

INVESTIGACIÓN  
QUÍMICA



J.J. Serrano Pérez

Generalitat Valenciana  
Conselleria de Educació, Cultura  
y Deporte  
IES Berenguer Dalmau,  
c/Blasco Ibáñez, 46470  
Catarroja, Valencia  
C-e: serrano\_juaper@gva.es/  
jjserpe@gmail.com  
Recibido: 07/09/2021  
Aceptado: 11/11/2021

# La vida no está hecha para contar calorías

Juan José Serrano Pérez

**Resumen:** Un conocido consejo comercial afirmaba que “la vida no está hecha para contar calorías”. Curiosamente, este exitoso eslogan servía para publicitar un producto muy poco saludable y de muy baja calidad nutricional. Sin embargo, la frase tiene sentido: contar calorías no sirve de mucho cuando hablamos de nutrición y dietética.

**Palabras clave:** termodinámica, bioquímica, calorimetría, nutrición, dietética.

**Abstract:** A well-known commercial stated that “life is not made for counting calories”. Curiously, this successful slogan served to advertise a very unhealthy product of very low nutritional quality. However, the sentence makes sense: counting calories is not useful when it comes to nutrition and dietetics.

**Keywords:** thermodynamics, biochemistry, calorimetry, nutrition, dietetics.

## Introducción

Alimentarse no es lo mismo que nutrirse<sup>[1]</sup>. De hecho, “comer bien” no es “comer de todo”, ya que hay alimentos saludables, como frutas y verduras, y otros que son insanos, como refrescos azucarados y bollería industrial. *Comer equilibrado* es hacer una correcta selección de los alimentos saludables disponibles<sup>[2-7]</sup>.

Cada persona, según diferentes variables (edad, sexo, masa corporal, etc.), tiene que consumir una cantidad determinada de kilocalorías para cubrir sus necesidades energéticas diarias<sup>[8,9]</sup>:

- La energía que se consume en reposo (metabolismo basal).
- El gasto energético debido a nuestra actividad (la que consumimos al andar, leer, estudiar, conducir, hacer ejercicio...).
- La energía necesaria para ejecutar y regular todos los procesos bioquímicos que mantienen las estructuras del organismo y sus funciones.

Entre consejos comerciales engañosos, información desactualizada, mitos y leyendas urbanas, nos puede resultar muy complicado encontrar información veraz de algo tan importante como nuestra alimentación<sup>[4-6,10-14]</sup>. Para poder hacer frente a la desinformación y a nuestros propios sesgos resulta conveniente buscar información publicada por organismos oficiales (ver Tabla I).

## Metabolismo

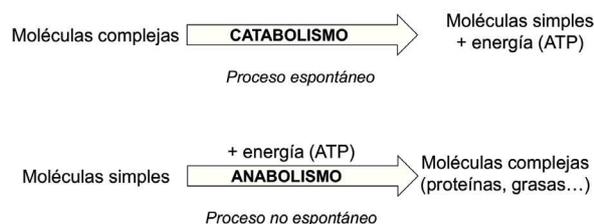
Las células de los seres vivos utilizan una serie de biomoléculas para realizar funciones especializadas, como glúcidos (también denominados carbohidratos o hidratos de carbono),

Tabla I. Organismos relacionados con la alimentación.

Organismo	Web
Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN)	<a href="https://www.aesan.gob.es/">https://www.aesan.gob.es/</a>
European Food Safety Authority (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA)	<a href="https://www.efsa.europa.eu/es">https://www.efsa.europa.eu/es</a>
Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD)	<a href="https://www.fesnad.org/">https://www.fesnad.org/</a>
Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO)	<a href="https://www.seedo.es/">https://www.seedo.es/</a>
Organización Mundial de la Salud (OMS)	<a href="https://www.who.int/es">https://www.who.int/es</a>
Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO)	<a href="http://www.fao.org/home/es/">http://www.fao.org/home/es/</a>

lípidos y proteínas<sup>[15-17]</sup>. El *metabolismo* es el conjunto de procesos físicos y químicos por el cual los sistemas vivos adquieren y usan la energía para llevar a cabo las funciones vitales<sup>[15-17]</sup>. Las reacciones metabólicas son reacciones químicas que tienen lugar entre biomoléculas en un organismo vivo (ver Figura 1), en las cuales la transferencia de electrones (*proceso redox*<sup>[18,19]</sup>) cobra una gran importancia.

Las rutas catabólicas son procesos de degradación u *oxidación* de los nutrientes, mientras que las rutas anabólicas son procesos de biosíntesis (de *reducción*). El cata-



**Figura 1.** Las reacciones anabólicas (biosintéticas) son termodinámicamente desfavorables, y requieren energía en forma de ATP para tener lugar, la cual se obtiene de las reacciones catabólicas (de degradación).

bolismo y el anabolismo están relacionados a través de tres factores:

- **Materia:** las rutas catabólicas proporcionan precursores para el anabolismo.
- **Energía:** las rutas catabólicas proporcionan energía en forma de ATP (adenosín trifosfato) para el anabolismo.
- **Electrones:** las rutas catabólicas proporcionan poder reductor para el anabolismo en forma de una serie de moléculas que pueden actuar como donadoras de electrones.

