



VERDURAS, FRUTAS, INDUSTRIA AGROALIMENTARIA Y SALUD

Ana Molina Jiménez^(a) y Miguel Ángel Domene^(b)

^aFarmacéutica y nutricionista y ^bEstación Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas'

Resumen

En este artículo se plantea la doble dimensión del potencial saludable de las frutas y hortalizas que se producen en el litoral mediterráneo español. En la primera parte se justifican desde el punto de vista de la nutrición los beneficios saludables del consumo frecuente de este tipo alimentos frescos. Recuperando los hábitos tradicionales de la dieta mediterránea a la luz del conocimiento científico más reciente y variado y del paradigma de la nutrición personalizada, no solo se pueden aprovechar al máximo las posibilidades de frutas y hortalizas como factores clave en la prevención de las enfermedades propias de la sociedad moderna, sino que se avanzará en la consecución de un bienestar físico y psicológico que va mucho más allá del mantenimiento de un peso adecuado. En la segunda parte el artículo se describen las cualidades nutricionales de estos alimentos, a partir de los datos obtenidos en los últimos años en departamento de Alimentación y Salud de la Estación Experimental de Cajamar. Asimismo, se recogen algunas de las prácticas más innovadoras en el manejo agronómico de estos cultivos dirigidas a potenciar al máximo sus beneficios saludables. Finalmente, y a lo largo de todo el texto, se incide en la necesidad de que la totalidad del sector, tanto productores y comerciales como investigadores y técnicos, tome conciencia de los beneficios individuales y sociales (en términos de salud) y empresariales (en términos de competitividad) de desarrollar estrategias conjuntas en este campo.

Abstract

In this article we examine the potential dual health benefits offered by the fruit and vegetables produced on Spain's Mediterranean coast. The first part examines how the frequent consumption of these products can have health effects. Revisiting the traditional habits of the Mediterranean diet in the light of recent scientific developments and the paradigm of personalized nutrition it is shown that not only can we maximize the profits of fruit and vegetables as key factors in preventing diseases of modern society, but we can also achieve a state of physical and psychological well-being that goes far beyond the maintenance of a healthy weight. The second part outlines the nutritional qualities of these foods based on data obtained in recent years by the Department of Food and Health at the Experimental Station of Cajamar. We explore some of the most innovative uses of these crops within the agronomic management aimed to maximize their health benefits. Finally, throughout the article the need is stressed for the entire sector (producers, sellers, researchers and technicians) to be aware of the social benefits (in terms of health) and economic benefits (in terms of competitiveness) of developing joint strategies in this field.

1. Introducción. Recuperando valores perdidos

Durante milenios, el hombre ha dedicado la mayor parte de su tiempo a garantizar su supervivencia. Se alimentaba de frutos silvestres que recolectaba variando en función de época del año, y de animales que cazaba cuándo podía y cómo podía. Esta fue la forma de vivir y de alimentarse que el *Homo sapiens* siguió durante 100.000 generaciones. Fruto del transcurso de los años y de la curiosidad humana, empezaron a desarrollarse sistemas para cultivar la tierra y domesticar algunos animales. Esto permitió que durante las 500 generaciones siguientes la dieta del hombre incorporase cereales y productos lácteos. Las 10 generaciones posteriores se corresponden con la revolución industrial y, por tanto, con la aparición de nuevos alimentos, gracias principalmente a la mejora continua de la eficiencia de las técnicas de cultivo, al desarrollo de la tecnología de procesado de alimentos y al desarrollo del transporte, lo que permitió importar y exportar todo tipo de productos.

Por último, en el corto espacio de las 2 o 3 generaciones que nos preceden, se han producido los mayores cambios sociales y tecnológicos en la historia de la humanidad. En el ámbito doméstico, estos cambios han dado paso al uso de electrodomésticos, a la reducción de la unidad familiar o a la incorporación de la mujer al trabajo. Estos cambios han propiciado la sustitución masiva de los alimentos naturales por otros que son procesados para adaptarlos a los nuevos hábitos de consumo y formas de vida de las familias. En este proceso de adecuación de los alimentos, es donde la calidad nutritiva se ve sacrificada.

Este cambio se ha producido muy rápidamente y la genética humana requiere de tiempo para adaptarse a los cambios. Probablemente esta falta de adaptación del organismo humano, junto con las carencias nutricionales que suponen los nuevos hábitos alimenticios, sean los responsables de la mayoría de problemas asociados al peso que predominan en la era actual.

Además de estos alimentos sumamente procesados, podemos encontrar en los establecimientos alimentarios infinidad de productos enriquecidos, fortificados, modificados, para contrarrestar estas carencias nutricionales. La industria alimentaria se esfuerza por revalorizar sus productos desde este enfoque, sabiendo que el consumidor los requiere para equilibrar una salud deteriorada o en peligro de estarlo. De la misma forma, la industria farmacéutica produce anualmente muchos y diversos medicamentos para poder tratar numerosas enfermedades, de las que un porcentaje importante está relacionada de un modo u otro con la alimentación.

Esto refleja claramente que aún queda un frente importante por cubrir: corregir los malos hábitos alimenticios adquiridos durante las últimas generaciones, que son en cierta medida el origen de una parte importante del problema sanitario actual.

2. Pasado, presente y futuro de la obesidad y sus consecuencias

2.1. Fast food *para una fast society*

En la historia de la humanidad, algunos problemas vienen siendo como la energía: ni se crean ni se destruyen, solo se transforman. Con el avance de la medicina y el aumento de la esperanza de vida, durante los siglos XIX y XX, el problema era producir la cantidad suficiente de alimentos para abastecer a una población en crecimiento y con una esperanza de vida cada vez mayor. En la actualidad el problema, al menos en Occidente, ya no es de falta de alimentos, sino cómo adaptarlos a una nueva sociedad que ha acelerado su ritmo de vida y que dedica muy poco tiempo a la obtención y elaboración de su comida.

Antes la mujer trabajaba exclusivamente en casa y se encargaba de seleccionar y preparar los menús diarios; ahora ese concepto se ha transformado. No solo la alimentación ha cambiado nuestros hábitos de vida. Hasta hace muy poco incluso la organización el trabajo estaba también condicionada por la climatología. Hoy, gracias a la calefacción, al aire acondicionado y otras tecnologías, los horarios se pueden adaptar prácticamente a las necesidades de cada individuo.

Y como, por suerte o por desgracia, entre todas las cosas que se pueden sacrificar en la vida, el comer no es una de ellas, el ser humano tendrá que adaptar su protocolo a la situación que le esté tocando vivir en cada momento.

Por tanto ¿cómo se pasa de una cocina a fuego lento a una cocina rápida, sin sacrificar demasiado la calidad y los sabores de los platos? La respuesta está en los conservantes, aditivos, potenciadores de sabor y concentraciones de azúcar que están presentes en la mayoría de alimentos que hoy se consumen. Estos enmascaran la pérdida de calidad que sufren necesariamente los alimentos procesados. Se podría establecer que generalmente el sabor original de un alimento es una buena medida de su calidad.

Potenciar sabores de manera artificial es un riesgo, ya que el paladar, que es caprichoso, se acostumbrará a estos y será más difícil volver a apreciar un sabor más suave, más natural. Por esto cuesta tanto que niños acostumbrados a comer dulces, se contenten con el azúcar de una «simple» fruta, de la misma manera que adultos también acostumbrados a comida procesada, rica en potenciadores de sabor, encontrarán los productos frescos menos atractivos. Esto no ocurre solo en términos de sabor y salud, sino también de comodidad y rapidez en su elaboración, pues estos son los valores prioritarios cuando tenemos que elegir en casa entre beber un vaso de zumo ya embotellado o prepararnos un batido de frutas recién exprimido.

El resultado es un uso y abuso de la *comida saturada*, que en consecuencia *satura* al organismo de grasas, azúcares y diversas sustancias (conservantes, colorantes y aditivos) que en exceso pueden ser perjudiciales para la salud. Esta saturación debilita la salud del hombre moderno y las conocidas como enfermedades del siglo XXI (las diversas cardiopatías, la diabetes o la hipertensión, entre otras) son sus principales fisuras.

