and epigenetic research in population studies contribute to highlight individual susceptibility but also, the potential for response to changes in the diet. They also open the door to analyzing the response to sensory stimuli. After many years of development of specific technology, the field opens up to great advances in the coming years.
- Food biotechnology offers the possibility of interesting developments with practical application in health and disease. However, under the current framework it is difficult to obtain the approval of new foods in the European context.
- It is necessary to provide reliable, verified information, based on available scientific evidence, in easy-to-understand language so that citizens can make responsible and informed decisions. Many citizens distrust, if not reject the application of biotechnology in food.
- The new European legislation on food safety and the work developed by the European Food Safety Authority (EFSA) makes it easier for consumers to rely on the food they eat much more today. The practical application of allergen information in the catering and mass-catering sector still leaves unresolved issues.
- The modification of food composition in terms of salt, fat and sugar content is a challenge for both the food industry and the Horeca channel. In addition, it requires citizens to reeducate taste so they can adapt and thus, avoid adding these ingredients either when preparing those foods or on the plate.
- Gastronomy is a rising value and citizens express their interest and sensitivity for increased use of proximity products to their usual food basket and food consumption; Fresh, seasonal, more sustainable foods. Studies of consumer trends and consumer preferences confirm this trend.
- Gastronomy is culture, pleasure and sensitivity, but also invites to transgression and organoleptic and aesthetic provocation.
- Respecting the elite cuisine, it is also necessary to bring the sensory experience closer to citizens. People need to discover flavors and textures, in a framework of conviviality around the table and especially the youngest ones, cultivating culinary skills and gastronomic experience, taking care of the ingredient as well as food preparation and presentation, plate decoration and the overall environment for enjoying food consumption.
- Citizens need to be competent so they are able to make informed decisions when choosing foods and beverages in their usual diets and in specific occasions. In order to achieve that goal, community nutrition will have to develop effective and attractive proposals to provide practical answers based on inter-sectoral and multidisciplinary collaboration, with the aim of promoting healthy and adequate diets at each stage of life, in environments that favor these good practices.
- Food sustainability, the preservation of culinary cultural heritage and the agri-food landscape are essential in the approach to a healthier diet and lifestyles with a projection into the future.

### GASTRONOMY, INNOVATION AND HEALTH IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY

- The challenge of responding to different health problems is posed, so that the elimination of specific foods from the diet, the modification of textures or the adaptation of recipes do not prevent enjoyment of the modified gastronomic proposals. A challenge for mass-catering in different environments.

- The culinary experience in the classroom is a relevant tool to attract the interest of the little ones for foods that are not easily accepted and to favor, finally, acceptance and consumption.
- Dietary recommendations addressed to the youngest should be accompanied by reflections on educational models, experiences in the school environment and in the family in relation to food consumption; guiding and directing the food offer and the different consumption options, but respecting the quantity served, the food preferences and the quality of the ingredients.
- Nanotechnology and other advances in biotechnology, such as the knowledge of the microbiome, offer possibilities for the development of new foods, packaging and procedures, which are still timidly advancing, although in some cases they announce important perspectives of development and application. It is necessary to confirm the safe development with research on potential negative side effects, unwanted effects and possible toxicity.