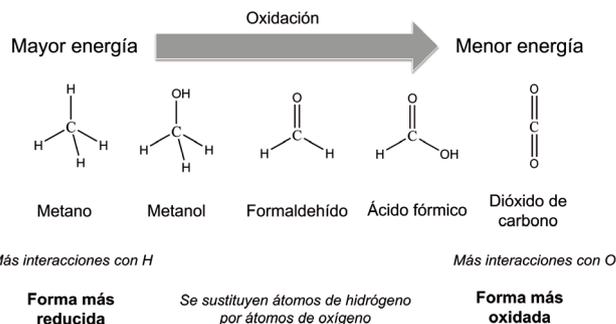
Es precisamente el ATP la molécula que acopla las reacciones catabólicas *espontáneas* (que liberan energía) con las reacciones anabólicas *no espontáneas* (que precisan de un aporte energético para tener lugar), ya que se genera en las primeras y se consume en las segundas.

Por otro lado, las células poseen una serie de “circuitos biológicos” que permiten convertir la energía del flujo de electrones de las reacciones metabólicas en *trabajo útil*, de forma similar a como funciona una pila (en la que la energía liberada por una reacción redox espontánea se convierte en energía eléctrica, gracias al paso de los electrones que intervienen en la reacción a través de un circuito eléctrico externo). La energía en la comida está almacenada en los enlaces que hay entre los diferentes átomos, y para obtener energía a partir de las moléculas que hemos ingerido tenemos que *oxidarlas*.

Por ejemplo, en la *respiración celular* el carbono de una molécula reducida como la glucosa es oxidado completamente a  $\text{CO}_2$ , con la consiguiente reducción del  $\text{O}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ . La síntesis de ATP, termodinámicamente desfavorable, se verifica por estar acoplada a la oxidación de la glucosa, que es un proceso espontáneo. A continuación, la hidrólisis del ATP, que es espontánea, está acoplada a procesos termodinámicamente desfavorables como la biosíntesis, el transporte activo o la contracción muscular.

En general, **cuanto más reducido está un compuesto orgánico, más rico es desde el punto de vista energético**<sup>[13,15-17]</sup>, y por eso se usan como combustibles especies reducidas del carbono, como el gas natural ( $\text{CH}_4$ ) o derivados del petróleo (ver Figura 2). Los *carbohidratos* son ricos en energía química porque contienen cadenas de unidades ( $\text{H}-\text{C}-\text{OH}$ ), y las *grasas* son aún más ricas en energía porque contienen cadenas de unidades ( $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ ), aún más reducidas.

Llamamos *alimentos energéticos* a las grasas y a los glúcidos<sup>[20,21]</sup>, porque nos suministran energía en forma de calor (las grasas) o en forma de trabajo (los glúcidos). Las protei-



**Figura 2.** El grado de reducción de un compuesto es una medida de su capacidad para hacer trabajo químico dentro de la célula. Cuantos más átomos de H tenga la molécula “combustible”, más ATP se podrá obtener a partir de su oxidación.

nas, en determinadas circunstancias, también se pueden utilizar para obtener energía. Los *glúcidos* son “quemados” para obtener con su combustión la energía que necesitamos en la contracción muscular. En cambio, las *grasas* son alimentos destinados a ser quemados para obtener, con su combustión, el calor que mantiene nuestro cuerpo a una temperatura constante<sup>[20,22]</sup> de unos 37 °C.

Por otro lado, el *metabolismo basal* (MB) es la cantidad de energía que consume el organismo en condiciones de reposo físico y mental para mantener las funciones vitales<sup>[1,8,9,21-24]</sup>: metabolismo celular, biosíntesis, mantenimiento de la temperatura corporal y trabajo mecánico interno, como el movimiento de los músculos respiratorios y del corazón. El MB varía en función de diferentes factores: disminuye con la edad, es menor en mujeres que en hombres, disminuye con la pérdida de masa corporal (y de masa muscular), aumenta por cada grado de fiebre, es mayor en climas fríos... Si disminuye el metabolismo basal gastaremos menos kilocalorías de base, con lo cual tendremos menos margen para cometer excesos. De ahí la importancia de hacer ejercicio<sup>[1,24]</sup>.

Por otro lado, la *tasa metabólica* (TM) es el total de requerimientos energéticos para un día<sup>[8,9,21]</sup>, siendo el MB su contribución mayoritaria<sup>[9]</sup> (entre 45 y 70 %). También comprende la energía gastada en la actividad física y mental, y la *ADE* (acción dinámica específica), o *termogénesis dietética*, que representa la energía que se requiere “invertir” para los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes obtenidos a través de los alimentos<sup>[8,21,23,25]</sup>. No se trata de un valor muy elevado (y siempre es muy inferior a la propia energía que aporta el alimento), pero puede tener valores significativos (5 – 15 % del total del consumo energético diario).