Generalmente, el detrimento de la salud ocasionado por la inadecuada alimentación hoy día se suele intentar contrarrestar desde dos abordajes: uno, con un carácter más industrial, que se centra en contrarrestar el daño producido por una mala alimentación prolongada en el tiempo con medicinas, suplementos y alimentos enriquecidos/fortificados, como señalábamos anteriormente; y otra más tradicional/conservadora, que dicho de manera figurada, pretende volver a una cocina con fogones pero en la era de la vitrocerámica.

Pero ambas opciones parecen no alcanzar la cuestión principal de cómo mejorar la salud a través de la alimentación con el tiempo y los recursos que tenemos a nuestro alcance. Lo primero a recordar será, aunque suene a tópico, que prevenir es mejor que curar. Afortunadamente hoy existen a disposición del paladar humano no solo alimentos perjudiciales sino tantos otros que contienen multitud nutrientes beneficiosos para la salud, como es el caso de las frutas y hortalizas. Además, gracias al avance de la ciencia, cada vez se conocen más sus propiedades y las vías por las que se puede beneficiar el cuerpo humano.

La naturaleza ofrece casi todo lo necesario para mantener y favorecer un organismo sano, y gracias a la ciencia y la tecnología, que nos permiten conocer y acceder a más y mejores alimentos, se pueden evitar que las fisuras de nuestra salud a las que antes se hacía referencia se sigan agrandando.

2.2. La obesidad, un nuevo tipo de enfermedad contagiosa

Las enfermedades cardiovasculares, los trastornos del aparato locomotor o la diabetes, se denominan hoy día enfermedades no transmisibles asociadas a la obesidad. Excluyendo los condicionantes genéticos y determinadas patologías, la obesidad en sí no es considerada como una enfermedad contagiosa. Sin embargo, en un sentido figurado tal vez sí lo sea. De la misma manera que ciertos virus como el del VIH se adquieren cuando no se toman precauciones, la grasa en exceso en el organismo se va sedimentando a medida que se descuida la alimentación y no se toman precauciones para evitar que esto ocurra. En el caso de las infecciones y de otras enfermedades, podría existir algún elemento de inconsciencia o falta de conocimiento que justificara el contagio. Pero en el caso de la obesidad, dejó de ser hace tiempo un problema de falta de información: salvo algunas excepciones, en la actualidad es un contagio consciente, una elección. Una elección que llevada al extremo puede acarrear consecuencias muy graves, incluso la muerte.

a) La obesidad como síntoma

En muchos casos, cuando hablamos de *obesidad* nos ocupamos más de la estética que de la *salud*. Sin embargo, la obesidad es un factor predisponente a desarrollar ciertas enfermedades, y en algunos casos puede ser un efecto secundario de una alimentación inadecuada. Lo verdaderamente peligroso para la salud es mantener en el tiempo estos hábitos inadecuados que normalmente llevan a la obesidad.

En este sentido, la obesidad puede tener incluso su *lado positivo*, al actuar como aviso del riesgo. Un aviso engañoso, porque también puede suceder justo lo contrario: algunas personas que comen mal, pero que por genética o estilo de vida mantienen un peso adecuado, pueden estar incubando *enfermedades silenciosas* que podrán manifestarse en cualquier momento sin previo aviso. Estar delgado se considera sinónimo de salud, pero hay que tener en cuenta que en muchos casos esta es innata, no adquirida por unos hábitos saludables.

Una alimentación óptima podría ser la clave para prevenir e incluso mejorar un buen número de patologías. En un correcto manejo nutricional diario es tan importante aumentar el consumo de cierto tipo de alimentos como reducir el de otros. Por ejemplo, es muy común cometer el error de pensar que el beneficio potencial de comer una ensalada a mediodía puede compensar el perjuicio de las patatas fritas que acompañan al plato principal.

Cuando el objetivo es perseguir la salud y el bienestar, los alimentos a elegir serán los mismos que contribuirán a mantener un peso adecuado.

b) La mejor manera de combatir la obesidad es olvidarse de ella

El hábito ocasional de «ponerse a dieta» debería reconsiderarse totalmente, ya que este concepto encierra una idea errónea de la dietética y de la nutrición en general. Perder peso, llevar una vida sana, hacer ejercicio, no deberían ser arrebatos puntuales de motivación para conseguir un objetivo temporal, sino una práctica continuada, parte de la rutina cotidiana, un modo de vida. Mientras el objetivo sea entrar en los vaqueros de la adolescencia, lucir bien el bikini en verano o ceñir el traje de boda y no una búsqueda de la salud en el día a día, la obesidad difícilmente dejarán de ser un problema social, como actualmente lo es.

En ningún caso la combinación de alimentos que componen una dieta debe basarse en un *cuenta-calorías* con el objetivo único de la delgadez. Lo adecuado es elegir la combinación de alimentos necesaria para cada fase de nuestra vida. La adolescencia, el embarazo, la vejez, la práctica continuada de deporte, los trabajos sedentarios y, en definitiva, situaciones no necesariamente patológicas en la vida de todo individuo, en las que un adecuado manejo nutricional favorecerá el paso por dichas etapas (como se desarrolla en varios de los artículos que componen este volumen).

c) Enfermedades y obesidad

El individuo obeso es susceptible de enfermar por dos motivos. Uno derivado del acúmulo de grasa en sí, ya que el organismo humano no está diseñado, en términos evolutivos, para *soportar tal carga*. El otro es debido a la cantidad y calidad de alimentos que habrá que ingerir hasta llegar a un peso no saludable, salvando aquellos casos genéticos o de obesidad derivada de alguna otra enfermedad.

Este doble riesgo expone a la persona obesa a múltiples consecuencias, como la hipertensión, el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, dificultades respiratorias, problemas metabólicos, diabetes del tipo II, trastornos del estado de ánimo y en definitiva una lista innumerable con la mayoría de las patologías que hoy día llenan las consultas médicas y desequilibran las cifras del gasto sanitario.

2.3. La antiobesidad, medicina de futuro. El ayuno como terapia

En general, el conocimiento sobre los alimentos y su repercusión sobre la salud es amplio. Se sabe cuáles son los efectos beneficiosos de ciertos alimentos, así como cuáles debemos reducir o evitar por su efecto perjudicial. Pero ¿qué hay del efecto que pueda tener el no ingerir alimentos? La respuesta parece obvia pero no lo es.

La suspensión de alimentos por un periodo de tiempo determinado con objetivos específicos de salud, el ayuno, es una práctica que han llevado a cabo médicos de diferentes disciplinas a lo largo de la historia. El especialista español en antropología médica e historia de la medicina, Pedro Laín Entralgo (1908-2001), afirmaba que desde Hipócrates hasta el

siglo XIX el ayuno había sido la regla en el tratamiento de las enfermedades agudas. Mucho antes, una cita en los tratados de Hipócrates, padre de la medicina (460 aC-370 aC), señala: «En los acrecentamientos mórbidos debe suprimirse la alimentación [...]. Los alimentos en la convalecencia fortalecen, en la enfermedad debilitan».

La esencia general de esta práctica consiste en dar un descanso a las funciones orgánicas, como se le da a la mente o al cuerpo en un momento determinado, para mejorar su rendimiento. La práctica activa del descanso en cualquier sentido también está siendo abandonada a consecuencia de la *fast society*, por lo que resulta ahora más necesaria que nunca.

El ayuno practicado con un objetivo de salud no puede considerarse en ningún caso una dieta hipocalórica con el fin exclusivo de perder peso. Lógicamente esto será una consecuencia inevitable, pero no el motivo principal, pues sería contradictorio a la anterior crítica a *dietas cuenta-calorías*.

La suspensión temporal de alimentos se recomienda principalmente como método para reestablecer el equilibrio sistémico y como estrategia coadyuvante en determinadas enfermedades, por supuesto practicándolo bajo protocolo científico supervisado por un especialista.

Los trabajos actuales más destacados en lo referente al ayuno terapéutico y sus usos en medicina, están siendo llevadas a cabo por investigadores de la Universidad de Southern California (USC) y médicos de la clínica Buchinger Wilhelmi en Alemania. En particular, en el departamento de Gerontología de la USC, se ha podido demostrar en el laboratorio cómo ciclos controlados de ayuno reducen la progresión de tumores durante el tratamiento con quimioterapia. Se sospecha así que en humanos pudiera disminuir la agresividad de dicho tratamiento y reducir su duración, así como prevenir recidivas si se realiza junto con una dieta específica baja en calorías (sobre todo provenientes de azúcares) y alta en diferentes nutrientes. Ambos actuarían de forma sinérgica: la quimioterapia eliminando células (tumores y no tumorales), y el ayuno induciendo un «suicidio» de la célula tumoral (1). Esto ocurre porque las células cancerígenas, que además de necesitar mucho más azúcar para su crecimiento, como se verá a continuación, no tienen la capacidad de poner en marcha el mecanismo necesario para sobrevivir a un ayuno. Sin embargo, las células sanas, en ausencia de alimento, utilizan las reservas corporales como combustible para su crecimiento. Las reservas corporales, incluso en personas delgadas, nos brindan calorías necesarias para días de supervivencia en ausencia de alimentos y lógicamente en función a la cantidad de reservas (2).

