



Guía para el consumo de frutas saludable y sostenible



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



ciberobn
Centro de Investigación Biomédica en Red
Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición

Noviembre 2019



Guía para el consumo de frutas saludable y sostenible





VNIVERSITAT
D VALÈNCIA



Centro de Investigación Biomédica en Red
Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición

Título: Guía para el consumo de frutas saludable y sostenible

Autores: Fernández Carrión, Rebeca ; Coltell Simón, Oscar ; Sorlí Guerola, José Vicente ; Barragán Bernal, Rocio ; Martínez Lacruz, Raúl; Giménez Alba, Ignacio Manuel ; Asensio Márquez, Eva María ; Ortega Azorín, Carolina ; Prados Corman, Paola ; Macias Callado, Alejandro ; Gisbert Sanchis, Alfred ; Navarro Quidano, Mario Alberto ; Sales Escrihuela, Maria ; Aknin, Achouak ; Moltó Cortés, Juan Carlos ; Torrijos Caparrós, Raquel ; de la Cámara Sahuquillo, Eurne ; Portolés Reparaz, Olga ; González Arráez, José Ignacio ; Corella Piquer, Dolores

Universitat de València, Universitat Jaume I, Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN)

Edición: 1ª Diciembre, 2019, España

© Del texto: Los Autores, 2019

Edita: Universitat de València

Coordinación: Vicerrectorado de Igualdad, Diversidad y Sostenibilidad. Delegación de Sostenibilidad y Universidad Saludable