## Calorimetría

El trabajo y el calor no son formas de energía, sino agentes de transferencia de la energía<sup>[18,19]</sup>. Por tanto, los cuerpos no tienen calor, sino *energía térmica*, que es aquella energía que posee un cuerpo debido al movimiento desordenado de las partículas que lo constituyen (átomos, iones o moléculas).

La *calorimetría*<sup>[18,19]</sup> es la medida del calor ( $Q$ ) puesto en juego en una reacción química o en un cambio de estado.

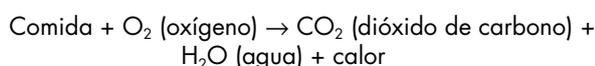
El instrumento utilizado en este proceso se denomina *calorímetro*. Los calorímetros más habituales son:

- **Bomba calorimétrica:** se trabaja a volumen constante y se utiliza para medir calores de combustión, así como para determinar el *contenido energético de los alimentos*<sup>[18]</sup> y los combustibles.
- **Calorímetro a presión constante:** se utiliza en una gran cantidad de reacciones, como neutralizaciones ácido-base, y para determinar calores de disolución y dilución.

Por otro lado, se denomina *calorimetría animal* a los métodos utilizados para medir la energía absorbida y el calor producido por los seres vivos en sus funciones fisiológicas<sup>[9,22]</sup>. Las primeras medidas fueron realizadas en 1783 por Antoine Lavoisier y Pierre-Simon Laplace<sup>[22]</sup>.

Entre otras técnicas<sup>[9]</sup>, se puede emplear la *calorimetría directa*<sup>[9,22]</sup>, menos usual en la actualidad, en la cual se mide directamente el calor liberado por el sujeto por conducción, convección y evaporación (medido a partir de la cantidad de hielo fundido colocado en el calorímetro, y recogido en un recipiente colocado en su parte inferior), o la *calorimetría indirecta*<sup>[9,22]</sup>, que puede ser *por balance energético*, en cuyo caso medimos el valor calórico de los alimentos ingeridos durante un cierto tiempo y restamos el valor calórico de los residuos eliminados (la diferencia entre ambas cantidades será el calor consumido por el organismo), o *por cociente respiratorio*, que es el cociente entre el volumen de CO<sub>2</sub> producido en la combustión de un alimento y el volumen de O<sub>2</sub> consumido en dicha combustión, en las mismas condiciones de presión y temperatura.

Análogamente, el aporte calórico teórico de los alimentos<sup>[8,25]</sup> también se puede calcular en un laboratorio. Se puede determinar la energía que desprende un alimento al reaccionar con oxígeno (esto es, al oxidarse o “quemarse”) midiendo el cambio de temperatura de una referencia, mediante la siguiente reacción química que tiene lugar en nuestras células:



Básicamente, se coloca una muestra de comida en un calorímetro, se rellena de oxígeno y mediante un filamento de alta temperatura se provoca su ignición. El calor generado al quemar sus componentes orgánicos (carbohidratos, grasas y proteínas) modifica la temperatura de un baño de agua que rodea a todo el recipiente. Sabiendo la cantidad total de agua que hay en el baño y el cambio de temperatura producido, se puede calcular el cambio de temperatura equivalente a un gramo de agua y, de esa forma, conocer el valor de las calorías generadas durante la combustión.

## Calorías

Pese a que cualquier unidad de energía es válida para expresar cantidades de calor, se suele utilizar la *caloría*<sup>[13,16,18,25,26]</sup>, que es la energía necesaria para elevar a presión normal la temperatura de 1 gramo de agua 1 °C.

**Tabla II.** Densidad energética de los nutrientes, expresada en kcal aportada por gramo consumido de nutriente.

Nutriente	Valor calórico (kcal/g)	
	En laboratorio ( <i>in vitro</i> )	En combustión fisiológica ( <i>in vivo</i> )
Glúcidos	4.2	4.1
Grasas	9.4	9.3
Proteínas	5.4	4.1

Antiguamente se empleaba la *Caloría dietética*<sup>[13,18,19]</sup> para describir el contenido de energía de los alimentos, y tenía el valor de una *kilocaloría* (1 kcal = 1000 cal). Se le asignaba el símbolo *Cal* para diferenciarla de la caloría propiamente dicha, de símbolo *cal*. Esta costumbre se abandonó y ahora se emplea directamente la kilocaloría.

De entre los alimentos energéticos<sup>[9,21,22]</sup>, los glúcidos proporcionan 4.1 kcal/g, mientras que las grasas proporcionan 9.3 kcal/g, y las proteínas aportan 4.1 kcal/g (ver Tabla II).

En el laboratorio (*in vitro*), es decir, en la bomba calorimétrica, los alimentos se oxidan por completo. En el organismo (*in vivo*) los alimentos experimentan una oxidación igualmente completa, aunque de forma gradual. La única discrepancia se observa en el nitrógeno proteico, que en la bomba calorimétrica se oxida a ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), mientras que en el organismo no pasa de amoníaco (NH<sub>3</sub>) o urea ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) – poner ambos “2” como subíndices, es decir, *las proteínas no se oxidan completamente*<sup>[21,27,28]</sup>, a diferencia de carbohidratos y grasas. En los demás casos (azúcares, grasas y cadenas carbonadas de aminoácidos) la cantidad de energía liberada *in vitro* e *in vivo* es aproximadamente la misma. Los valores *in vivo* son ligeramente inferiores por tres razones:

- La no oxidación del NH<sub>3</sub> en el organismo.
- Asimilación incompleta de los alimentos ingeridos (por ejemplo, parte se elimina por las heces).
- Oxidación incompleta de los alimentos absorbidos (verbigracia: en la orina se eliminan aminoácidos y otros compuestos orgánicos).