Entender el mecanismo mediante el cual las células cancerígenas utilizan el azúcar es importante para controlar su consumo bien para la prevención del cáncer, durante su tratamiento, así como para evitar recidivas. Una célula sana obtiene normalmente 38 moléculas de ATP (molécula fundamental para la obtención de energía en humanos) por cada mol de glucosa (equivalente a 180 g) disponible. En cambio, una célula cancerosa a igual cantidad de glucosa obtiene tan solo 2 moles de ATP. Esto da lugar a un metabolismo energético ineficiente por parte de las células cancerígenas, pues al fin y al cabo se extrae alrededor del 5 % de la energía

disponible en los alimentos y, por lo tanto, requerirá más para obtener la energía necesaria para su supervivencia. De aquí el cansancio y la malnutrición característica en enfermos de cáncer.

Esta es la razón por la que muchas terapias contra el cáncer intentan regular los niveles de glucosa y de nutrientes a través de la dieta, medicación, ejercicio y reducción del estrés.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta que durante el ayuno el cuerpo entra en un modo de ahorro/reposo donde ya no necesita tantas calorías, y en consecuencia, no se perderá tanto peso como inicialmente se podría pensar. De forma parecida a cuando se realiza una dieta de adelgazamiento, cuando el organismo se acostumbra a los nuevos hábitos alimentarios y se suele llegar a un periodo de estancamiento.

A continuación se muestra una tabla recopilatoria de las indicaciones principales del ayuno terapéutico:

Tabla 1. Indicaciones del ayuno

Acción principal	Efecto terapéutico	Indicaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de grasa y de la producción de insulina 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la grasa corporal • Regulación de la glucosa en sangre (3) (5) • Previene el estrechamiento de las arterias 	<ul style="list-style-type: none"> • Obesidad (4) • Diabetes tipo II • Hígado graso • Enfermedades cardiovasculares
<ul style="list-style-type: none"> • Reposo del tracto gastrointestinal • y reducción de procesos infecciosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inmunomodulación • Relajación de las mucosas • Disminución de la inflamación 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades crónicas del tracto digestivo (estómago, intestino, encías) • Alergias, defensas bajas, inmunodepresión • Poliartritis, artritis reumatoide, enfermedades autoinmunes (6)(1)(7)(8)(3)(4).
<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de agua y sal 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la tensión arterial 	<ul style="list-style-type: none"> • Hipertensión • Problemas circulatorios
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios hormonales 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del estrés • Intensificación del efecto de la serotonina 	<ul style="list-style-type: none"> • Ansiedad, angustia • Depresión (9)
<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del sistema de coagulación de la sangre 	<ul style="list-style-type: none"> • Efecto antitrombótico 	<ul style="list-style-type: none"> • Trombos • Enfermedades cardiovasculares.
<ul style="list-style-type: none"> • Rechazo del tabaco 	<ul style="list-style-type: none"> • Se agudizan los sentidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaquismo

Fuente: Wilhelmi F. El ayuno terapéutico Buchinger. Una experiencia para el cuerpo y el espíritu. Barcelona: Herder; 2012.

3. Frutas y hortalizas en la alimentación humana

3.1. El papel de frutas y hortalizas en la dieta

En la era de la exigencia en que vivimos, prácticamente todos los alimentos están sometidos a juicios de valor más o menos fundamentados científicamente. Los lácteos tienen lactosa, los cereales tienen gluten, el pescado tiene mercurio, la carne tiene hormonas, las legumbres producen flatulencias, las frutas y verduras tienen fructosa y pesticidas, y ahora microARN. Y así con todo.

Esto supone que hoy día sea difícil categorizar un alimento rotundamente como *sano*. Por ello, se hace necesario trazar una fina línea entre la evidencia científica y el sentido común. Haciendo un recorrido a través de los diferentes modelos dietéticos disponibles, se puede extraer un denominador común entre todos ellos: la necesidad de consumir frutas y hortalizas al menos 5 veces al día, salvo las dietas que excluyen el azúcar en alguna de sus formas por un motivo concreto y justificado. Esto se debe a 3 características principales, prácticamente exclusivas de este grupo de alimentos:

- Salvo contadas excepciones tienen un *contenido calórico bajo*, y en cualquier caso no provenientes de grasas saturadas o azúcares añadidos.
- Sin duda alguna son el grupo de alimentos de *mayor versatilidad culinaria y nutricional*. Sus posibilidades en la cocina son muy extensas gracias a varios hechos constatados: pueden ser consumidas crudas o cocinadas, poseen una amplia gama de variedades, colores y texturas y son idóneas para cualquiera de las 5 comidas que se recomienda hacer al día sea a la hora que sea.
- Salvo la berenjena, *son aptas para consumo* crudo, no necesitan procesado alguno, pues tienen sabor y grado de digestibilidad suficiente para ello. Es más, según el método de elaboración que se utilice, algunos nutrientes se absorberán mejor y otros se destruirán con el calor. Por ejemplo, el beta-caroteno o el licopeno, de la familia de los carotenos, presentes en la zanahoria y tomate respectivamente, aumentan su biodisponibilidad (capacidad para ser absorbido por el organismo) tras ser calentados o bien al rallarlo o triturarlo. En cambio la vitamina C contenida en alimentos como el pimiento rojo o el brócoli, es muy susceptible al calor y a la oxidación, y por tanto se irá destruyendo a medida que aumentemos la temperatura y tiempo de cocinado.

¿No podríamos considerarlas entonces como la auténtica *fast food* saludable, una comida rápida y fácil de comer en cualquier momento y en cualquier lugar, como una manzana?

No obstante, el consumo de frutas y hortalizas no está exento de algunos inconvenientes para determinados segmentos de la población. Los diabéticos, por ejemplo, deberán vigilar la ingesta de fruta por su mayor contenido relativo en azúcares. Igualmente, en los últimos años se está registrando un aumento de los casos de intolerancia a la fructosa entre personas sanas. Además, algunos individuos no son capaces de digerir bien algunos vegetales crudos, pudiendo propiciar la aparición de gases y otros inconvenientes, en todo caso menores.

Finalmente, y a pesar de ser productos altamente perecederos, solo requieren de un mínimo mantenimiento de la cadena de frío para que puedan ser consumidos en las mejores condiciones posibles en su tránsito desde los lugares de producción a los de consumo. Precisamente su carácter perecedero, esta rápida caducidad natural, son síntomas claros de su calidad nutricional. Cualquier alimento procesado para aumentar su resistencia al paso del tiempo pierde en el camino buena parte de sus cualidades saludables.

3.2. Nutrientes y fitoquímicos contenidos en frutas y hortalizas

a) Los fitoquímicos y la salud

El prefijo griego *fito* quiere decir ‘planta’, y en el caso de los fitoquímicos hace referencia a que son sustancias con actividad biológica que se encuentran de forma natural y exclusiva en los alimentos de origen vegetal y que tienen efectos positivos sobre la salud.

