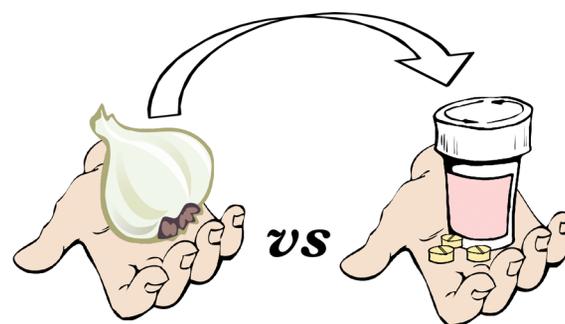


Nutracéuticos, alimentos funcionales y su producción



En nuestros días, la alimentación ya no se basa sólo en lo que cocinamos, sino también en lo que ingerimos como complementos. Vivimos invadidos por una gran variedad de productos: vitaminas, aminoácidos, extractos vegetales, omega-3, etc. En el presente trabajo aclaramos algunos conceptos importantes, tales como nutraceuticos, alimentos funcionales y alimentos fortificados, así como la forma de producirlos.

Martín Cruzado y Juan Carlos Cedrón*

En estos tiempos modernos, la alimentación y el “comer sano” se han puesto de moda. Es así como escuchamos cada vez más los conceptos de “nutracéuticos”, “alimentos funcionales” o “alimentos fortificados”. Pero, ¿nos hemos detenido a pensar qué son? Es más, ¿sabemos en qué difieren estos conceptos?

La función principal de nuestra dieta es la de aportar los nutrientes necesarios para desarrollar nuestras actividades. En este punto, cabe mencionar que no sólo son necesarios los tres grandes pilares de la alimentación (proteínas, carbohidratos y grasas) sino que muchas otras sustancias químicas, ya sea de tipo orgánico o inorgánico, tienen efectos físicos y psicológicos beneficiosos. En efecto, se ha descubierto que muchos alimentos tradicionales, como las verduras, frutas, soya o la leche contienen componentes menos conocidos que pueden ser positivos para la salud.

El concepto de alimento funcional surgió en Japón hace ya unos 30 años, cuando se planteó un nuevo concepto de alimentos desarrollados específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedades.¹ Así, el Consejo Internacional de Información sobre Alimentos (abreviado IFIC en inglés) define a un alimento funcional como aquel alimento que se consume como parte de una dieta normal y que contiene ciertos compuestos que son beneficiosos para la salud. Estos compuestos pueden ser variados: minerales, vitaminas, antioxidantes, etc.

Así, un tomate puede ser considerado un alimento funcional, pues el licopeno que contiene es un antioxidante que reduce el riesgo de enfermedades. El ajo (figura 1a), como se verá más adelante, sería otro ejemplo. Asimismo, se pueden combinar alimentos funcionales entre sí para generar mezclas que puedan ser beneficiosas por la combinación de compuestos obtenidos.

Un nutraceutico, por otro lado, es un suplemento dietético concentrado, hecho a partir de una sustancia natural bioactiva presente en los alimentos y que proporciona un efecto favorable sobre la salud, superior al que tendría el alimento normal.² El término nutraceutico fue formado en 1989 a partir de las palabras “nutrición” y farmacéutico”, por el Dr. Stephen DeFeli-ce, Presidente de la Fundación para la Innovación en Medicina (FIM en inglés).³ Los nutraceuticos, por tanto, son aislados y/o purificados de los alimentos mediante métodos no desnaturantes y tienen una presentación diferente: normalmente se comercializan en forma de polvo, cápsulas, jarabes, etc.

Un tercer concepto es el de alimento fortificado. Este alimento es aquel al que se le ha añadido algún componente beneficioso para la salud. Un ejemplo es la leche enriquecida en omega-3: las propiedades de la leche se ven fortalecidas por la adición de compuestos beneficiosos para el corazón y la salud mental como los ácidos grasos omega-3. Ejemplos de los tres tipos de sustancias alimenticias se muestran en la figura 1, para el caso particular del ajo.