Los valores de la Tabla II son conocidos como *coeficientes de Atwater*<sup>[8,21,23,25,27–30]</sup>. Para obtener estos valores se calcula la energía de combustión de diversos tipos y composiciones de alimentos, así como la energía de los residuos generados tras su digestión y metabolización. La diferencia entre ambos da lugar a un coeficiente que se puede relacionar con la energía que se ha absorbido. Este es el enfoque del método que utilizó el químico Wilbur Olin Atwater<sup>[8,23,25,27,28]</sup> para calcular la energía de los alimentos entre 1891 y 1910, aunque M. Rubner<sup>[27,28]</sup> ya había hecho algunos estudios al respecto en 1885. Con la energía de combustión de alimentos y heces, unos coeficientes de digestibilidad y añadiendo un factor relacionado con las pérdidas realizadas a través de la orina, analizó diferentes combinaciones de macronutrientes (carbohidratos, grasas, proteínas). Los resultados se simplificaron y redondearon a unos valores finales para cada tipo de nutriente.

Sin embargo, hemos de tener en cuenta que los experimentos de Atwater presentan importantes limitaciones<sup>[27, 29, 30]</sup>. Además, el proceso de metabolización de un alimento es muy complejo, con diferentes variables fisiológicas y bioquímicas implicadas, por lo que valorar su aportación energética final a partir de la combustión que ocurre en un calorímetro puede resultar demasiado simplista. El cuerpo humano es mucho más complejo que un calorímetro<sup>[8, 25]</sup>, aunque podríamos decir que, en el proceso de la obtención de la energía, el inicio (comida y O<sub>2</sub>) y el final (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y energía) son similares, generándose energía química de forma gradual, localizada y progresiva. Sin embargo, el proceso es muy diferente.

Asimismo, dado que no podemos utilizar toda la energía teórica que nos puede aportar un alimento, se prefiere utilizar el concepto de *energía metabolizable*<sup>[8, 9, 27, 30]</sup>, que es la diferencia entre la *energía total* y la *energía no aprovechada*, que es la que *desperdiciamos* con los restos del alimento que no absorbemos y que expulsamos mediante las heces, la orina o los gases. Además, no toda la energía metabolizable está disponible para la producción de ATP<sup>[9]</sup>, ya que hay otros procesos que pueden reducir este valor (energía liberada en forma de calor por la fermentación microbiana y la termogénesis de los alimentos).

Por otro lado, al hablar de los coeficientes de Atwater nos centramos en los diferentes tipos de macronutrientes, pero no consumimos "proteínas", por ejemplo, sino alimentos que las contienen. Y esos alimentos contienen sustancias importantes como agua y fibra, aparte de otros macronutrientes, micronutrientes (vitaminas y minerales), colesterol, etc. Es un error pensar que el valor nutricional de la comida es la suma de todos sus nutrientes individuales (una corriente denominada *nutricionismo*<sup>[5, 6]</sup>) sin tener en cuenta factores tan importantes como las interacciones entre diferentes alimentos o el contexto general de la dieta.

Por otro lado, la calidad nutricional de un alimento suele ser un factor más importante que las kilocalorías que aporta. En este sentido, las *calorías vacías*<sup>[1-3, 6, 24, 26, 31]</sup> son aquellas cuyo aporte energético no es utilizado por nuestro organismo para nutrirse. Un ejemplo es el alcohol, cuyo consumo no es aconsejable ni siquiera en cantidades moderadas<sup>[1, 2, 24-26, 31, 3-6, 8, 10, 12, 23]</sup>. Además de ser muy perjudicial para la salud, el alcohol aporta la nada despreciable cifra<sup>[1, 9, 28, 30]</sup> de 7 kcal/g, y detiene la oxidación de grasas y de hidratos de carbono, es decir, provoca que los almacenemos<sup>[1]</sup>.

## No todos los nutrientes son iguales

Los tres principales grupos de macronutrientes<sup>[1, 2, 17-19, 23-26, 28, 32, 33, 34, 5, 6, 8, 12, 13, 15, 16]</sup> son carbohidratos, grasas y proteínas.

De entre los carbohidratos (ver Figura 3), los monosacáridos (glucosa, fructosa, etc.) y los disacáridos (como la sacarosa, el azúcar de mesa) son los "azúcares" o carbohidratos simples. Los carbohidratos complejos son oligosacáridos y polisacáridos, como el almidón.