Tabla 2. Los fitoquímicos

Fitoquímicos	Alimentos	Acciones
Antocianinas	Manzanas, bayas, cerezas, ciruelas, granadas, col lombarda.	Antioxidante con posibilidad de influir positivamente en cáncer y ECV.
Capsaicina	Pimiento chile o ají.	Antioxidante con potencial efecto anticoagulante. Su aplicación tópica podría aliviar el dolor articular.
Catequinas	Manzana, chocolate negro, uva tinta, granada, frambuesa, vino tinto, té.	Protegen a las células de la oxidación por radicales libres. Potencial acción anti-cancerígena y anti-aterogénica.
Flavonoides cítricos, cumarinas y limoneno	Cítricos.	Antioxidante, anticoagulante y detoxificante.
Ácido elágico	Bayas, uvas, frutos secos, granadas.	Potencialmente anti-cancerígenos.
Glucosinolatos	Brócoli, coles de Bruselas, col, coliflor, berro.	Dificulta la carcinogénesis y promueve la movilización de enzimas anti-cancerígenas.
Isoflavonoides	Soja y derivados.	Los isoflavonoides son convertidos en estrógenos en el organismo ejerciendo una posible protección frente al cáncer, afecciones cardio-vasculares y salud de los huesos.
Lignanos	Frijoles, semillas de lino, trigo.	Son compuestos con efecto similar a los estrógenos.
Oleuropeína e hidroxitirosol	Aceite de oliva.	Propiedades antioxidantes.
Fitoesteroles (esteroles de las plantas)	Frijoles, higos, algunos frutos secos, semillas.	Antioxidantes con posible acción reductora del colesterol y anti-cancerígena.
Quercitina	Manzana, bayas, cereza, cebolla roja, uva roja y morada, té, tomate.	Antioxidante, anti-cancerígena, control del colesterol.
Resveratrol	Cacahuets, uva roja y morada, vino tinto.	Puede ayudar a mantener un buen nivel de colesterol y proteger a las células del daño oxidativo precedido a la aparición de tumores.
Compuestos azufrados, alicina	Ajo, cebollino, puerro, cebolla, cebolleta, chalote.	Se sospecha una acción protectora del corazón y ciertos cánceres como colon o estómago. Los suplementos de ajo no están científicamente probados.
Saponinas	Legumbres, frutos secos, avena, cereales integrales.	Podría ayudar a reducir el colesterol y neutralizar la carcinogénesis en el tracto digestivo.
Taninos	Moras, arándano morado y rojo, zumo de uva, vino y té.	Los arándanos desinfectan el tracto urinario protegiendo frente a infecciones de orina.

Fuente: Traducida y adaptada de Margen S. *Wellness food A to Z: An indispensable guide for health-conscious food lovers*. New York: UC Berkeley Wellness Letter; 2002.

Estas sustancias químicas, naturales de los vegetales, parecen estar detrás de gran parte del papel beneficioso para la salud que normalmente se asocia al consumo de frutas y hortalizas. Pero además de ser responsables de estas bondades, también lo son de su color. Así el color naranja intenso tan característico de una zanahoria o de un melón Cantaloupe se debe a su alto contenido en carotenoides, que son de este color. Lo mismo ocurre con el rojo/rosa que el licopeno confiere al tomate y a la sandía.

Por otra parte, la cantidad total de estas sustancias en los frutos se ve muy condicionada por las diferentes prácticas culturales de los cultivos, en su manejo agronómico, así como por los diferentes procesos de transformación y manipulación que se realicen durante la poscosecha.

Por tanto, es importante destacar, en lo referente a la hortofruticultura intensiva del litoral mediterráneo español, que el manejo de las condiciones de cultivo que se dan bajo plástico no solo repercutirá sobre la forma y el sabor del producto final a recolectar, sino también sobre la salud de sus consumidores, como se verá a continuación.

Para cuantificar en la medida de lo posible el beneficio para la salud que puedan suponer los vegetales, es necesario realizar una valoración cuantitativa de su composición: fitoquímicos y demás nutrientes. De esta forma se podrá determinar qué variedades vegetales poseen mejores cualidades nutricionales. Pero también es importante optimizar su utilización culinaria para garantizar la mayor incidencia sus nutrientes sobre la salud. Por último, también resultará de gran importancia el poner en valor estas cualidades de cara a su comercialización, lo que requiere una apuesta por la I+D por parte también del sector productor, además del sanitario, en España.

Sin embargo, la mera presencia de los fitoquímicos en los vegetales no garantiza el pleno aprovechamiento por el cuerpo humano cuando los ingerimos. La *biodisponibilidad* de los nutrientes hace referencia a la cantidad que queda disponible para el organismo de cada uno de ellos tras el proceso de ingesta, digestión, absorción y excreción, y su conocimiento será fundamental para predecir el beneficio real que aportará una determinada sustancia de un determinado alimento.

La investigación de este proceso resulta de gran importancia, pues en cada caso se hace imprescindible conocer el grado de absorción que cada organismo tiene respecto de cada sustancia. De nada sirve que una sustancia determinada se contenga en grandes cantidades en un alimento concreto, si el organismo apenas es capaz de absorber un mínimo porcentaje. Por eso hay que tener en cuenta que algunas de las sustancias beneficiosas presentes en los vegetales no se absorben totalmente por el organismo humano. Conocer su comportamiento estructural será básico para obtener el máximo beneficio de ellas.

La biodisponibilidad final de un nutriente dependerá de una serie de factores intrínsecos a su composición molecular y también de su composición dentro del fruto (por ejemplo, si está adherido a fibras que pudieran dificultar su liberación como ocurre con el licopeno), del método elegido para su elaboración (como se ha visto para el tomate y la zanahoria) y, finalmente, del proceso digestivo que desarrolle.

En definitiva, es fundamental conocer todos estos parámetros para aprovechar de la manera más eficiente posible y dar la información más precisa a los consumidores acerca de las cualidades saludables de los numerosos nutrientes que habitan en esta gran fuente de salud que son las frutas y las verduras.

b) La riqueza nutricional de los productos hortofrutícolas del Mediterráneo español

Cada vez es más común identificar los términos *salud* o *saludable* con el consumo de frutas y hortalizas, incluso en el lenguaje más popular. Un análisis pormenorizado de los componentes nutricionales (agua, minerales, fibras y vitaminas, fundamentalmente) de estos alimentos justifica ese tipo de aseveraciones, si bien hay que tener en cuenta que el contenido en sustancias bioactivas posee una gran variación dependiendo de la especie, el cultivar, el estado de madurez, los factores bióticos y abióticos y el manejo agronómico

c) Los antioxidantes: en busca de la superfruta y la superhortaliza

El estudio de estos compuestos se ha disparado en las dos últimas décadas. Han pasado de ser meros aditivos en cosméticos para retardar el envejecimiento, a tener un papel preventivo importante para reducir el desarrollo de las denominadas enfermedades occidentales que se tratan en otros artículos de este volumen. A raíz de lo anterior se ha venido buscando lo que han denominado la *superfruta* o *superhortaliza*, aquella que además de tener una composición nutricional determinada, estaría caracterizada por un alto contenido en antioxidantes. Las familias de antioxidantes típicos que podemos encontrar en frutas y hortalizas son las vitaminas-antioxidantes (vitamina C, alfa-tocoferol y beta-caroteno), los carotenoides (luteína, zeaxantina y licopeno), los polifenoles (flavonoides y no flavonoides) y otros compuestos que no se encuadran en las categorías anteriores, como los glucosinolatos (isotiocianatos) y ciertos compuestos órgano-azufrados (tioles).

La causa principal que contribuye a que se califique estos compuestos antioxidantes como saludables es su capacidad en la inhibición del *estrés oxidativo*, denominador común y factor de algunas de las patologías cardiovasculares, tumorales y neurodegenerativas más frecuentes. En frutas y hortalizas destaca especialmente la presencia de polifenoles, tioles e isotiocianatos.

