

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



ESPECIAL

Relaciones nutricionales: del equivalente nutritivo a las listas de intercambio

Josep Boatella^{a,*}

^aDepartamento de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia, Universitat de Barcelona, España.

*boatella@ub.edu

Recibido el 11 de noviembre de 2015; aceptado el 22 de mayo de 2017; publicado el 25 de septiembre de 2017.

Relaciones nutricionales: del equivalente nutritivo a las listas de intercambio

PALABRAS CLAVE

Dieta, Alimentos y Nutrición;

Requerimientos Nutricionales;

Alimentos.

RESUMEN

Trabajo de revisión sobre la evolución de conceptos asociados a la equivalencia nutricional de los alimentos, desde el denominado "equivalente heno" de Thaer (1809) hasta las listas de intercambio publicadas a partir de los años 40 del siglo XX, por la *American Diabetes Association* y la *American Dietetic Association*. Si bien inicialmente el concepto surgió desde el ámbito de la alimentación animal, la mejora del conocimiento sobre los procesos fisiológicos y metabólicos implicados en la nutrición, la composición química de los alimentos y las necesidades nutritivas y calóricas de los individuos, demostró su gran utilidad en la elaboración de dietas destinadas al tratamiento dietético de algunas enfermedades (inicialmente la diabetes) y después, de aquellas diseñadas para la alimentación de individuos y grupos de población sanos.

Nutritional relations: from nutritional equivalent to exchange lists

KEYWORDS

Diet, Food and Nutrition;

Nutritional Requirements;

Food.

ABSTRACT

This review deals with the evolution of the concepts associated with the nutritional equivalence of food, since the introduction of the so-called "hay equivalent" by Thaer (1809) to the exchange lists published from the 40s of XX century by the American Diabetes Association and the American Dietetic Association. While initially the concept came from the field of animal nutrition, improving knowledge on the physiological and metabolic processes involved in human nutrition, food chemistry and nutritional and caloric needs of individuals, demonstrated their usefulness in the development of diets intended to dietary treatment of certain diseases (diabetes initially) and then to those designed for healthy individuals and population groups.

CITA

Boatella J. Relaciones nutricionales: del equivalente nutritivo a las listas de intercambio. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2017; 21(3): 300-9. doi: 10.14306/renhyd.21.3.195

INTRODUCCIÓN

La utilización de conceptos tales como "valor nutritivo" o "equivalente nutritivo" de un alimento, constituye un elemento esencial de la práctica dietética contemporánea. Sin embargo, a pesar de estar plenamente asumidos (prescripción de dietas, fijación de planes de alimentación, educación sanitaria, etiquetado nutricional, publicidad de alimentos, etc.), en ocasiones su aplicación se ve sometida a algunas limitaciones al no poder concretarse mediante un único parámetro global y sólo pueden establecerse en base a la medida de diferentes aspectos del alimento (valor calórico, calidad proteica, densidad nutricional, índice glicémico, etc.) o bien, mediante relaciones obtenidas a partir de diversos criterios (*Nutritional rating systems*).

Una de sus aplicaciones prácticas es la que permite la comparación de alimentos entre sí desde un punto de vista nutricional. Para ello, una vez fijada una unidad de referencia (peso o ración) es necesario establecer algún tipo de puntuación (o relación nutritiva) en base al valor energético y/o contenido en nutrientes del alimento. La aplicación formal de este concepto, alcanzó un gran desarrollo durante la década de los años 40 del siglo XX, cuando la dificultad que suponía el cumplimiento diario y el ajuste de dietas terapéuticas destinadas a determinados grupos de enfermos (en especial diabéticos), propició que se propusiese un

método de intercambio con objetivo de facilitar la sustitución de algunos de los alimentos recomendados por otros de composición semejante o "equivalente". Sin embargo, las bases de estos sistemas de cálculo se habían sentado aproximadamente un siglo antes desde el ámbito de la alimentación animal y el análisis de su desarrollo conceptual desde entonces muestra un gran interés al ser paralelo al de los grandes descubrimientos en el ámbito de la Nutrición.

Empirismo

Los trabajos del médico alemán A. D. Thaer (1752-1828) publicados en 1809 en su obra "*Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*" y relacionados con el estudio de la calidad nutritiva de los forrajes habrían de tener una gran repercusión. Clasificó las materias primas empleadas en base a los componentes de las mismas que Einhoff había fraccionado aquel mismo año mediante tratamientos sucesivos con agua, ácido y álcali diluidos y alcohol, considerando al residuo final como material no nutritivo. Con los datos obtenidos y recuperando una idea enunciada unos años antes por Middleton, propuso la utilización del denominado "equivalente heno" o unidad de referencia para comparar la calidad nutritiva (productiva) de alimentos destinados a la alimentación del ganado. Esta unidad se definió como la cantidad de alimento que presenta el mismo valor alimenticio que 100kg de heno, y en base a ello se establecieron las correspondientes equivalencias (1 unidad heno = 300kg

de paja de trigo = 200kg de patatas = 20kg de avena, etc.). A pesar de la aceptación inicial del método, la variabilidad de composición del heno y la no consideración de aspectos que pronto se revelarían como fundamentales (digestibilidad, cantidad de material nitrogenado, etc.) comportó que numerosos investigadores cuestionaran la utilidad de este valor de referencia¹⁻³.