En la dieta conviene evitar los *carbohidratos refinados*<sup>[1-3, 5, 8, 23, 25]</sup>, que se refieren principalmente a alimentos fabricados con gran cantidad de cereales refinados y azúcares

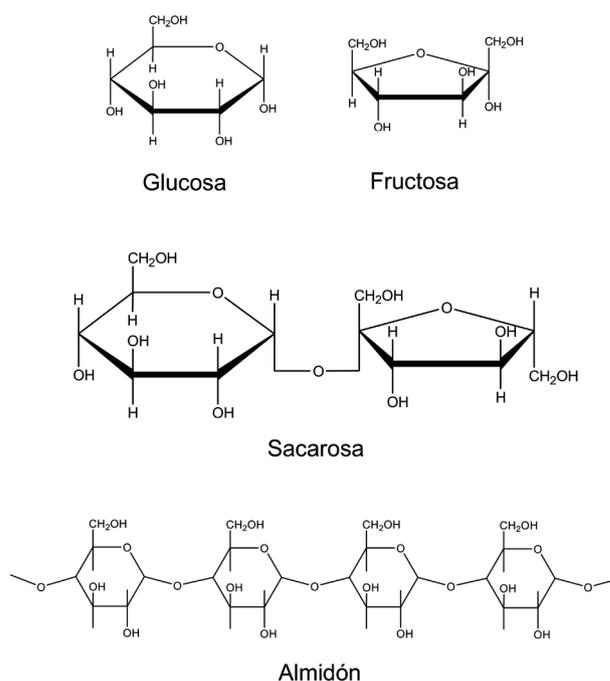


Figura 3. Estructura química de algunas biomoléculas: glúcidos.

(es decir, monosacáridos y disacáridos). La digestibilidad y absorción de todos esos alimentos es muy elevada y se comen sin esfuerzo. Así, se fraccionan fácilmente en sus unidades básicas (moléculas de glucosa) que son absorbidas durante el proceso digestivo y llegan con rapidez y en grandes cantidades al torrente sanguíneo. Como los niveles de azúcar en la sangre deben mantenerse estables (la glucosa es tóxica en condiciones elevadas), el páncreas segrega insulina para bajar el nivel de glucosa en sangre, que se almacena como glucógeno o se transforma en grasas. Pero si el proceso se repite muy a menudo, se puede desarrollar una falta de sensibilidad a la insulina<sup>[1, 5, 23]</sup>, así que el páncreas necesitará segregar cada vez más cantidad para retirar ese azúcar de la sangre. A largo plazo esto puede conducir a importantes desequilibrios en el metabolismo.

Metabólicamente la rapidez de absorción de los carbohidratos se describe mediante el *índice glucémico* (IG) o la *carga glucémica* (CG) de los alimentos<sup>[1-3, 8, 10, 23, 25, 26]</sup>. Cuantos más altos sean sus valores, más facilidad y rapidez de absorción tiene el alimento. Eso sí, un alimento con bajo IG no es un alimento bajo en carbohidratos, sino bajo en carbohidratos de absorción rápida. Y un alimento sin carbohidratos como la mantequilla o el aceite no tiene IG.

Por la misma razón, la OMS recomienda limitar los *azúcares libres*<sup>[2, 3, 5, 6, 8, 12, 23, 25, 27, 31]</sup>, es decir, los monosacáridos y los disacáridos que los fabricantes añaden a los alimentos (el azúcar que se usa en productos procesados, bollería, refrescos, etc.), y también el de los zumos de frutas. También se incluyen el azúcar blanco y el azúcar moreno (no hay grandes diferencias nutricionales entre ambos<sup>[5, 12, 24, 26]</sup>).

Por otro lado, el ser humano puede sintetizar 11 de los 20 aminoácidos que pueden formar parte de las proteínas. Los

otros 9, denominados *esenciales*, deben ser obtenidos de la dieta. Se han descrito efectos de las proteínas de la dieta en el mantenimiento y la pérdida de peso, ya que modulan la saciedad y También son clave en el crecimiento y el mantenimiento de la masa muscular y en la salud de los huesos [23]. Asimismo, cuando se combinan con carbohidratos los niveles de glucosa en sangre se mantienen estables y no se producen picos de insulina<sup>[1]</sup>. La calidad nutricional de una proteína no depende únicamente de los aminoácidos que contiene, sino también de la capacidad de dichos aminoácidos de ser asimilados por el organismo<sup>[3,5]</sup>.

Finalmente, las grasas neutras o *triacilglicéridos* son lípidos simples formados por la esterificación de tres moléculas de ácidos grasos con una molécula de glicerina (ver figura 4). Los ácidos grasos pueden ser *saturados* (con solo enlaces simples CC) o *insaturados* (con al menos un doble enlace C-C). A igualdad de longitud de cadena, los ácidos grasos saturados tienen puntos de fusión más elevados que los insaturados, por lo que los primeros suelen ser sólidos, y los segundos, líquidos. Además, como la existencia de un doble enlace puede dar lugar a isomería *cis-trans*, podemos tener ácidos grasos *cis* y ácidos grasos *trans*. Los *ácidos grasos esenciales* son aquellos que el organismo no puede sintetizar, por lo que deben obtenerse por medio de la dieta. Se trata de ácidos grasos poliinsaturados con todos los dobles enlaces en posición *cis*.