Tabla 3. Principales funciones de vitaminas y minerales. Fuentes y cantidad diaria recomendada

Mineral	Funciones	Fuentes	CDR
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> Estructural en dientes, huesos y cartílagos. Coagulación sanguínea. Transmisor biológico de señales. Transporte de oxígeno. Protección frente al daño oxidativo. Forma parte de enzimas involucradas en el sistema nervioso. Participa en procesos REDOX. 	Queso parmesano > queso <i>emmental</i> > semillas sésamo > gambas > almendras > anchoa > berza > higos secos > berros > soja > leche oveja > cuajada > garbanzo seco > yema de huevo > pistacho > judías > yogur > leche vaca > espinacas > brócoli	800 mg/día
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> Formación y estructura de los huesos. Absorción de glucosa. Transporte de ácidos grasos. Regulación del equilibrio ácido-base. Estructural en el hueso (60 %), músculo y tejidos blandos (40 %). Síntesis y utilización de compuestos ricos en energía. Síntesis y actividad de numerosas enzimas. Estabilización de la membrana celular. 	Berberechos > hígado > almejas > cacaio en polvo > morcilla > perditz > pistacho > lentejas > judías > ostras > piñones > boquerones > codorniz > almejas > carne de caballo > trufa > berros > acelga > vaca > zanahorias	Mujeres: 15 mg/día Hombres: 10 mg/día
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> Formación y estructura de los huesos. Absorción de glucosa. Transporte de ácidos grasos. Regulación del equilibrio ácido-base. 	Salvado > pipas de girasol > bacalao en salazón > queso > cacaio en polvo > piñones > pistacho > queso > pez espada > almendras > solomillo de cerdo > hígado > sardinas > cigalas > ajo > alcachofa > champiñones > guisantes > coco-pais	800-1.200 mg/día
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> Síntesis y utilización de compuestos ricos en energía. Síntesis y actividad de numerosas enzimas. Estabilización de la membrana celular. 	Salvado > cacaio en polvo > piñones > anacardos > judías > almendra > bacalao en salazón > gambas > queso de cabra > lentejas > higos secos > acelgas > espinacas > queso manchego > morcilla > plátano	300-400 mg/día
Sodio	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimientos de la presión osmótica. Conducción de impulsos nerviosos. Contracción muscular. 	sal común > jamón serrano > ahumados > embutidos	500 mg/día
Potasio	<ul style="list-style-type: none"> Participa en la excitabilidad neuromuscular y contracción muscular. De-su concentración intracelular depende el potencial de membrana en reposo. Mantiene el equilibrio osmótico junto al cloro y sodio. 	Cacaio en polvo > harina de soja > morcilla > judías > bacalao en sal > salvado > salami > pistachos > almendras > ciruelas pasas	2.000 mg/día
Cloro	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de la presión osmótica. Mantiene el equilibrio ácido-base de los líquidos corporales junto a otros minerales. El ácido clorhídrico forma parte de los jugos gástricos. 	La mayor parte proviene de la sal común	750 mg/día
Azufre	<ul style="list-style-type: none"> Forma parte de los aminoácidos azufrados, vitaminas y coenzimas. Participa en síntesis de queratina y colágeno. Importante en procesos homeostáticos y de detoxificación. Implicado en la formación de ácidos biliares. 	Todos los alimentos proteicos	-
Cinc	<ul style="list-style-type: none"> Importante papel bioquímico en el funcionamiento de numerosas enzimas; procesos de detoxificación corporal del etanol; metabolismo vitamina A; estabilización de membranas biológicas; regulación insulina y de la transcripción génica. Funciones fisiológicas: crecimiento celular, maduración sexual, fertilidad y reproducción, visión nocturna, inmunidad, sentido del gusto y apetito. 	Ostras > salvado > hígado de ternera > langosta > pipas de girasol > lentejas > salami > cacaio en polvo	15 mg/día
Manganeso	<ul style="list-style-type: none"> Regula la utilización de vitaminas de grupo B en el sistema nervioso Implicado en la formación del cartilago articular. Participa en la producción de hormonas sexuales. Colabora en cicatrización de heridas y refuerza el sistema inmune 	Harina de soja > salvado > frutos secos > coco > pan de trigo > garbanzos > arroz > judías > remolacha	1,5-4 mg/día
Yodo	<ul style="list-style-type: none"> Sirve de sustrato para la síntesis de hormonas tiroideas, reguladoras del metabolismo energético. 	Bacalao en salazón > salmónete > berberechos > mejillones > merluza > brotes de soja > algas marinas	150 mcgr/día
Flúor	<ul style="list-style-type: none"> Función estructural: participa en la formación del esmalte dental y hueso. 	Sardinas > nueces > bacalao > langosta > ostras > espinacas	1,5-4 mg/día
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> Forma parte de enzimas oxigenasas. Función bactericida. Interviene en el buen funcionamiento de las gónadas e hipófisis. Interviene en la regulación del metabolismo del hierro, elastina, melanina y tejido conectivo. 	Vino blanco > hígado > cacaio en polvo > anacardos > pipas de girasol > judías > setas > coco	1,5-3 mg/día
Selenio	<ul style="list-style-type: none"> Importante acción antioxidante. Participa en la regulación tiroidea. 	Atún en lata > hígado de cordero > ostras > mejillones > gambas > arroz > nueces > champiñón > judía	50-70 mcgr/día
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> Participa en el buen funcionamiento de la insulina y en el transporte de proteínas 	Cacaio en polvo > pan integral > miel > huevo > judías > setas > levadura de cerveza > pimienta negra	50-200 mcgr/día
Molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> Ayuda a prevenir anemia y caries. Necesario en la conversión de purinas en ácido úrico. 	Hígado de cerdo > judías > manzana > lombarda > arroz > guisante > ajo > espinacas > huevo > pasta > conejo	45 mcgr/día
Cobalto	<ul style="list-style-type: none"> Átomo central de la vitamina B12. Interviene en el metabolismo de los glúcidos. Mantenimiento y buen funcionamiento de los glóbulos rojos. 	Hígado de ternera > ostras > yema de huevo > levadura de cerveza > cacahuetes > lentejas	3 mcgr/día. En términos de B12

Tabla 3 (cont.). Principales funciones de vitaminas y minerales. Fuentes y cantidad diaria recomendada

Vitamina	Funciones	Fuentes	CDR
Vitamina A	<ul style="list-style-type: none"> Participa en el crecimiento óseo. Implicado en la síntesis de hormonas esteroideas y espermatogénesis. Favorece la regeneración de epitelios de revestimiento. Antioxidante. Modulan la transcripción de cientos de genes y regulan la síntesis de numerosas proteínas. Es fundamental para la visión en general y la nocturnidad en particular. 	Hígado > zanahoria > aceite de hígado de bacalao > batata > anguila > nispero > espinacas > canónigos > acelgas > pimentón rojo > margarina > atún > queso	800 mg/día
Vitamina D	<ul style="list-style-type: none"> Regular el metabolismo fosfo-cálcico en el organismo implicado en la función nerviosa y muscular, sistema óseo y dentario, entre otros. Participa en el crecimiento y maduración celular. Fortalece el sistema inmune. Participa en el mecanismo de secreción de insulina así como de la paratormona (PTH). 	Aceite de hígado de bacalao > salmón > sardina > atún > hongos > leches fortificadas > cereales fortificados	Mujeres: 15 mg/día Hombres: 10 mg/día
Vitamina E	<ul style="list-style-type: none"> Antioxidante. Cicatrizante. Protege a las células lipídicas de la oxidación por radicales libres. 	Aceite de girasol > germen de trigo > avellanas > almendras > coco > soja germinada > aceite de oliva > margarina > aguacate > boniato > espárragos > espinacas > tomate > brócoli	800-1.200 mg/día
Vitamina K	<ul style="list-style-type: none"> Su función principal es intervenir en el mecanismo de la coagulación. Interviene en el metabolismo óseo. 	Coles-lechuga-tomate-espinacas-hígado de vaca-yema de huevo	300-400 mg/día
Vitamina C	<ul style="list-style-type: none"> Antioxidante. Actúa como coenzima en la formación de colágeno y de aquí su importancia en la cicatrización. Favorece la absorción de hierro. Estimula el sistema inmunológico. Interviene en la síntesis de hormonas esteroideas, algunos aminoácidos (carnitina y tirosina) y metabolismo lipídico. 	Perejil > pimiento verde > brócoli y coles de Bruselas > berza > coliflor > kiwi > fresa > berros > limón > nautaja > cebollino	500 mg/día
Vitamina B1 (tiamina)	<ul style="list-style-type: none"> Esencial para el buen funcionamiento muscular, nervioso y cardiovascular. Participa en el metabolismo de la glucosa y por tanto en el metabolismo energético. Está involucrada en el mecanismo bioquímico de la visión. 	Piñones > carne de cerdo > harina de soja > copos de avena > guisantes > habas > ajo	2.000 mg/día
Vitamina B2 (riboflavina)	<ul style="list-style-type: none"> Ayuda en la liberación de energía de los carbohidratos. Importante para el crecimiento corporal y producción de glóbulos rojos. 	Nispero > cardo > hígado > bacalao en salazón > cazón > habas-espinacas > berro-brócoli	750 mg/día
Vitamina B3 (niacina)	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza la glucosa en sangre. Participan en numerosos procesos metabólicos y son esenciales en reacciones REDOX. 	Anchoas > salvado > hígado > cacahuete > conejo > pipas de girasol > ternera > champiñones > níscolo > gallo > cerdo > piñones > cuajada-requesón	-
Vitamina 5 (ác. pantoténico)	<ul style="list-style-type: none"> Papel esencial en la síntesis y degradación de lípidos, hidratos de carbono y proteínas. Importante en la reparación de tejidos y células. 	Achicoria > hígado > habas > yema de huevo > salvado > cacahuete > guisantes > lombarda > trucha > bogavante-langostino-cigala-sandía-brotes de soja > brócoli > aguacate	15 mg/día
Vitamina B6 (piridoxina)	<ul style="list-style-type: none"> Favorece la transformación del alimento en energía, siendo útil en dietas de adelgazamiento y para deportistas. Actúa como coenzima en el metabolismo de numerosos aminoácidos. 	Harina de soja > salvado > bogavante > cereales > salmón > nueces > sardinas > lentejas	1,5-4 mg/día
Vitamina B7 (biotina)	<ul style="list-style-type: none"> Es de gran importancia en el metabolismo de lípidos e hidratos de carbono. Mediante su unión a proteínas intervienen en mecanismos de carboxilación del ciclo de Krebs. 	Pollo > hígado > brotes de soja > salvado > frijones- huevo > nueces > cacao en polvo > guisantes > champiñones > almendras > aguacate	150 mg/día
Vitamina B9 (ác. fólico)	<ul style="list-style-type: none"> Necesaria para la formación de glóbulos rojos, ácidos nucleicos y células del sistema reproductor. 	Judías > salvado > hígado > garbanzos > berros > yema de huevo > cacahuete > nueces > queso	1,5-4 mg/día
Vitamina B12 (cianocobalamina)	<ul style="list-style-type: none"> Participa en la oxidación de ácidos grasos. Previene la anemia megaloblástica. Contribuye al desarrollo normal del sistema nervioso y del crecimiento. Actúa a nivel de la médula ósea, tracto gastro-intestinal y glóbulos rojos. 	Hígado > ostras > atenuque ahumado > conejo > gallo > caballa > vaca > trucha > jurel > cerdo	1,5-3 mg/día