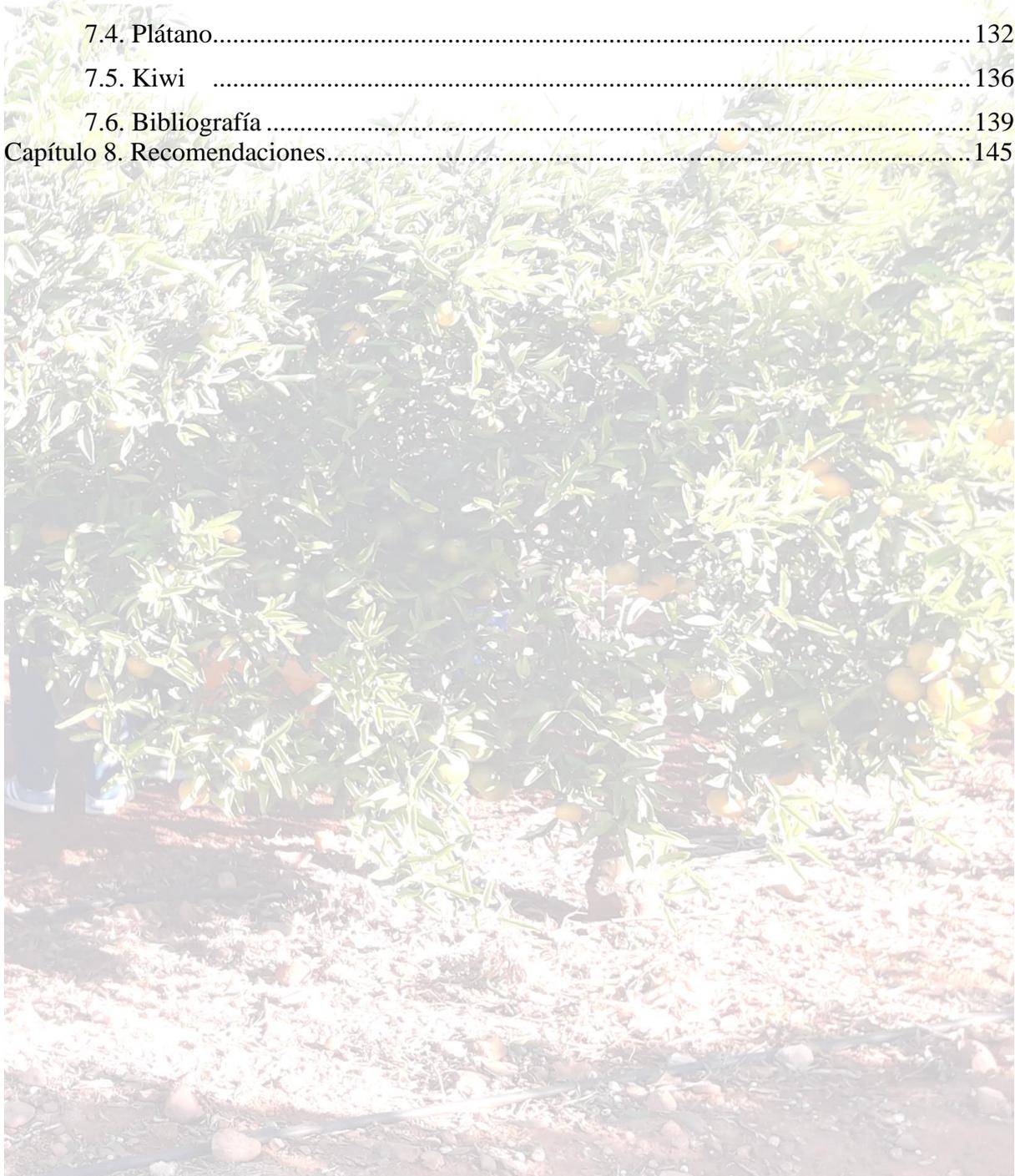
ISBN: 978-84-09-17362-4

Printed in Spain

Tabla de contenido

Relación de autores	v
Capítulo 1: Presentación y Motivación.....	6
1.1. Día de la fruta en la Red Española de Universidades Saludables.....	6
1.2. Sostenibilidad en la Universidad y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)..	9
1.3. Día de la fruta en la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables	11
1.4. Bibliografía	15
Capítulo 2: Asociación entre consumo de frutas y salud.....	17
2.1. Generalidades del consumo de frutas y recomendaciones.....	17
2.2. Consumo de frutas en universitarios de Valencia.....	19
2.3. Evidencias del efecto del consumo de frutas para la salud en grandes estudios internacionales	20
2.4. Bibliografía	23
Capítulo 3: Sostenibilidad y frutas.....	26
3.1. Sostenibilidad y desarrollo sostenible.....	26
3.2. Dietas sostenibles.....	27
3.3. Las huellas	29
3.4. Bibliografía	32
Capítulo 4. Otoño.....	35
4.1. Mandarina	37
4.2. Pera	47
4.3. Caquis (kakis)	53
4.4. Membrillo	58
4.5. Granada	62
4.6. Calabaza.....	67
4.7. Bibliografía	70
Capítulo 5. Invierno	80
5.1. Manzana.....	80
5.2. Naranja.....	87
5.3. Uva	93
5.4. Bibliografía	98
Capítulo 6. Primavera	104
6.1. Fresas y fresones	104
6.2. Albaricoques, ciruelas y nísperos	109

6.3. Bibliografía	115
Capítulo 7. Verano	121
7.1. Melocotón	121
7.2. Sandía y Melón	125
7.3. Piña	129
7.4. Plátano.....	132
7.5. Kiwi	136
7.6. Bibliografía	139
Capítulo 8. Recomendaciones.....	145



Relación de autores

Fernández Carrión, Rebeca^{1,2}
Coltell Simón, Oscar^{2,3}
Sorlí Guerola, José Vicente^{1,2}
Barragán Bernal, Rocío^{1,2}
Martínez Lacruz, Raúl^{1,2}
Giménez Alba, Ignacio Manuel^{1,2}
Asensio Márquez, Eva María^{1,2}
Ortega Azorín, Carolina^{1,2}
Prados Corman, Paola^{4,5}
Macías Callado, Alejandro^{4,5}
Gisbert Sanchis, Alfred^{4,5}
Navarro Quidano, Mario Alberto^{4,5}
Sales Escrihuela, María^{4,5}
Aknin, Achouak^{4,5}
Moltó Cortés, Juan Carlos⁴
Torrijos Caparrós, Raquel⁴
de la Cámara Sahuquillo, Edurne¹
Portolés Reparaz, Olga^{1,2}
González Arráez, José Ignacio^{1,2}
Corella Piquer, Dolores^{1,2}

¹: Unidad de Epidemiología Genética y Molecular (EPIGEM), Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina y Odontología, Universitat de València, Valencia.