En 1816, F. Magendie (1783-1855)⁴, publicó su obra "*Mémoire sur les propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote.*" en la que presentó los resultados obtenidos tras administrar dietas carentes de nitrógeno a los animales, concluyendo que las sustancias que no contienen este elemento (azúcares, gomas, etc.) eran "impropias para la nutrición" y, en consecuencia, propuso la distinción entre elementos nitrogenados y no nitrogenados de los alimentos para poder establecer su verdadero valor nutritivo. Algunos años más tarde (1834), W. Prout (1785-1850) clasificó los componentes de los alimentos en sacáridos, oleaginosos y albuminosos⁵, con lo que quedaba establecida la distinción entre los ya entonces denominados "principios inmediatos".

Simultáneamente, J. B. Boussingault (1802-1887) estudió el intercambio de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno producido en los procesos implicados en la alimentación animal y en 1836 introdujo la teoría de los "equivalentes nutritivos" como modificación del concepto de "equivalente heno" de Thaer ("[...] equivalente nutritivo [...] es decir el peso necesario de cada uno de los alimentos para conseguir una ración que contenga la misma cantidad de compuestos nitrogenados que contienen 100kg de heno.") y en base a ello, elaboró unas primeras tablas de composición de alimentos vegetales^{6,7}. A pesar de que este método representó una contribución fundamental, también estuvo sujeto a numerosas críticas en base a los conocimientos de la época: "(...) aucun physiologiste on'admettra que la composition chimique puisse donner une juste idée de la valeur nutritive d'un aliment (...) si un tel principe était admis, il faudrait nécessairement conclure que certaine pomade convenablement préparée au phosphate d'ammoniaque dût être considérée comme le meilleur des nutriments."⁸.

Energía, carbono y nitrógeno: las primeras recomendaciones nutricionales

Un nuevo elemento de comparación de alimentos aparecería tras las investigaciones sobre el intercambio energético, desarrolladas por M. Rubner (1854-1932) durante la década de los 80. Sus trabajos le condujeron a la formulación de la ley de la isodinámica, según la cual, la cantidad de proteínas, grasas e hidratos de carbono que debe suministrarse a través de los alimentos es función única del número de calorías necesarias para el individuo. Consideró que los

alimentos tenían una función eminentemente energética, de tal manera que, para satisfacer este tipo de necesidades, podían intercambiarse en función del valor calórico derivado de su composición y en consecuencia, este principio llevaba asociada la noción de lo que podrían denominarse sustituciones isodinámicas. Algunos investigadores cuestionaron pronto estos postulados al concluir que el concepto de isodinámico no era sinónimo del de isotrófico (o fisiológicamente equivalente) ya que las observaciones experimentales mostraban que en la producción fisiológica de energía (en el músculo), no se consumía grasa ni proteína sino que ésta procedía exclusivamente de la combustión del glucógeno. En consecuencia, era preciso conocer la cantidad de glucógeno producido por las grasas y las albúminas por lo que, en realidad, el concepto isotrófico coincidiría con el de isoglucogenético y en este sentido, serían isotróficos 100g de grasa = 161g de glucosa = 152g de sacarosa^{9,10}.

Mientras, un discípulo de Thaer, K. Ph. Sprengel (1787-1859), había formulado la teoría o ley del mínimo para los vegetales, según la cual el crecimiento de los mismos está condicionado por el nutriente limitante o más escaso. Este principio fue asumido por J. von Liebig (1803-1873)¹¹ quien, a su vez, introdujo la distinción entre alimentos plásticos (nitrogenados o proteicos) y respiratorios (almidón, azúcar, gomas y grasas) y concluyó que todos ellos deben estar representados en la alimentación y además, en determinadas proporciones. Así mismo, al igual que J. B. Dumas (1800-1884), constató que la diferencia entre alimentos nitrogenados y no nitrogenados no sólo tenía un interés de tipo químico sino que poseía una gran significación fisiológica.

En la década de los años 60, E. Smith (1819-1874), interesado por la química fisiológica, había establecido unos primeros valores de referencia de carbono y nitrógeno/día para compensar las pérdidas diarias de estos elementos^{12,13}, pero poco después, en 1881, C. von Voit (1831-1908), integrante del grupo de los denominados "fisiólogos de Munich", fijó la cantidad de 118g de proteína al día como una primera recomendación para mantener el equilibrio. A su vez, J. Moleschott (1822-1893), fisiólogo danés, determinó el equivalente nutritivo de los alimentos necesario para aportar 130g de albuminoides (p. ej.: 338g de queso = 614g de carne = 968g de huevos = 2562g de arroz), o 448 de carbohidratos o la cantidad equivalente de grasa (p. ej.: 572g de arroz = 902g de huevos = 2011g de queso = 2261g de carne), cantidades que consideraba necesarias para el adulto¹⁴.

M. Sáenz Diez, catedrático de Química de la Universidad de Madrid, en una excelente memoria de revisión bromatológica¹⁵ que contribuyó de forma significativa a la entrada de estos conceptos en nuestro país, comenta el estado de la

cuestión a finales de siglo en los siguientes términos: “del estudio de Liebig se deduce la cantidad de alimentos que debemos tomar, sabiendo que (...) el carbono de las sustancias proteicas ha de ser 1/5 del de las respiratorias (...) esta relación indica cómo pueden sustituirse los alimentos manteniendo una relación adecuada (...) y aceptada la importancia del nitrógeno (...) de aquí que un alimento sea más nutritivo cuanto más nitrógeno contenga (...) se elaboraron tablas fundadas en el equivalente nutritivo”. Obsérvese en este texto la consolidación de los conceptos de equivalencia y de sustitución o intercambio de alimentos. En este trabajo se proponen, por ejemplo, las siguientes equivalencias: 100g de carne fresca de vaca = 135g de pollo = 750g de coliflor = 2727g de sandía = 3,6L de cerveza. Este criterio (cantidad de material nitrogenado) fue utilizado posteriormente en la publicidad de algunos productos con objeto de destacar su riqueza nutritiva (Figura 1).