Polifenoles

Inicialmente se pueden clasificar en flavonoides (flavonoles, flavonas e isoflavonas) y no flavonoides (ácidos fenólicos y estilbenos). Se pueden unir fácilmente a carbohidratos, ácidos orgánicos o a otros compuestos que forman parte de un alimento. Su *biodisponibilidad* (fracción de un nutriente o no nutriente que está disponible para las funciones fisiológicas del cuerpo humano y/o su almacenamiento, como se mencionó anteriormente) parece depender de una serie de factores relacionados con la dieta y la composición del alimento, pero en cualquier caso se ve favorecida por la dosis fisiológica y el tamaño en pequeñas partículas del alimento durante el proceso de digestión, junto con el calor liberado por reacciones exotérmicas. Además, la ingesta simultánea de antioxidantes como las vitaminas C y E puede reducir la degradación intestinal de los polifenoles.

Tioles

Son los antioxidantes más importantes en la protección de las células de cualquier clase frente al daño oxidativo, al tiempo que juegan un papel importante en procesos reductivos que son esenciales para las síntesis de proteínas y ADN. El espárrago, la espinaca, el pepino, el pimiento (sobre todo el rojo) y el aguacate son una buena fuente de tioles.

Isotiocianatos

Están presentes fundamentalmente en la familia de las crucíferas (coles, nabos, berros, brócoli, etc.), cuyo consumo se asocia a la baja incidencia de cáncer. Dentro de la familia el más conocido es el indol-3-carbinol, inductor de enzimas en la fase I y II: modula el metabolismo de estrógenos y protege a las glándulas mamarias de tumorigénesis.

Tabla 4. Comparativa de las características nutricionales de frutas y hortalizas

Nombre	g/100 g materia fresca				mg/100 g materia fresca							mg AA/100 g mf		mg AG/100 mf	
	Proteínas	Lípidos	Fibra	Hc totales	Calcio	Hierro	Magnesio	Fósforo	Potasio	Sodio	Cinc	Cobre	Manganeso	Vitamina C	Polifé total
Tomate cherry	0,76	0,17	0,57	2,32	37,71	0,36	6,83	25,73	211,19	6,11	0,78	0,05	0,08	28,19	23,00
Tomate larga vida	0,87	0,18	1,04	2,26	9,73	0,48	6,74	24,03	341,78	7,77	0,14	0,08	0,11	13,18	32,40
Mataix	1,00	0,11	1,40	3,50	10,60	0,70	8,30	27,00	250,00	6,00	0,16	0,01	0,10	26,60	
USDA	0,88	0,20	1,20	3,89	10,00	0,29	11,00	24,00	237,00	5,00	0,71	0,05	0,11	13,70	
Tomate raf	1,12	0,42	0,49	3,68	9,06	0,40	18,29	21,83	542,29	18,95	0,05	0,10	0,16	22,63	66,90
Pimiento italiano rojo	0,92	0,17	1,90	3,35	10,75	0,55	17,83	22,02	220,42	6,81	0,18	0,09	0,11	150,00	120,00
Pimiento californiano rojo	0,90	0,18	1,80	3,01	7,33	0,34	16,87	28,68	239,31	5,46	0,26	0,15	0,10	140,00	130,00
Mataix	0,90	0,20	1,40	3,70	12,00	0,50	13,50	25,00	210,00	4,00	0,20			131,00	
USDA	0,99	0,30	2,10	6,03	7,00	0,43	12,00	26,00	211,00	4,00	0,25	0,01	0,11	127,70	
Pimiento italiano verde	1,09	0,20	2,10	3,10	22,80	0,36	13,16	25,25	209,98	5,43	0,21	0,25	0,13	135,00	75,00
Pimiento californiano verde	0,79	0,19	1,85	2,36	7,95	0,22	11,80	15,25	188,46	4,46	0,18	0,05	0,10	127,00	69,00
Mataix															
USDA	0,86	0,17	1,70	4,64	10,00	0,34	10,00	20,00	175,00	4,00	0,19	0,06	0,12	80,40	
Berenjena	0,87	0,14	3,00	5,40	10,31	0,24	10,25	17,41	154,98	5,59	0,24	0,17	0,08	0,50	87,40
Mataix	1,24	0,18	1,37	2,66	10,00	0,30	13,00	21,00	262,00	3,00	0,28	0,01	0,10	2,00	
USDA	0,98	0,18	3,00	5,88	9,00	0,23	14,00	24,00	229,00	2,00	0,16	0,08	0,23	2,20	
Calabacín	2,11	0,30	1,10	3,00	37,18	0,90	31,63	71,84	361,35	4,13	0,69	0,17	0,57	20,00	1,50
Mataix	1,30	0,40	1,30	6,00	19,00	0,40	18,00	31,00	230,00	3,00	0,20	0,09	0,19	20,00	
USDA*	1,21	0,32	1,00	3,11	16,00	0,37	18,00	38,00	261,00	8,00	0,32	0,05	0,17	17,90	
Pepino	0,61	0,10	0,51	1,46	30,74	0,44	13,23	50,52	248,80	12,38	0,34	0,26	0,32	5,50	9,70
Mataix	0,70	0,06	0,80	1,90	17,00	0,30	9,00	20,00	140,00	6,50	0,16	0,01	0,10	6,00	
USDA	0,65	0,11	0,50	3,63	16,00	0,28	13,00	24,00	147,00	2,00	0,20	0,04	0,07	2,80	
Brócoli	2,50	0,35	2,60	6,60	35,90	0,58	15,74	44,79	267,95	10,04	0,34	0,12	0,23	148,00	126,00
Mataix	3,00	0,35	3,00	1,80	93,00	1,40	25,00	67,00	370,00	13,00	0,60	0,04	0,23	110,00	
USDA	2,82	0,37	2,60	6,64	47,00	0,73	21,00	66,00	316,00	33,00	0,41	0,05	0,21	89,20	
Melón	0,74	0,16	0,85	8,20	21,67	55,65	31,52	57,13	315,02	11,82	25,00	1,97	17,73	30,0	34,00
Mataix	0,88	0,28	0,80	8,36	11,00	0,21	11,00	17,00	309,00	9,00	0,16	0,04	0,50	42,20	
USDA**	0,84	0,19	0,90	8,16	9,00	0,21	12,00	15,00	267,00	16,00	0,18	0,04	0,04	36,70	
Sandía	0,59	0,15	0,45	7,60	6,80	11,52	11,90	20,64	113,05	3,42	17,00	17,20	0,68	8,10	23,00
Mataix	0,50	0,30	0,30	4,50	7,00	0,20	0,04	9,00	110,00	2,00	0,10	0,03	0,04	11,00	
USDA	0,61	0,15	0,40	7,55	7,00	0,24	10,00	11,00	112,00	1,00	0,10	0,04	0,04	8,10	

* *Summer squash zucchinis*, ** *Cantaloup*.