Como podemos ver, tenemos tres conceptos muy di-

* Martín Cruzado es Químico Farmacéutico y Bioquímico y Magister en Química. Juan Carlos Cedrón es profesor de química del Departamento de Ciencias de la PUCP. Es doctor en Química Orgánica y ha publicado diversos artículos científicos en el área de química orgánica y alcaloides (jccedron@pucp.edu.pe). [Actualmente JCC se encuentra de profesor en la Universidad de Ingeniería y Tecnología, UTEC, Perú]

1. Chen, Z. y col. *J. Agric. Food Chem.* **2009**, 57, 4485-4499. (☒)
2. Lozano Teruel, J.A.: “Qué son los nutraceuticos”. diario La Verdad de Murcia, España (en línea), 18/03/2005. (☒ Acceso enero 2013)
3. Kalra, E. K.: *AAPS Pharm Sci* **2003**, 5 (3), Article 25.



Figura 1: el ajo y perejil como alimentos funcionales (a), un nutracéutico de ajo (b) y un alimento de ajo fortificado con perejil (c). [imágenes tomadas de fuentes que no requieren atribución y/o permisos]

ferentes, pero íntimamente relacionados: todos comparten la idea de un alimento que tiene algún beneficio para la salud. Si bien es cierto que son los nutracéuticos los productos que proporcionan un mayor beneficio para la salud, también son los que más regulación tienen: se rigen por reglas similares a la de los medicamentos, planteadas por Administración para los Fármacos y Alimentos de los EE.UU. (FDA). Por tal motivo, los productos que vemos en los mercados y que adquirimos suelen ser alimentos funcionales ya que los nutracéuticos son difíciles de adquirir, además de costosos.

Obtención de nutracéuticos

¿Cómo obtenemos alimentos ricos en sustancias beneficiosas para la salud? Para ello es necesario preparar concentrados de estos alimentos mediante diversas técnicas físicas o químicas, tales como centrifugación, extracción por solventes, precipitación, cromatografía, etc. La elección de la técnica a emplear depende mucho de las sustancias de interés y de su comportamiento químico: si son polares o apolares, el tamaño molecular, la presencia de grupos hidrofílicos o hidrofóbicos y la estabilidad, entre otras. Por tanto, es imprescindible conocer cuáles son las sustancias químicas presentes en el alimento que son responsables del beneficio para la salud.

Volvamos al ejemplo del ajo. Este alimento ha sido usado desde hace siglos como alimento debido a su carácter picante, pero también se le conocen propiedades medicinales, tales como reducir la presión sanguínea y los niveles de colesterol y ayudar al sistema inmunológico en la protección frente a resfriados. Cuando el ajo se muele, se liberan compuestos químicos que contienen azufre, los cuales son responsables de su sabor característico. Entre ellos encontramos a la alicina y el ajoeno (ver Figura 2), que son las sustancias responsables de las propiedades medicinales del ajo. Al observar las estructuras de estos dos compuestos podemos deducir que no son

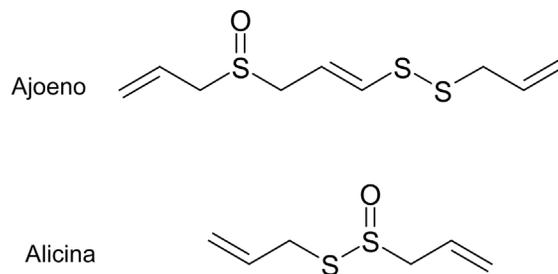


Figura 2: Estructuras químicas de la alicina y el ajoeno, dos compuestos presentes en el ajo.

muy polares, pues carecen de grupos hidrofílicos tales como oxhidrilos o sulfhidrilos. Es más, son compuestos poco estables con la temperatura: si el ajo se calienta por encima de 60°C, las sustancias mencionadas se degradan. Por tanto, para la fabricación de concentrados de ajo es necesario el uso de solventes poco polares, capaces de extraer los compuestos químicos deseados, para luego concentrar estos extractos y así obtener un preparado rico en las sustancias de interés.