La publicación de Sáenz tuvo un notable impacto en la prensa de la época que reprodujo ampliamente estas ideas junto con unas primeras referencias a las necesidades nutritivas del hombre: “Como todas las sustancias tomadas

en cantidades iguales no alimentan del mismo modo, ha sido necesario encontrar el valor nutritivo de cada una, a la que se llama equivalente nutritivo (...). Se llega a la conclusión de que un individuo de 20 a 60 años de edad y de 62,5 kilogramos de peso necesita para mantener la vida tal cantidad de alimentos que contenga 12 gramos de ázoe y 260 de carbón.”¹⁶. Nótese en este caso la utilización de la palabra “equivalente nutritivo” como sinónimo de “valor nutritivo”.

En definitiva, durante el último tercio del siglo XIX ya se conocían, de forma aproximada, las cantidades diarias recomendadas (carbono y nitrógeno) para el organismo humano y, en consecuencia, conociendo la proporción de estos dos elementos en los alimentos, sería fácil combinar (o sustituir) diferentes cantidades de los mismos para cubrir las necesidades diarias y para ello era necesario recuperar el concepto inicial de equivalente nutritivo: “*Le titre équivalents nutritifs... indique que l'on pourrait attribuer à cette dénomination le même sens que les chimistes donnent au terme équivalent; ce seraient donc les quantités pondérales de substance alimentaire susceptibles de se remplacer dans une ration mixte.*”¹⁷. La utilización de estas equivalencias con el fin de proceder a la sustitución de alimentos entre sí, se había convertido en una cuestión plenamente asumida: “*L'équivalence des aliments en principes nutritifs, c'est-à-dire les quantités par lesquelles ils peuvent se remplacer les uns les autres, se tire de leur composition en carbone et azote ou en amidon et matière albuminoïde ou azotée.*”¹⁸. Y para facilitar la consecución de este objetivo, se elaboraron diferentes tablas que relacionaban los pesos de diferentes alimentos (o equivalentes nutritivos) con los requerimientos diarios establecidos¹⁹⁻²¹.

Figura 1. Publicidad de “Tropón” (Boletín farmacéutico, XVIII, 1900).



Valor energético de los alimentos

A finales del siglo XIX, las aportaciones de W.O. Atwater (1844-1907)²², E.B. Rosa (1861-1921)²³ y F.G. Benedict (1870-1957)²⁴, abrieron un nuevo capítulo en cuanto a la fijación del valor nutritivo de los mismos. En 1894, Atwater publicó una primera guía nutricional²⁵ y en 1902, su obra “*Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food*”²⁶ en la que recomendaba la variedad, proporcionalidad y moderación, como elementos fundamentales de una dieta equilibrada, un valor de 125g día de proteína y, además, ofrecía datos sobre el valor calórico de diferentes alimentos y las equivalencias correspondientes desde un punto de vista energético (1g proteína = 1g de glúcidos = 0,5g de lípidos). Estos valores –isodinámicos– permitieron la racionalización de las sustituciones en base a la satisfacción de las necesidades calóricas del individuo: “El Sr. Atwater ha formado un cuadro del valor comparativo... escoge la carne ordinaria de buey y le da un valor de 100, y luego establece el valor

nutritivo de otros alimentos, que es como sigue: jamón curado 157, huevo de gallina 72,2, cordero 86,6, ostra 21,8, etc., en base a sus correspondientes valores calóricos.²⁷

De forma paralela y en el ámbito de la alimentación animal, estas contribuciones propiciaron que, casi de forma simultánea, O.J. Kellner (1851-1911) propusiera en 1905 la utilización de las denominadas "unidades almidón" de energía neta²⁸. Para ello, determinó experimentalmente (cociente respiratorio, balance de nitrógeno y rendimiento) el efecto del almidón (extracto libre de nitrógeno), la celulosa (fibra bruta), la grasa (extracto etéreo) y el gluten (proteína bruta) en los animales, tomando como unidad de referencia el denominado "equivalente almidón" (cantidad de grasa producida por 1kg de almidón = 248g). Puesto que 1g de almidón origina 0,248g de grasa y que a su vez esta produce 9,5kcal/g, el valor energético neto del almidón es de 2,36kcal/g (= 9,5 x 0,248)²⁸⁻³⁰.

Estos conceptos aportaron bases muy sólidas para resolver la problemática que representaba la sustitución de alimentos en la optimización de los procesos de producción animal³¹, pero a su vez, también contribuyeron de forma decisiva al progreso de la nutrición humana.