Fuente: Adaptación de tablas de Molina A, Lo saludable de los alimentos, 2015. Se comparan los datos recogidos en el laboratorio de biotecnología de la Estación Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas', en Almería (los primeros); con los del análisis de alimentos locales realizados por José Mataix Verdú en la Universidad de Granada (Mataix J, *et al.* Tabla de composición de alimentos. 6º ed. Granada: Universidad de Granada; 2011); y, por último, la base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) a partir de la producciónn agraria de California.

3.3. Diferentes técnicas de cultivo en frutas y hortalizas para diferentes objetivos de salud

Algunas de las cuestiones fundamentales que deberá abordar a corto plazo el sistema de I+D generado en torno al sector agroalimentario son, sin duda, el conocimiento de los distintos factores que influyen en el contenido de sustancias bioactivas en frutas y hortalizas, y el manejo agronómico idóneo para aumentar el contenido de estas. Es cierto que en los últimos años se ha avanzado mucho en la tecnología de cultivos para obtener mayores producciones, lo que hasta la fecha ha sido la máxima preocupación de los agentes económicos y tecnológicos implicados en el sector hortofrutícola. No obstante, más recientemente comienza a percibirse un significativo cambio de tendencia, debido a que en la actualidad el verdadero protagonista de los cánones de calidad vigentes es el consumidor, que busca productos cada vez más saludables y diferenciados. Este conocimiento permitirá cosechar frutos con una elevada calidad tanto organoléptica como saludable desde el punto de vista del aumento del contenido en sustancias bioactivas, y será una herramienta perfecta para diferenciarse en un mercado global cada vez más exigente y competitivo y revalorizar económicamente sus productos.

Para llegar a ese grado de excelencia se requiere de un mayor acervo teórico y práctico acerca de la dependencia del contenido en sustancias bioactivas en frutas y hortalizas, y de cómo se ven afectadas por las variaciones de los factores bióticos y abióticos de los que depende ese contenido. De entre estos factores destacan:

- *Perfil genético y selección varietal.* Quizá sea la herramienta más eficaz para generar productos con mayor contenido en sustancias bioactivas.
- *Temperatura.* La oscilación entre las temperaturas diurnas y nocturnas afecta a los carotenoides, tiene una débil influencia sobre la vitamina C y prácticamente nula para polifenoles y vitamina E.
- *Radiación luminosa.* Su incremento favorece la síntesis de licopeno, carotenos, fenoles solubles y vitamina C. Asimismo, la intensidad del infrarrojo tiene un efecto positivo en la síntesis de carotenoides, y tratamientos breves de radiación ultravioleta aumentan el contenido en polifenoles.
- *Salinidad del agua de riego.* El contenido en licopeno, azúcares y ácidos aumenta gradualmente con la salinidad hasta un umbral determinado, pero como contraprestación se puede registrar una disminución de los rendimientos productivos. Por otro lado, mantener bajas tensiones en riego por goteo durante el desarrollo del fruto disminuye el contenido en vitamina C y sólidos solubles, pero incrementan la producción.
- *Estado hídrico.* En tomado, el contenido en licopeno decrece en respuesta al estrés hídrico, si bien en cherry el contenido de carotenos y licopeno aumento con déficit de agua. Una práctica típica en frutales es someterlos a déficit hídrico para aumentar la calidad organoléptica de los frutos, al incrementarse el contenido de azúcares con respecto a tratamientos convencionales. Indirectamente, este tipo de estrés induce a una mayor formación de sustancias bioactivas.

- *Nutrición mineral.* Con el abonado nitrogenado fundamentalmente orgánico se incrementa la síntesis de carotenoides y disminuye el contenido en vitamina C. La tendencia a reducir fertilización nitrogenada puede aumentar calidad de frutos al tener mayor contenido en esa misma vitamina. Además, el incremento de fósforo parece aumentar la síntesis de carotenoides sin afectar a la presencia de vitamina C. En tomate, al incrementarse la fertilización con potasio en todos los estados de maduración parece producirse un incremento de carotenoides. Con respecto al calcio aplicaciones, foliares del mismo también incrementan el contenido en carotenoides y vitamina C. Finalmente, la aplicación de cloruro sódico provoca un aumento en licopeno, beta-caroteno, capacidad antioxidante y vitamina C.

En cuanto al manejo agronómico, hay una gran discusión científica en torno a las bondades del cultivo ecológico frente al convencional, que usa abonos inorgánicos fundamentalmente. En ese sentido, buena parte de la literatura disponible asegura demostrar una mayor síntesis de sustancias bioactivas en cultivo ecológico. Pero se trata de una premisa que sigue estando sometida a continua revisión por los investigadores.

4. Caracterización nutricional y saludable de frutas y hortalizas en el Mediterráneo

Cuando se consulta la bibliografía disponible acerca de caracterización nutricional y la presencia de sustancias bioactivas de frutas y hortalizas, no pueden pasarse por alto la gran cantidad de cultivares existentes de cada una de ellas ni el amplio abanico de registros que puede presentar cada variable, en función de las propiedades mencionadas en el apartado anterior. Tampoco debe ignorarse la caracterización de las mismas considerando el fruto de forma global o por porciones (por ejemplo con piel o sin piel), o el color que presenta antes de su consumo final.

Las consideraciones anteriores dictan que lo más sensato es que esos valores se muevan siempre dentro de un rango, y que no basta con hablar de *tomate* para su caracterización, sino que habrá que tener en cuenta si se trata de larga vida, cherry o raf, especies comerciales características en el Mediterráneo), incluso si presenta o no semillas, o si ha sido sometido a un preparado alimenticio a procesos térmicos, etc.

Analizando los contenidos recogidos en la Tabla 4, puede justificarse como el tomate raf presenta unos contenidos en lípidos, proteínas, hidratos de carbono, ciertos minerales y, sobre todo, en vitamina C y polifenoles, mucho mayores que cherry y larga vida. De este modo, los datos empíricos obtenidos en los análisis que se realizan sistemáticamente en la Estación Experimental de Cajamar justifican que se denomine al raf como el *pata negra* de los tomates. No solo desde el punto de vista nutricional (mayor contenido en macro y micronutrientes), sino también del saludable (mayor contenido en sustancias bioactivas, polifenoles y vitamina C). En esta valoración positiva le sigue el cherry, mientras que el larga vida presenta los con-

tenidos más bajos, si bien presenta más fibra que sus homólogos y está más preparado para su conservación poscosecha.

Entre los pimientos italianos es el verde el que tiene más fibra, calcio, fósforo, cobre, aunque menos polifenoles y vitamina C que los rojos, que además tienen más magnesio, potasio y sodio. El pimiento californiano rojo tiene más carbohidratos y mayor contenido mineral que el verde, además de mayor contenido en polifenoles y antioxidantes.

Por su parte, calabacín y pepino pueden aportar porcentajes de minerales significativos en una dieta, aunque no se caractericen por tener un alto contenido en sustancias bioactivas. La berenjena es una importante fuente de fibra y minerales importantes, además de poseer un contenido significativo de polifenoles, aunque apenas tiene vitamina C. El brócoli es una excelente fuente de fibra, vitamina C y polifenoles. Finalmente, las frutas melón y sandía aportan una buena cantidad de carbohidratos y minerales.

5. Conclusiones

En el litoral mediterráneo español se asienta uno de los focos productivos de hortalizas y frutas para consumo en fresco más competitivos, así como muchas de las industrias que elaboran productos de la denominada cuarta y quinta gama, que tratan que faciliten el aprovechamiento de sus virtudes nutricionales de cara a los hábitos y el ritmo de la vida actuales.