En los últimos años la filtración se ha convertido en una técnica rápida y sencilla de obtener concentrados a partir de soluciones acuosas. La técnica consiste en pasar la muestra a través de un filtro, con la idea de que ciertas partículas queden retenidas y las que nos interesan pasen a través de él. Dependiendo del tamaño del poro, podemos tener diversos tipos de filtración, tales como microfiltración (tamaño del poro entre 0,1 y 10 µm), ultrafiltración (0,005 a 0,05 µm) o nanofiltración (0,0005 a 0,005 µm). El tipo de sustancias que quedan retenidas en el filtro depende del tamaño molecular que posean. Por ejemplo, con la filtración normal podemos eliminar partículas sólidas en suspensión, pero con la microfiltración se puede retirar bacterias y algunos compuestos responsables del color. La ultra y micro filtración, al tener un tamaño de poro más pequeño, son capaces de retener pigmentos, azúcares y proteínas, produciendo así un filtrado más limpio y en el que, al retirar el solvente, podremos tener a nuestros compuestos de interés en una mayor proporción.⁴

Un ejemplo del uso de la filtración a nivel industrial se da en la producción de jugo de manzana. El jugo de manzana como lo conocemos es un líquido claro, pero es porque ha sido purificado durante su producción. El jugo de manzana contiene varios compuestos fenólicos, tales como flavonoides y derivados del ácido cinámico, los cuales son responsables no sólo de las propiedades del jugo propio, sino que también son usados para medir la calidad del jugo producido. En efecto, un estudio realizado con el jugo de manzana demostró que pasar el jugo por ultrafiltración a temperatura ambiente (20°C) permite obtener un jugo de color claro, adecuado para el mercado y con un contenido de compuestos fenólicos que garantizan su estabilidad y propiedades. La tabla 1 muestra la comparación entre la micro y la ultrafiltración en el caso del jugo de manzana, donde se aprecia la variación en el contenido de compuestos fenólicos

4 J. Rodríguez, J. y col.: *J. Agric. Food Chem.* **1999**, *47*, 558-565.

Tabla 1: Resultados del proceso de micro y ultrafiltración en el color y la concentración de compuestos fenólicos presentes en el jugo de manzana.

| Proceso a 20°C | Epicatequina (mg/L) | Ácido clorogénico (mg/L) | Índice de color |
|-----------------|---------------------|--------------------------|-----------------|
| Microfiltración | 39,5 | 287,0 | 1,84 |
| Ultrafiltración | 39,8 | 302,3 | 2,60 |

(medidos como epicatequina y ácido clorogénico) entre estos dos métodos.⁵ La elección de una técnica con respecto a la otra se realiza luego de comparar ambos métodos y de cuantificar los compuestos de interés.

La filtración como proceso de obtención de nutraceuticos

Si hemos hecho alguna vez la filtración de una solución a través de papel filtro sabemos que este es un proceso que necesita un tiempo importante, pues se realiza por gravedad. Para acelerarlo, es posible someter al líquido a una determinada presión, para que atraviese el filtro a una velocidad que haga atractivo el proceso desde el punto de vista comercial. La Sección Química de la PUCP, por ejemplo, cuenta con un equipo de filtración como el que se muestra en la figura 3: es un aparato de acero con capacidad de 250 mL, el cual es cerrado y sometido a una presión de 10 - 20 atm para que la muestra pase a través del filtro. Los filtros son circulares e intercambiables, y pueden ser usados varias veces, dependiendo del cuidado que se tenga con su mantenimiento.

El proceso de filtración retiene diversos sólidos y compuestos de gran tamaño molecular, y se obtiene una solución mucho más clara que la de partida. Una vez obtenido el filtrado se puede cuantificar el contenido de compuestos de interés y, de esta manera, obtener un concentrado que puede llamarse nutraceutico.

Nutraceuticos de la alcachofa: un proceso de filtración hecho en la PUCP

La alcachofa (*Cynara scolymus*) es un alimento común a nivel mundial con propiedades biológicas interesantes, tales como hepatoprotectora, antibacteriana, antioxidante y antifúngica. Las propiedades que posee se deben principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente derivados del ácido cafeico, tales como el ácido clorogénico y la cinarina, así como otros compuestos como la cynaropicrina, una lactona sesquiterpénica (figura 4). Tanto la cinarina como la cynaropicrina son conocidas por sus importantes actividades biológicas, y pueden ser responsables de algunas de las propiedades que exhibe la alcachofa.⁶