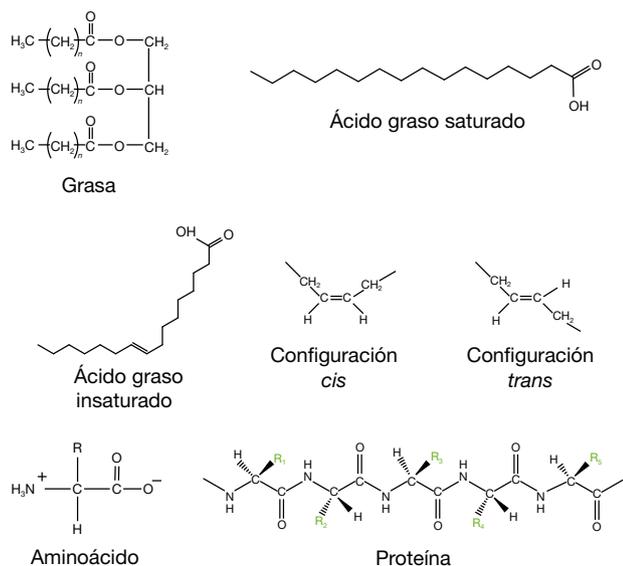


Figura 4. Estructura química de algunas biomoléculas: ácidos grasos, grasas, aminoácidos y proteínas.

Las grasas en las que abundan los ácidos grasos saturados se denominan *grasas saturadas*. Estas grasas pueden formar depósitos en las paredes de los vasos sanguíneos, obstruyéndolos y dificultando con ello el paso de la sangre. Suelen ser grasas de origen animal (excepto los aceites de pescado, que suelen ser poliinsaturados). Las grasas insaturadas, en cambio, suelen ser líquidas, y las llamamos *aceites*. Al ser también de naturaleza lipídica, pueden disolver los depósitos de grasas saturadas sólidas que se van formando

en las arterias (*semejante disuelve a semejante*). Son principalmente grasas vegetales.

A mediados del siglo XX se pensó que una alternativa más saludable a la utilización de grasas saturadas en productos ultraprocesados era utilizar *grasas trans* artificiales, obtenidas añadiendo hidrógeno a los aceites vegetales insaturados, para convertirlos en saturados. Paradójicamente, desde hace décadas una gran cantidad de estudios han asociado el consumo de grasas parcialmente hidrogenadas con importantes problemas de salud.<sup>[5,8,12,23,25,26]</sup>

## Diets

Una *dieta* o *patrón dietético* se refiere a las cantidades, proporciones, variedad o combinaciones de diferentes alimentos y bebidas en la dieta, y la frecuencia con la que se consumen habitualmente<sup>[2,4,6-8,10,20,25]</sup>. La dieta humana se considera equilibrada si aporta los macronutrientes, micronutrientes y energía en cantidades tales que permiten mantener las funciones del organismo en un contexto de salud física y mental. Esta dieta equilibrada es particular de cada persona. Según la EFSA<sup>[9]</sup> la ingestión media debería variar entre 1688 y 3657 kcal/día en hombres, y entre 1373 y 2725 kcal/día en mujeres.

Por lo general, se considera que una dieta equilibrada es la que se encuentra en los siguientes rangos: 45 – 55 % de carbohidratos, 15 – 25 % de proteínas y 25 – 35 % de grasas<sup>[6,8,23,25]</sup>. Así se establece en el consenso FESNAD-SEEDO<sup>[1]</sup>. Por su lado, la EFSA establece los siguientes porcentajes de la energía total aportada en la dieta<sup>[32-34]</sup>: carbohidratos (45 – 60 %), grasas (20 – 35 %) y proteínas (12 – 20 %).

Por lo que respecta a las proteínas, la OMS y la EFSA establecen claramente que la cantidad mínima que debemos consumir en nuestra dieta es de 0.83 gramos por kilogramo



Figura 5. El Plato de Harvard (Fuente: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-plate/translations/spanish/>)

<sup>1</sup> <https://www.fesnad.org/index.php?seccion=dinamico&subSeccion=documento&idF=11>

de masa corporal y por día<sup>[8,34,35]</sup>. Respecto a grasas y carbohidratos, el mensaje es que debería preocuparnos más la *calidad* que la *cantidad*.

A lo largo de los años se han desarrollado *pirámides alimentarias* y *guías dietéticas* para educar nutricionalmente a la población<sup>[2,5,8,25]</sup>, y últimamente se han propuesto modelos de “platos saludables” (ver Figura 5) que informan sobre tipos de alimentos saludables y su proporción:

También han surgido iniciativas para informar al consumidor acerca de la calidad de los alimentos. Una de las más recientes es el sistema denominado *Nutriscore*<sup>[2,5]</sup>, una propuesta que mediante colores y letras pretende transmitir al consumidor la calidad nutricional de los alimentos basándose en las cantidades y proporciones de diversos nutrientes (ver Figura 6).