Como dato curioso, cabe destacar que ante la necesidad de buscar un sustituto de la leche durante los años de la guerra europea, C. von Pirquet (Viena, 1874-1929), sugirió la sustitución de la caloría como unidad de medida por el NEM (*Nahrung Einheit Mittel*) que corresponde al valor nutritivo (calorías) de 1g de leche (así por ejemplo otorgaba a la leche

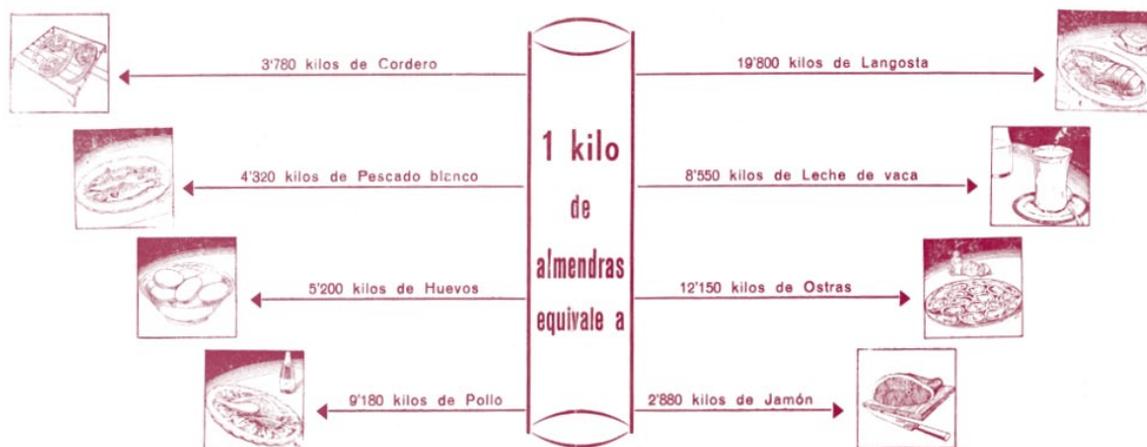
albuminosa un NEM de 0,5, la evaporada de 2, la condensada de 5, la leche en polvo de 6,7, etc.)³².

En cualquier caso, la utilización del valor energético en la publicidad de productos alimenticios (en especial de dietéticos), fue una práctica relativamente habitual durante los años 20-40 del siglo pasado (Figura 2).

El equivalente nutritivo y las sustituciones

Iniciado el siglo XX y ya dentro del ámbito de la alimentación humana, aparecieron nuevas relaciones nutricionales. Así, por ejemplo, en un formulario de terapéutica del año 1907³³ puede leerse: "El equivalente nutritivo de la leche se calcula añadiendo al triple de la cantidad de manteca, el peso de azúcar y el quintuplo del peso de los albuminoides.". Esta relación, de autor desconocido, era objeto de un detallado análisis en un artículo de divulgación publicado en la prensa de la época en los siguientes términos: "(...) pero sin que sea posible un intercambio completo, ya que la fisiología ha enseñado que las sustancias proteicas o albuminoides (...) contribuyen a formar sangre, los músculos... al paso que las sustancias no nitrogenadas, hidrocarburos y cuerpos grasos, son los que suministran la energía química disponible... de donde se deduce que, sólo en parte, son reemplazables unas sustancias por otras, y que no es el mismo valor alimenticio de cada uno de los tres principales, encontrándose poco más o menos en la relación: nitrógeno 5, grasas 3, hidrocarburos 1 (números o valencias por los que deben multiplicarse las cantidades o pesos respectivos que de cada uno contenga el alimento que se analiza, para

Figura 2. Publicidad de "Almendrina" (aprox. 1940) (archivo del autor).



tener su valor nutritivo teórico). Así, por ejemplo, un kilogramo de carne que contenga 195g de sustancias azoadas, 64 de grasas y 1g de hidrocarburos, corresponde a $(195 \times 5) + (64 \times 3) + (1 \times 1) = 1168$ unidades (o valencias) alimenticias³⁴. Precisamente este criterio fue utilizado durante la década de los años 20 por la empresa Nestlé en la publicidad de su "Harina lacteada" al comparar su valor nutritivo con el de otros alimentos fundamentales (Figura 3).

Pero por otra parte, la posibilidad de agrupar a los alimentos en base a su composición se mostró muy útil en los ámbitos de la educación nutricional y de la prescripción dietética, especialmente en el caso de pacientes diabéticos. Con este fin, se elaboraron diferentes tablas que relacionaban las equi-

valencias en hidratos de carbono, siendo el médico francés M. Labbé (1870-1939) uno de los primeros en aplicar esta metodología. Mediante este tipo de tablas y conocida la tolerancia a los hidratos de carbono de un individuo, podían recomendarse las sustituciones pertinentes. Así, por ejemplo, supuesta una tolerancia a 500g de patata (superior a 100g de hidratos de carbono), este alimento podía sustituirse por 138g de macarrones o 120g de pan blanco, por ejemplo³⁵.

De esta forma se consolidó el concepto de alimentos equivalentes, entendiendo como tales aquellos que aportan la misma cantidad de un determinado nutriente o de energía, y esta visión fue utilizada desde entonces en la práctica dietética para establecer las denominadas sustituciones.

Figura 3. Publicidad de "Harina Lacteada Nestlé" (La Vanguardia, 12/12/1926).

**Comparando
el valor
nutritivo de:**

Leche fresca	Pan	Carne	Huevos	Harina Lacteada NESTLÉ
35	50	88	158	164
(en unidades alimenticias por kilogramo)				

fácilmente se comprende el porqué la Harina Lacteada NESTLÉ, siga mereciendo el favor de las mamás y del cuerpo médico.

La Harina Lacteada NESTLÉ se elabora en fábricas montadas en la moderna según fórmula establecida científicamente y por procedimientos basados en 50 años de experiencia.