Al procesar la alcachofa es necesario hervirla en agua

5. Mangas, J. y col.: *J. Agric. Food Chem.* **1997**, *45*, 4777-4784. (📄)

6. Fratianni, F. y col. *Food Chem.* **2007**, *104*, 1282-1286. (📄)

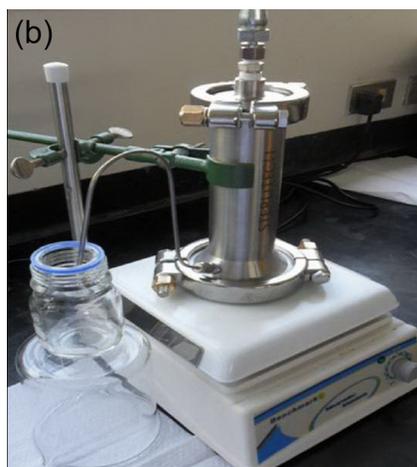


Figura 3. (a) Vista general del equipo de filtración con la conexión de nitrógeno gaseoso que permite una filtración rápida. (b) Detalle de la celda metálica donde se coloca la solución que se desea filtrar, y del sistema de recolección de la muestra a través del pequeño conducto.

para poder cortarla y extraer los corazones, los cuales constituyen la parte comestible. La solución acuosa obtenida, sin embargo, contiene diversos compuestos de interés, que pueden ser cuantificados y concentrados. Con objeto de aprovechar esos subproductos que genera la producción de la alcachofa, se estableció un proyecto de investigación entre la PUCP y la compañía DANPER Perú. Para ello, se estudió la especie *Cynara scolymus* cultivada en Trujillo. La efectividad del proceso se muestra a continuación.

El proceso comienza con el hervido de las alcachofas para obtener los extractos iniciales seguido de la concentración

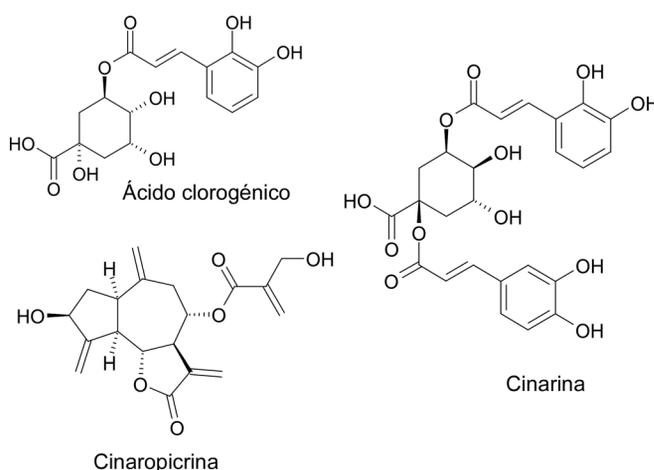


Figura 4: Estructuras químicas de algunos compuestos presentes en la alcachofa.

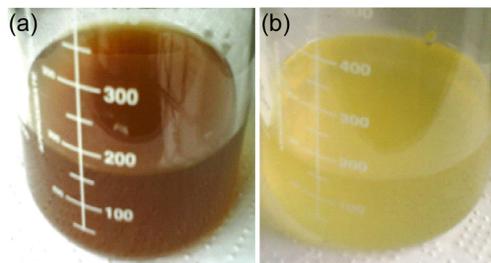


Figura 5. Extractos de alcachofa. (a) Obtenido luego de la cocción de corazones de alcachofa en agua. (b) Extracto (a) luego de ser microfiltrado.

de los mismos por procesos de micro y ultrafiltración, usando el equipo mostrado en la figura 3. De este modo, es posible obtener extractos concentrados con un mejor aspecto y color menos intenso (Figura 5).

Los extractos son posteriormente analizados por cromatografía, concretamente HPLC, la cual permite comprobar la presencia de cinarina y cinaropiricina mediante la comparación del tiempo de retención de los estándares de cada una de esas