Figura 6. Logo del Nutriscore (Fuente: Wikipedia).

Nutriscore propone cinco niveles para caracterizar un alimento como más o menos saludable con letras (A, B, C, D, E) y colores (verde oscuro, verde claro, amarillo, naranja, rojo). El nivel más saludable es el A (verde oscuro) y el menos saludable el E (rojo). El sistema acierta en muchos casos<sup>[5]</sup>, pero no está exento de problemas<sup>[2]</sup>.

También nos puede resultar útil la clasificación NOVA, que se basa en distinguir los diferentes grados de procesamiento de los alimentos<sup>[2,5,23,25]</sup>. Si bien no es una clasificación dietética, nos puede servir para identificar ciertos productos que deberían ser evitados en una dieta saludable:

- Grupo 1: alimentos no procesados o mínimamente procesados.
- Grupo 2: ingredientes culinarios procesados.
- Grupo 3: alimentos procesados.
- Grupo 4: alimentos ultraprocesados.

Los alimentados ultraprocesados<sup>[2,4-6,8,25,26]</sup> son productos que suelen contener grandes cantidades de azúcar, grasas y sal, son muy palatables (con sabores intensos) y suelen ser muy baratos y con una larga vida útil, de ahí que se diga que “comer bien no es caro, pero comer mal es muy barato”.

## ¿Sirve de algo contar calorías?

El cuerpo humano no es un sistema simple en el que únicamente entra y sale energía. Para adelgazar, todo se reduciría a comer menos y gastar más, pero el asunto es mucho más complicado<sup>[1,5,6,10,13,23,26]</sup>.

La existencia de la ADE constituye un buen ejemplo de que no todo consiste en sumar calorías<sup>[6]</sup>: alimentos cuya digestión sea costosa desde el punto de vista energético, como los frutos secos<sup>[2-8,13,23,25]</sup>, acabarán aportando menos

calorías que las teóricas. En efecto, las nueces, almendras, pistachos, avellanas o anacardos son conocidos por su elevada densidad energética y por contener mucha grasa. Sin embargo, su consumo se asocia a un menor peso corporal, según la evidencia científica. Esto puede ser debido a que son alimentos complicados de digerir; además, son capaces de poner en marcha los mecanismos metabólicos que activan la saciedad, con lo que acabaremos comiendo menos.

Ocurre lo contrario con alimentos muy fácilmente digeribles. El ejemplo más claro es que *beber zumo no equivale a comer fruta*<sup>[1,2,26,31,4-6,8,12,23-25]</sup> porque la masticación desaparece, la digestión y absorción se producen más rápidamente y se producen picos de insulina<sup>[1,23,24]</sup>. Además, seguramente nos sentiremos saciados si nos comemos 3 naranjas enteras, cosa que no ocurrirá con un zumo hecho con 3 naranjas, por lo que quizás picaremos alguna otra cosa.

Por otro lado, aunque se ingiera una proporción de carbohidratos, proteínas y grasas que se pueda considerar equilibrada, utilizando los limitados factores de Atwater y examinado los alimentos concretos de nuestra dieta para conocer qué cantidad contienen de cada macronutriente (cantidades que están basadas únicamente en estimaciones<sup>[6]</sup>), la clave para determinar si nuestra dieta es saludable es su *calidad nutricional*<sup>[2,5,8,23,25,26]</sup>. Una dieta basada en alimentos ultraprocesados podría ser equilibrada, pero no saludable.

## Conclusiones

Pese a que no lo parezca al leer las etiquetas de los alimentos o escuchar los consejos comerciales, más que contar calorías o calcular porcentajes de nutrientes, deberíamos centrarnos en la calidad nutricional de los alimentos, en sus combinaciones en el contexto general de nuestra dieta, en lo que nos sacian y lo que nos aportan.

Las pirámides alimentarias y los consejos nutricionales han ido variando en las últimas décadas. Esto no debe sorprendernos, ni hacernos desconfiar de la comunidad científica, pues la ciencia es dinámica y los diferentes modelos y teorías van modificándose gracias a nuevos descubrimientos empíricos o nuevos desarrollos teóricos.

## Bibliografía

- [1] Quintas Á. *Adelgaza para siempre: De forma fácil, saludable y definitiva*. Barcelona: Editorial Planeta, 2017.
- [2] Jiménez L. *Lo que dice la ciencia sobre comer saludable*. Barcelona: Plataforma Editorial, 2019.
- [3] Basulto J, Mateo M J. *No más dieta: Por qué las dietas «milagrosas» no funcionan o cómo aprender a comer saludablemente*[M]. Barcelona: Editorial DeBolsillo, 2014.
- [4] Basulto J, Cáceres J. *Dieta y cáncer: Qué puede y qué no puede hacer tu alimentación*. Barcelona: Editorial Planeta, 2019.
- [5] Lurueña M Á. *Que no te lïen con la comida*. Barcelona: Ediciones Destino, 2021.
- [6] Sánchez García A. *Mi dieta cojea: Los mitos sobre nutrición que te han hecho creer* Barcelona: Ediciones Paidós, 2016.