En la fabricación de la Harina Lacteada NESTLÉ entran materias primas de calidad perfecta: leche fresca y rica en crema, azúcar puro y bizcocho de trigo candal molido. Presenta un conjunto de calidades muy notables: abundante leche pura, riqueza en vitaminas y sales indispensables, valor alimenticio sin igual gracias a la presencia — en proporciones adecuadas — de grandes cantidades de manteca, materias azoadas y de hidrato de carbono, elementos fundamentales de la alimentación.

La Harina Lacteada NESTLÉ se digiere con suma facilidad, merced a un muelle minucioso y al feliz equilibrio de sus componentes.

Es de agradable gusto y muy fácil de preparar — con agua — conservándose perfectamente.

La Harina Lacteada NESTLÉ

constituye para el niño, el convaleciente y el anciano
un alimento científicamente completo.

Pida muestras y folletos a la
Sociedad Nestlé
(Ahorramos Española de Productos Alimenticios)
Vía Layetana, 41 — Barcelona

A pesar de su gran utilidad, pronto aparecieron nuevos elementos que cuestionaban la exactitud de esta práctica ya que, efectivamente, los datos existentes hasta entonces sobre la composición en hidratos de carbono se mostraban poco significativos en algunos casos, debido fundamentalmente a la metodología analítica aplicada (cálculo por diferencia) e inadecuados para su aplicación al caso de los pacientes diabéticos³⁶. En este sentido, a partir de los años 30 se abrió un amplio debate sobre estas cuestiones y se propusieron las primeras clasificaciones relativas a frutas y vegetales (subgrupos con contenidos del 1, 3, 5, 7, 9 y 11%) que facilitaban la selección de este tipo de productos manteniendo unos determinados niveles de hidratos de carbono^{36,37}.

Grupos de alimentos

También durante las primeras décadas del siglo XX pero desde un ámbito distinto, se publicaron diferentes recomendaciones nutricionales para la población, promovidas por diferentes organismos e instituciones (*British Royal Society*, La Liga de Naciones, *British Medical Association*, *US Department of Agriculture*, etc.)¹³. Así, en 1916, C. Hunt (1865-1927) publicó una guía para la alimentación infantil³⁸ en la que propuso una clasificación de los alimentos en base a su composición, estableciendo para ello cinco grupos: leche y carnes, cereales, vegetales y frutas, grasas y alimentos grasos y azúcares y alimentos azucarados. El objetivo era el de establecer una recomendación (raciones o g) diaria de cada uno de ellos, en función de la edad. Esta misma autora, junto con Atwater, propuso en 1917 la ampliación de esta metodología para ser utilizada en el establecimiento de recomendaciones para los adultos, a la vez que introducía por vez primera, la consideración de vitaminas y minerales: "*certain newly discovered substances in very small amounts*"³¹. Se trataba por lo tanto de una primera clasificación de productos en base a su composición pero con un evidente objetivo nutricional.

Años más tarde, en 1943 (en plena Guerra Mundial), se publicaron las primeras recomendaciones "*Recommended Dietary Allowances*"³⁹ y, este mismo año, el Departamento de Agricultura introdujo una guía nutricional ("*Basic 7 Every day*") que incluía 7 grupos básicos de alimentos necesarios para cubrir las necesidades del organismo humano, grupos que en 1956 se convertirían en 4 (vegetales y frutas, leche, carne y cereales)⁴⁰.

La utilización del concepto "grupo" para la clasificación de alimentos, en base a criterios de similitud en cuanto a su composición, se convertiría en una pieza fundamental para el desarrollo posterior de las recomendaciones nutricionales por una parte y de las denominadas listas de intercambio (*exchange lists*), por otra.

Las listas de intercambio

La mejora de los métodos analíticos permitió la publicación de nuevos datos de composición de los alimentos, permitiendo con ello que mejorara la calidad del consejo dietético de la población diabética. En este sentido, el interés conjunto de la *American Dietetic Association* y la *American Diabetes Association* para conseguir un sistema que facilitase el cálculo de las raciones destinadas a los diabéticos, condujo al establecimiento de 7 grupos que incluían, cada uno de ellos, cantidades (pesos o porciones) de alimentos que en base a un contenido en principios inmediatos similar se consideraban equivalentes (*food equivalents*) y por tanto, podía realizarse un intercambio entre los pertenecientes a un mismo grupo sin modificar de forma sustancial el aporte nutritivo (inicialmente en hidratos de carbono)⁴¹. Tres años después, Caso⁴² analizó de forma crítica la información disponible y mejoró su aportación anterior con objeto de establecer el método de cálculo de dietas y una lista de alimentos de valor nutritivo semejante y por tanto intercambiables: "(...) to prepare a set of representative values suitable for use in dietary calculation and to develop a simplified method for planning the diet, including several exchange lists of foods of similar food value". Los productos de composición análoga se agruparon finalmente, de la forma siguiente: I) leche entera, descremada y evaporada; II) carne (incluidos pescado, aves, huevos, quesos); III) frutas, verduras; IV) pan, cereales, leguminosas y ciertas verduras y V) grasas (incluidos aceites, margarina y mantequilla). Este tipo de clasificaciones daría lugar a las denominadas *Exchange Lists for Meal Planning*, que incluyen grupos de los alimentos más habituales (con indicación de unidades, porciones, medidas, etc.) que poseen un contenido similar en carbohidratos, grasas, proteínas y energía.