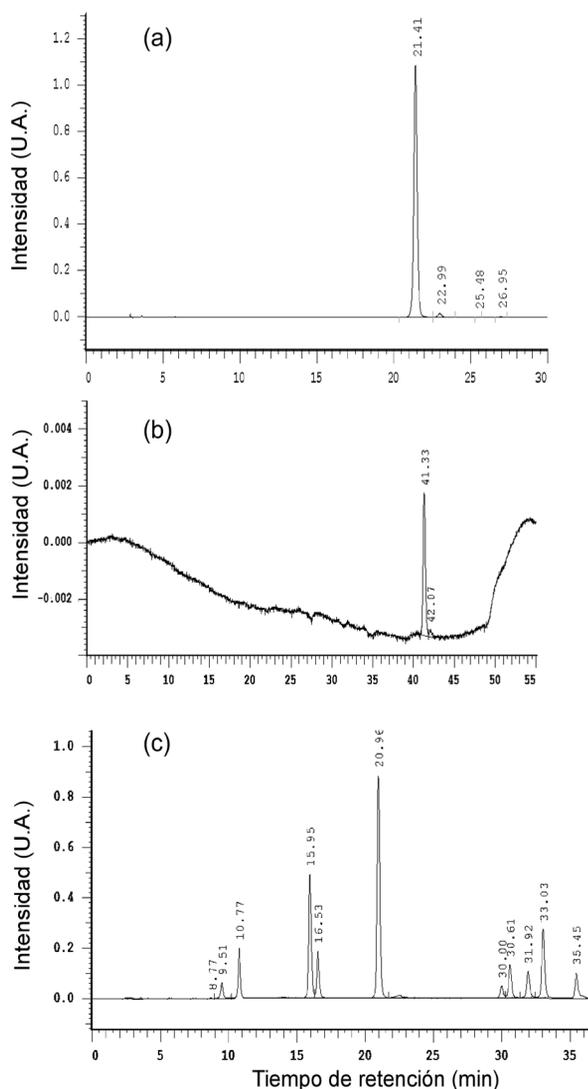


Figura 6: Cromatogramas HPLC de estándares de cinarina (a) y cinaropiricina (b). También se muestra un extracto de alcachofa microfiltrado (c).

Tabla 2. Medida de la concentración de cinarina y cinaropiricina en el extracto de partida y luego de los distintos proceso de filtración

| Solución | Cinarina (µg/mL) | Cinaropiricina (µg/mL) |
|--------------------------------|------------------|------------------------|
| Acuosa del hervido | 219 ± 2 | 25 ± 5 |
| Microfiltrada | 315 ± 6 | 23 ± 2 |
| Ultrafiltrada | 150 ± 3 | NM |
| NM = no se realizó la medición | | |

sustancias (figura 6a y 6b) con los compuestos observados en el extracto (Figura 6c). La cuantificación del contenido de cinarina y cinaropiricina en estas tres soluciones se muestra en la tabla 2.

Se puede observar que la cantidad de cinarina se incrementa en casi un 50% en el extracto microfiltrado, pero la concentración disminuye al realizar la ultrafiltración. En cambio, la concentración de cinaropiricina no cambia drásticamente al realizar la microfiltración. Por tal motivo, se ha propuesto la microfiltración como un método para acceder a concentrados de alcachofa que pueden ser comercializados, más adelante, como nutracéuticos.

Comentarios finales

Tanto los nutracéuticos, como los alimentos funcionales y los alimentos fortificados forman parte, de manera casi segura, de nuestra alimentación diaria. Al provenir de fuentes naturales no deberían producir efectos secundarios y son los que nos protegen de enfermedades y nos ayudan a llevar una vida mejor. Sin embargo, es necesario diferenciarlos y tener presente siempre que debemos leer las indicaciones de cada uno de ellos y, de preferencia, consultar a un médico antes de consumirlos. Además, es una buena manera de consumir algunos alimentos que no nos agradan. ¡Definitivamente es más agradable ingerir una pastilla de concentrado de ajo que comerse uno crudo!

Bibliografía Esencial

- Chen, Z.; Peng, C.; Jiao, R.; Wong, Y.; Yang, N. y Huang, Y.: "Anti-hypertensive nutraceuticals and functional foods". *J. Agric. Food Chem.* **2009**, *57*, 4485-4499.
- Kalra, E. K.: "Nutraceutical – Definition and Introduction". *AAPS Pharm.Sci* **2003**, *5* (3), Artículo 25.
- Rodríguez, J.; Requena, T.; Fontecha, J.; Goudéranche, H. y Juárez, M.: "Effect of different membrane separation technologies (ultrafiltration and microfiltration) on the texture and microstructure of semihard low-fat cheeses". *J. Agric. Food Chem.* **1999**, *47*, 558-565.
- Mangas, J.; Suárez, B.; Picinelli, A.; Moreno, J.; Blanco, D.: "Differentiation by phenolic profile of Apple juices prepared according to two membrane techniques". *J. Agric. Food Chem.* **1997**, *45*, 4777-4784.