<sup>2</sup> <https://juanrevenga.com/2021/02/nutriscore-estos-son-mis-principios-y-si-no-le-gustan-tengo-otros/>

- [7] Sánchez García A. Mi dieta ya no cojea: La guía práctica para comer sano sin complicaciones. Barcelona: Ediciones Paidós, 2018.
- [8] Jiménez L. Lo que dice la ciencia sobre dietas, alimentación y salud. Barcelona: Plataforma Editorial, 2013.
- [9] EFSA Scientific Panel on Dietetic Products (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy. EFSA Journal, 2013, 11(1): 1–112. DOI:10.2903/j.efsa.2013.3005.
- [10] Revenga J. Adelgázame, miénteme. Barcelona: Ediciones B, 2015.
- [11] Varela Moreiras G. Libro Blanco de la Nutrición en España. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2013. DOI: [https://www.seedo.es/images/site/documentacionConsenso/Libro\\_Blanco\\_Nutricion\\_Esp-2013.pdf](https://www.seedo.es/images/site/documentacionConsenso/Libro_Blanco_Nutricion_Esp-2013.pdf).
- [12] Herrero M. Los falsos mitos de la alimentación. Madrid: CSIC y Los libros de la Catarata, 2018.
- [13] Mulet J M. Comer sin miedo: mitos, falacias y mentiras sobre la alimentación en el siglo XXI. Destino, 2014.
- [14] Mulet J M. ¿Qué es la vida saludable? Barcelona: Ediciones Destino (Editorial Planeta), 2019.
- [15] Nelson D L, Cox M M. Lehninger Principios de Bioquímica. 4a ed. Barcelona: Editorial Omega, 2004.
- [16] Stryer L, Berg J M, Tymoczko J L. Bioquímica. 5a ed. Barcelona: Editorial Reverté, 2003.
- [17] Karp G. Biología Celular y Molecular: Conceptos y Experimentos. 5a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2008.
- [18] Chang R, Goldsby K A. Química. 12a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2017.
- [19] Petrucci R H, Herring F G, Madura J D. Química General. 10a ed. Madrid: Pearson Educación, 2011.
- [20] Lajusticia A M. La alimentación equilibrada en la vida moderna. 6a ed. Madrid: Editorial EDAF, 2014.
- [21] Vinagre F, Mulero M R, Guerra J F. Cuestiones curiosas de química. Madrid: Alianza Editorial, 2003.
- [22] Herráez Domínguez J V, Delegido Gómez J. Elementos de física aplicada y biofísica. 3a ed. Valencia: Universitat de València, 2015.
- [23] Jiménez L. Lo que dice la ciencia para adelgazar de forma fácil y saludable. Barcelona: Plataforma Editorial, 2012.
- [24] Quintas Á. Las recetas de Adelgaza para siempre: Menús fáciles, variados y saludables. Barcelona: Editorial Planeta, 2018.
- [25] Jiménez L. Lo que dice la ciencia sobre dietas, alimentación y salud. Volumen 2. Barcelona: Plataforma Editorial, 2017.
- [26] Mulet J M. ¿Qué es comer sano? Barcelona: Ediciones Destino (Editorial Planeta), 2018.
- [27] Sánchez-Peña M, Márquez-Sandoval F, Ramírez Anguiano A. Calculating the metabolizable energy of macronutrients: a critical review of Atwater's results. Nutrition Reviews, 2017, 75: 37–48. DOI:10.1093/nutrit/nuw044.
- [28] Merrill A, Watt B. Energy Values of Food ... basis and derivation. <https://www.ars.usda.gov/>: United States Department of Agriculture, 1973(1973). <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/Data/Classics/ah74.pdf>.
- [29] Southgate D A T, Durnin J V G A. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets[J/OL]. British Journal of Nutrition, 1970, 24(2): 517–535. <https://www.cambridge.org/core/article/calorie-conversion-factors-an-experimental-reassessment-of-the-factors-used-in-the-calculation-of-the-energy-value-of-human-diets/521FA3D3C7CCC948A6B356E72637A75C>. DOI: 10.1079/bjn19700050.
- [30] Southgate D A T. The Relationship Between Food composition and Available Energy. <http://www.fao.org/>: A.R.C. Food Research Institute, Norwich, UK, 1981(1981). <http://www.fao.org/3/M2847E/M2847E00.htm>.
- [31] Casabona C, Basulto J. Beber sin sed. Guía para elegir bien lo que bebas. Barcelona: Paidós, 2020.
- [32] EFSA Scientific Panel on Dietetic Products (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal, 2016, 8(3): 1–77. DOI:10.2903/j.efsa.2010.1462.
- [33] EFSA Scientific Panel on Dietetic Products (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal, 2016, 8(3): 1–107. DOI:10.2903/j.efsa.2010.1461.
- [34] EFSA Scientific Panel on Dietetic Products (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. EFSA Journal, 2012, 10(2): 1–66. DOI:10.2903/j.efsa.2012.2557.
- [35] López Fandiño R. Las proteínas de los alimentos. Colección ¿Qué sabemos de? Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Los libros de la Catarata, 2014.