Desde entonces, las listas de intercambio se mostraron como un valioso instrumento para la planificación de menús y también para la educación alimentaria de la población en general y de pacientes afectados de diferentes patologías en particular (diabetes, obesidad, etc.); y por ello han sido objeto de numerosos análisis y revisiones sobre diversos aspectos, tales como significación de los datos utilizados, ajustes a valores reales, ampliación del número de alimentos contemplados, medidas de uso habitual, utilidad en educación nutricional o dietética, dificultad de interpretación por parte de los pacientes o la necesidad del control por parte de los profesionales, etc.⁴²⁻⁵⁰.

En cualquier caso, a partir de los años 70, la utilización de los conceptos equivalencia e intercambio se generalizó en la práctica dietética debido a su aplicación en planes de alimentación por raciones o dietas por equivalencias. No obstante, la utilización de estos conceptos ha conducido a

una cierta confusión en cuanto a su verdadero significado, situación que Russolillo atribuye a un error en la traducción de la palabra exchange⁵⁰.

En definitiva, las denominadas tablas o listas de equivalencia agrupan a alimentos unificados en términos de un único nutriente (hidratos de carbono o grasas o proteínas) o energía. No incluyen por tanto la consideración del conjunto de nutrientes y aporte energético. En este contexto, son equivalentes el conjunto de alimentos que aportan la misma cantidad de energía o de uno o dos macronutrientes. Este tipo de tablas se incluyen en diferentes tratados de dietética aplicada (tablas de equivalencia) y relacionan gramos de alimento/equivalente (1 equivalente = 10g de hidratos de carbono) junto con, en su caso, energía y medida casera, p. ej.: biscote 15g, 55kcal, 2 unidades.

Por el contrario, las listas de intercambio (*exchange lists*) "are foods listed together because are alike. Each serving of a food has about the same amount of carbohydrate, protein, fat and calories as the other food on that list"⁴⁷ o conjunto de alimentos unificados a un mismo valor de energía y macronutrientes, de tal forma que los alimentos pertenecientes a ese conjunto son intercambiables entre sí, manteniendo constantes los valores de energía y macronutrientes según principios estadísticos de variabilidad y homogeneidad⁵⁰. Así por ejemplo, un intercambio del grupo de la leche equivale a 12g de hidratos de carbono y 8g de proteína y 0-3g (*fat-free and low fat*), 5g (*reduced fat*) u 8g (*whole fat*) de grasa.

En 1995, se realiza una nueva revisión de las listas de intercambio de alimentos y se publican los valores medios de energía y macronutrientes para cada grupo de alimentos⁴⁸. También en esta revisión se establecen unas recomendaciones generales para confeccionar dietas por intercambios, diseñar listas de intercambio de alimentos y calcular intercambios a partir de recetas de platos preparados o de la información nutricional de las etiquetas de los productos alimenticios. En 2003, se publican las listas de intercambios de alimentos que fueron diseñadas en 1995, con toda la información completa de las listas que incluye las cantidades en gramos y medidas culinarias de cada intercambio⁴⁹ y se revisaron de nuevo en el año 2008⁵⁰.

Esta herramienta constituye la base del sistema de intercambio o dieta por raciones, que es una práctica relativamente habitual en algunos ámbitos que facilita la diversificación de los menús y también la individualización de los mismos.

Durante estos últimos años se han publicado listas de intercambios en diversos países, estableciendo listas de intercambios para pacientes diabéticos, con enfermedad cardiovascular, obesidad y para la enfermedad renal crónica avanzada.

También, se han publicado listas de intercambios para ayudar a los profesionales en la confección de dietas y la planificación de menús, si bien las que despiertan mayor interés y las que se han usado como metodología para diseñar y establecer otras tablas son las americanas⁵¹⁻⁵⁹.

A pesar de que frecuentemente se han realizado equivalencias por ración de un macronutriente (p. ej.: por 10g de proteínas, 10g de hidratos de carbono), en realidad no es necesario hacer intercambios por 10g de nutriente, sino que se pueden hacer equivalencias entorno a la media del contenido de nutrientes dentro de un mismo grupo de alimentos (o pueden usarse otros criterios), y ajustarse la equivalencia para múltiples nutrientes (macro y micro). La cantidad de media de nutriente a que haga referencia una lista de equivalentes puede variar en función del grupo de alimentos. Cuando se trata de una lista de intercambio y atendiendo a su definición, es vital, tal y como algunos autores indican, como Russolillo y Marques⁶⁰, que los intercambios deben ajustarse a un mismo valor de energía y macronutrientes y que además tengan coherencia y sentido dietético, es decir que se correspondan con una medida culinaria o casera.