Sin embargo, a pesar de su notable éxito comercial el sector no puede contentarse con exportar cada año millones de kilos de hortalizas y frutas, sino que debe tomar conciencia de que también *exportan salud*. De que sus producciones, de altísimo valor nutricional y sin aditivos, constituyen una ventaja competitiva natural y tienen que empezar a ser consideradas por todos los agentes de la cadena, del productor al consumidor, pasando por los diversos intermediarios, como *alimentos funcionales en su envoltorio original*.

Recuperando los hábitos tradicionales de la dieta mediterránea a la luz del conocimiento científico más reciente y del paradigma de la nutrición personalizada, no solo se pueden aprovechar al máximo las posibilidades de frutas y hortalizas como factores clave en la prevención de las enfermedades propias de la sociedad moderna, sino que se avanzará en la consecución de un bienestar físico y psicológico que va mucho más allá del mantenimiento de un peso adecuado.

Pero queda mucho camino por recorrer, y es responsabilidad de todos los agentes de la oferta española poner en valor los atributos relacionados con la salud en sus campañas de comunicación e información. Y, sobre todo, fomentar que llegue al consumidor final la convicción, avalada por argumentos científicos y estudios clínicos, de que la presencia de los alimentos frescos en nuestra dieta, de las frutas y hortalizas, en combinación con otros elementos básicos como los cereales, las legumbres o el aceite de oliva, y con todos aquellos hábitos propios de una vida activa y saludable, mezclados todos ellos en un adecuado equilibrio y en función del contexto personal de cada individuo, es la forma más sencilla y sabrosa de mantener un excelente estado de salud.

Referencias bibliográficas

1. LEE, C.;SAFDIE, F. M.; RAFFAGHELLO, L.; WEI, M.; MADIA, F.; PARRELLA, E.; HWANG, D.; COHEN, P.; BIANCHI, G. y LONGO, V. D. (2010): «Reduced levels of IGF-I mediate differential protection of normal and cancer cells in response to fasting and improve chemotherapeutic index»; *Cancer Res.* 70(4); pp. 1564-72. Epub 2010 Feb 9. LONGO, V. D. y FONTANA, L. «Calorie restriction and cancer prevention: metabolic and molecular mechanisms»; *Trends Pharmacol Sci.* 31(2); pp. 89-98. Epub 2010 Jan 25.

LEE, C. y LONGO, V. D. (2011): «Fasting vs dietary restriction in cellular protection and cancer treatment: from model organisms to patients»; *Oncogene* 30(30); pp. 3305-16.

LEE, C.; RAFFAGHELLO, L.; BRANDHORST, S.; SAFDIE, F. M.; BIANCHI, G.; MARTIN-MONTALVO, A.; PISTOIA, V.; WEI, M.; HWANG, S.; MERLINO, A.; EMIONITE, L.; DE CABO, R. y LONGO, V. D. (2012): *Fasting Cycles Retard Growth of Tumors and Sensitize a Range of Cancer Cell Types to Chemotherapy.* *Sci Transl Med.* 2012 Feb 8. Epub ahead of print.

COUZIN, J. (2008): *Can Fasting Blunt Chemotherapy's Debilitating Side Effects?* *Science.* 321(5893); pp. 1146-7.

RAFFAGHELLO, L.; LEE, C.; SAFDIE, F. M.; WEI, M.; MADIA, F.; BIANCHI, G. y LONGO, V. D. (2008): «Starvation-dependent differential stress resistance protects normal but not cancer cells against high-dose chemotherapy»; *Proc Natl Acad Sci USA* 105(24); pp. 8215-20. Epub 2008 Mar 31.

SAFDIE, F. M.; DORFF, T.; QUINN, D.; FONTANA, L.; WEI, M.; LEE, C.; COHEN, P. y LONGO, V. D. (2009): «Fasting and cancer treatment in humans: A case series report»; *Aging (Albany NY)* 1(12); pp. 988-1007.

CHENG, C. W.; ADAMS, G. B.; PERIN, L.; WEI, M.; ZHOU, X.; LAM, B. S.; DA SACCO, S.; MIRI-SOLA, M.; QUINN, D. I.; DORFF, T. B.; KOPCHICK, J. J. y Longo, V. D. (2014): «Prolonged Fasting Reduces IGF-1/PKA to Promote Hematopoietic-Stem-Cell-Based Regeneration and Reverse Immunosuppression»; *Cell Stem Cell* 14(6); pp. 810-23.

Longo, V. D. y MATTSON, M. P. (2014): «Fasting: molecular mechanisms and clinical applications»; *Cell Metab.* 19(2); pp. 181-92. Epub 2014 Jan 16.

RAFFAGHELLO, L.; SAFDIE, F.; LONGO, V. D. *et al.* (2010): «Fasting and differential chemotherapy protection in patients»; *Cell cycle* 9(22); pp. 4474-4476.

2. MOLINA, A. (2015): «Como actúa el ayuno»; *Lo saludable de los alimentos.* Almería; p. 79.
3. AMATRUDA, J. M.; RICHESON, J. F. ; WELLE, S. L.; BRODOWS, R. G. y LOCKWOOD, D. H. (1988): «The safety and efficacy of a controlled low-energy ('very-low-calorie') diet in the treatment of non-insulin-dependent diabetes and obesity»; *Arch Intern Med.* 148(4); pp. 873-7.

4. ANDREWS, J.; KASHIWAGI, A. ; VERSO, M. A.; VASQUEZ, B. ; HOWARD, B. V. y FOLEY, J. E. (1984): «Effects of four-day fast on triglyceride mobilization in human adipocytes»; *Int J Obes.* 8(4); pp. 355-63.
5. ARNER, P.; BOLINDER, J.; ENGFELDT, P.; HELLMÉR, J. y OSTMAN, J. (1984): «Influence of obesity on the antilipolytic effect of insulin in isolated human fat cells obtained before and after glucose ingestion»; *J Clin Invest.* 73(3); pp. 673-680.
6. BERI, D.; MALAVIYA, A. N.; SHANDILYA, R. y SINGH, R. R. (1988): «Effect of dietary restrictions on disease activity in rheumatoid arthritis»; *Ann Rheum Dis.* 47(1); pp. 69-72.
- MÜLLER, H.; DE TOLEDO, F. W. y RESCH, K. L. (2001): «Fasting followed by vegetarian diet in patients with rheumatoid arthritis: a systematic review»; *Scand J Rheumatol.* 30(1); pp. 1-10.
- HAUGEN, M. A.; KJELDSSEN-KRAGH, J.; BJERVE, K. S.; HØSTMARK, A. T. y FØRRE, O. (1994): «Changes in plasma phospholipid fatty acids and their relationship to disease activity in rheumatoid arthritis patients treated with a vegetarian diet»; *Br J Nutr.* 72(4); pp. 555-66.
- KJELDSSEN-KRAGH, J.; MELLBYE, O. J.; HAUGEN, M.; MOLLNES, T. E.; HAMMER, H. B.; SIOUD, M. y FØRRE, O. (1995): «Changes in laboratory variables in rheumatoid arthritis patients during a trial of fasting and one-year vegetarian diet»; *Scand J Rheumatol.* 24(2); pp. 85-93.
- KJELDSSEN-KRAGH, J.; SUMAR, N.; BODMAN-SMITH, K. y BROSTOFF, J. (1996): «Changes in glycosylation of IgG during fasting in patients with rheumatoid arthritis»; *Br J Rheumatol.* 35(2); pp. 117-9.
- KJELDSSEN-KRAGH, J.; HAUGEN, M.; BORCHGREVINK, C. F.; LAERUM, E.; EEK, M.; MOWINKEL, P.; HOVI, K. y FØRRE, O. (1991): «Controlled trial of fasting and one-year vegetarian diet in rheumatoid arthritis»; *Lancet* 338(8772); pp. 899-902.
7. ADDIS, T.; POO, L. J. y LEW W. (1936): «The quantities of protein lost by the various organs and tissues of the body during a fast»; *J Biol Chem.* 115; pp. 111-116.
8. AHIMA, R. S.; PRABAKARAN, D.; MANTZOROS, C.; QU, D.; LOWELL, B.; MARATOS-FLIER, E. y FLIER, J. S. (1996): «Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting»; *Nature* 382(6588); pp. 250-2.
9. FOND, G.; MACGREGOR, A.; LEBOYER, M. y MICHALSEN, A. (2013): «Fasting in mood disorders: neurobiology and effectiveness. A review of the literature»; *Psychiatry Res.* 209(3); pp. 253-8. Epub 2013 Jan 15.