A lo largo de los años, en España, se han publicado diversos trabajos científicos de nutrición y dietética, listas de alimentos unificados a un mismo valor de energía o a uno de los tres macronutrientes. Así, en los últimos 20 años, manuales de nutrición y dietética recogen en sus apéndices las llamadas tablas o listas de equivalencias. Estas listas agrupan alimentos unificados en términos de calorías, hidratos de carbono proteínas o grasas⁶¹⁻⁶³. Hasta el momento, en España se han publicado unas listas de intercambios de alimentos unificados a un mismo valor de energía y macronutrientes tal y como se definió anteriormente en esta publicación⁶⁰.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor expresa que no hay conflictos de interés al redactar el manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) Tyler C. The Development of Feeding Standards for Livestock. *Agric Hist Rev.* 1956; 4(2): 97-107.
- (2) Chicco CF, French MH. Estudio de la digestibilidad de los pastos en Venezuela. Planteamiento del problema y antecedentes. 1960; 10(1): 13-22.
- (3) Blaxter K. An historical perspective: the development of

- methods for assessing nutrient requirements. Proc Nutr Soc. julio de 1986; 45(2): 177-83.
- (4) Flourens P. Éloge historique de François Magendie. París: Garnier Frères; 1858.
 - (5) Prout W. On the ultimate composition of simple alimentary substances; with some preliminary remarks on the analysis of organized bodies in general. Phil Trans. 1827; CXVII: 355-88.
 - (6) Adrian J, Potus J, Frange R. Les pionniers français de la science alimentaire : leur vie, leurs découvertes. París: Lavoisier Tec & Doc; 1994.
 - (7) Lecoq H (1802-1871). Traité des plantes fourragères, ou Flore des prairies naturelles et artificielles de la France. París: H. Cousin; 1844.
 - (8) Sanson MA. Sur la théorie des rations alimentaires. Recueil de médecine vétérinaire. Rec Med Vet Ec Alfort. 1869; 5(2): 10.
 - (9) Morat JP, Doyon M. Traité de physiologie,. París: Masson; 1899.
 - (10) Laulanié F. Éléments de physiologie,. París: Asselin et Houzeau; 1905.
 - (11) Brock WH. Justus von Liebig: the chemical gatekeeper. Cambridge: Cambridge Univ. Press; 2002.
 - (12) Carpenter KJ. Edward Smith (1819-1874). J Nutr. octubre de 1991; 121(10): 1515-21.
 - (13) Harper AE. Origin of Recommended Dietary Allowances--an historic overview. Am J Clin Nutr. enero de 1985; 41(1): 140-8.
 - (14) Landois L. Traite de physiologie humaine. Francia: C. Reinwald; 1893.
 - (15) Sáenz Díez M. Memoria premiada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ... sobre el tema cuyo enunciado es «Estudiar los alimentos que consume la clase labradora y los braceros en algunas de las provincias de España ...» Madrid: Imp. de la Viuda é Hijos de D.E. Aguado; 1878.
 - (16) Anónimo. Ciencias Médicas: Sumario. El Serpis: periódico de la mañana. Año II, Número 314. 21 de mayo de 1879; 3.
 - (17) Tamin O. Alimentation du cerveau et des nerfs. París: A. Delahaye; 1873.
 - (18) Raimbert L-A. Notions d'hygiène : suivi d'un appendice contenant l'hygiène des âges et des tempéraments, les signes de la mort, les équivalents nutritifs, etc. París: C. Delagrave; 1879.
 - (19) Rochard J. Traité d'hygiène publique et privée. París: L. Bataille; 1895.
 - (20) Beaunis H-É. Nouveaux éléments de physiologie humaine : comprenant les principes de la physiologie comparée et de la physiologie générale. París: J.-B. Baillière et fils; 1876.
 - (21) Arnould J. Nouveaux éléments d'hygiène. Deuxième partie, Vêtement, aliments et boissons, exercice et repos, soins corporels, hygiène spéciale, organisation de l'hygiène publique et législation sanitaire. 4ª ed. París: J.-B. Baillière et fils; 1902.
 - (22) Maynard LA. Wilbur O. Atwater--a biographical sketch (May 3, 1844-October 6, 1907). J Nutr. 1962; 78: 3-9.
 - (23) Coblentz WW. Edward Bennett Rosa, 1861-1921. Biogr Mem Natl Acad Sci. 1934; XVI(8): 353-68.
 - (24) Maynard LA. Francis Gano Benedict--a biographical sketch (1870-1957). J Nutr. 1969; 98(1): 1-8.
 - (25) Atwater WO. Foods: nutritive value and cost. USDA Farmer's Bulletin. 1894; 23.
 - (26) Atwater WO. Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. USDA Farmer's Bulletin. 1902; 142.
 - (27) Anónimo. Valor nutritivo de ciertas sustancias alimenticias. El semanario católico. Año XV, Número 727. 8 de noviembre de 1884; 679-80.
 - (28) Kellner OJ. The scientific feeding of animals,. New York: The Macmillan Company; 1910.
 - (29) Kriss M. A Comparison of Feeding Standards for Dairy Cows, with Especial Reference to Energy Requirements. J Nutr. 1931; IV(1): 141-61.
 - (30) Remon J. Estudio analítico bromatológico de los subproductos de la fábrica de cerveza. Anal Bromatol. 1954; 6(4): 455-72.
 - (31) Hunt CL, Atwater HW. How to select foods. USDA Farmer's Bulletin. 1917; 808.
 - (32) Vidal G. Trastornos nutritivos del lactante. Barcelona: Manuel Marín; 1930. (Colección Marañón).
 - (33) Lyon G, Loiseau P. Formulaire Thérapéutique. 3ª ed. París: Masson; 1907.
 - (34) de Artiñano G. (1916) G. La alimentación. Madrid Científico. 1916; 23(882): 241-5.
 - (35) Nigay A (Dr). Le Régime alimentaire des diabétiques. París: E. Bougault; 1917.
 - (36) Williams RD, Wicks L, Bierman HR, Olmsted WH. Carbohydrate values of fruits and vegetables. J Nutr. 1940; 19(6): 593-604.
 - (37) Adams G, Chatfield C. Classification of fruits and vegetables according to their carbohydrate content. J Am Diet Assoc. 1935; 10(5): 383-90.
 - (38) National Research Council (U S .) Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances. Washington, DC: National Academy of Sciences; 1943.
 - (39) Page L, Phipard EF. Essentials of an adequate diet ... facts for nutrition programs. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture; 1956.
 - (40) Caso EK, Stare FJ. Simplified method for calculating diabetic diets. J Am Med Assoc. 1947; 133(3): 169-71.
 - (41) Caso EK. Calculation of diabetic diets. J Am Diet Assoc. 1950; 26(8): 575-83.
 - (42) American Diabetes Association, American Dietetic Association. Exchange lists for meal planning. New York; Chicago: American Diabetes Association and American Dietetic Association; 1976.
 - (43) Slowie LA. Using the new Exchange Lists for instructing patients with diabetes. J Am Diet Assoc. 1977; 70(1): 59-61.
 - (44) Wyse BW. Nutrient analysis of Exchange Lists for Meal Planning. I. Variation in nutrient levels. J Am Diet Assoc. 1979; 75(3): 238-42.
 - (45) Franz MJ, Barr P, Holler H, Powers MA, Wheeler ML, Wylie-Rosett J. Exchange lists: revised 1986. J Am Diet Assoc. 1987; 87(1): 28-34.
 - (46) American Diabetes Assoc & American Dietetic Assoc. Exchange Lists for Meal Planning. American Diabetes Association; 1995.
 - (47) American Diabetes Association, American Dietetic Association. Exchange lists for meal planning. Alexandria, VA; Chicago, IL: American Diabetes Association and American Dietetic Association; 1995.
 - (48) Wheeler ML, Franz M, Barrier P, Holler H, Cronmiller N, Delahanty LM. Macronutrient and energy database for the 1995 Exchange Lists for Meal Planning: a rationale for clinical practice decisions. J Am Diet Assoc. 1996; 96(11): 1167-71.
 - (49) Wheeler ML. Nutrient database for the 2003 exchange lists for meal planning. J Am Diet Assoc. 2003; 103(7): 894-920.
 - (50) Wheeler ML, Daly A, Evert A, Franz MJ, Geil P, Holzmeister LA,

- et al. Choose Your Foods: Exchange Lists for Diabetes, Sixth Edition, 2008: Description and Guidelines for Use. *J Am Diet Assoc.* 2008; 108(5): 883-8.
- (51) Ziemer DC, Berkowitz KJ, Panayioto RM, El-Kebbi IM, Musey VC, Anderson LA, et al. A simple meal plan emphasizing healthy food choices is as effective as an exchange-based meal plan for urban African Americans with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2003; 26(6): 1719-24.
- (52) Ahn H-J, Han K-A, Kwon H-R, Koo B-K, Kim H-J, Park K-S, et al. Small Rice Bowl-Based Meal Plan versus Food Exchange-Based Meal Plan for Weight, Glucose and Lipid Control in Obese Type 2 Diabetic Patients. *Korean Diabetes J.* 2010; 34(2): 86-94.
- (53) Cho JW, Kweon MR, Park YM, Woo MH, Yoo HS, Lim JH, et al. A survey of diabetic educators and patients for the revision of korean food exchange lists. *Diabetes Metab J.* 2011; 35(2): 173-81.
- (54) Shaw DI, Tierney AC, McCarthy S, Upritchard J, Vermunt S, Gulseth HL, et al. LIPGENE food-exchange model for alteration of dietary fat quantity and quality in free-living participants from eight European countries. *Br J Nutr.* 2009; 101(5): 750-9.
- (55) Weech M, Vafeiadou K, Hasaj M, Todd S, Yaqoob P, Jackson KG, et al. Development of a food-exchange model to replace saturated fat with MUFAs and n-6 PUFAs in adults at moderate cardiovascular risk. *J Nutr.* 2014; 144(6): 846-55.
- (56) Benezra LM, Nieman DC, Nieman CM, Melby C, Cureton K, Schmidt D, et al. Intakes of most nutrients remain at acceptable levels during a weight management program using the food exchange system. *J Am Diet Assoc.* 2001; 101(5): 554-61.
- (57) Mokubo A. [Food exchange lists for meal planning in the patients with diabetic nephropathy]. *Nippon Rinsho.* 2002; 60(Suppl 10): 752-7.
- (58) Moore C, Gitau R, Goff L, Lewis FJ, Griffin MD, Chatfield MD, et al. Successful manipulation of the quality and quantity of fat and carbohydrate consumed by free-living individuals using a food exchange model. *J Nutr.* 2009; 139(8): 1534-40.
- (59) Kuroda A, Matsuhisa M. [Medical nutrition therapy using food exchange list and carbohydrate counting]. *Nippon Rinsho.* 2012; 70(Suppl 3): 754-8.
- (60) Russolillo G, Marques I. Listas de intercambio de alimentos españoles para la confección de dietas y planificación de menús [Trabajo de Investigación de Tesina]. [Pamplona]: Universidad de Navarra; 2007.
- (61) Salas-Salvadó J. Nutrición y dietética clínica. 2ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2008.
- (62) Jansá M, Roca D, Vidal M. Guía para las personas con diabetes. Bayer Healthcare; 2012.
- (63) Vázquez C, Cos Al, López C, Alcaraz F. Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico. 2ª ed. Madrid: Díaz de Santos; 2005.S