²: Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Madrid.

³: Grupo de investigación BioInfoGenómica (BIG), Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela superior de Tecnología y Ciencias Experimentales, Universitat Jaume I, Castellón.

⁴: Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València, Valencia.

⁵: Asociación de dietistas-nutricionistas universitarios (ADINU), Valencia.

Capítulo 1: Presentación y Motivación

Rebeca Fernández Carrión, Oscar Coltell Simón, José Vicente Sorlí Guerola, Rocío Barragán Bernal, Raúl Martínez Lacruz, Ignacio Manuel Giménez Alba, Carolina Ortega Azorín, Edurne de la Cámara Sahuquillo, Dolores Corella Piquer.

1.1. Día de la fruta en la Red Española de Universidades Saludables

La Red Española de Universidades Saludables se constituyó en el año 2008, bajo el acrónimo de REUS, con el objetivo de incorporar e integrar la promoción de la salud en el ámbito universitario. Esta iniciativa inicialmente auspiciada por la Organización mundial de la salud (OMS), por el Ministerio de Sanidad y por el Ministerio de Educación, forma parte de una estrategia internacional en la que participan también, además de las Universidades públicas y privadas que se integraron en la misma, la Conferencia de Rectores (CRUE), y, las instituciones sanitarias correspondientes de cada Comunidad Autónoma. Esta red tiene como marco la Carta de Ottawa de 1988 de Promoción de la Salud en la que se estableció “la creación de entornos que apoyen la salud” como una de las áreas prioritarias en la Promoción de la Salud.

La Universidades se consideran en REUS como uno de los entornos primordiales para la promoción de la salud de las personas de estudian y trabajan en ellas. Para ello hay que promover los conocimientos y habilidades necesarios para que los estudiantes y trabajadores tengan estilos de vida saludables, proporcionando para ellos las infraestructuras y espacios necesarios, y favoreciendo la socialización y la traslación del estilo de vida saludable al resto de la sociedad con la que interaccionan.

Aunque la REUS se constituyó oficialmente en el año 2008, la entrada de cada una de las universidades en la Red no ha sido simultánea, sino que se ha realizado de manera progresiva cumpliendo un protocolo de adhesión. La Universitat de València se integró en la REUS en el año 2011 y sigue formando parte de ésta. Actualmente la REUS está formada por 55 universidades, 2 ministerios (el Ministerio de Sanidad y el Ministerio de Educación), la (CRUE y nueve estructuras de salud pública de las comunidades autónomas. Se puede obtener información más detallada de las generalidades y aspectos particulares de la REUS en su Web: <https://www.unisaludables.es/es/>.

La Red Española de Universidades Saludables (REUS) celebra, por quinto año consecutivo el Día de las Universidades Saludables, una campaña que quiere visibilizar el trabajo que hacen conjuntamente las universidades de la red. La REUS, que se constituyó en 2008 y actualmente está coordinada desde la Universidad de las Islas Baleares, está formada por 55 universidades, 2 ministerios (el Ministerio de Sanidad y el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte), la Conferencia de rectores (CRUE) y nueve

estructuras de salud pública de las comunidades autónomas. Además, esta red trabaja de manera muy próxima con otras redes de Universidades Saludables como la Red Iberoamericana de Universidades Promotoras de Salud (RIUPS), compartiendo objetivos, metodologías y estrategias.

Para aumentar la visibilidad de la REUS entre los estudiantes y trabajadores de las universidades integrantes, cada año se celebra el denominado “Día de las Universidades Saludables”. Este día nació para conmemorar la Declaración de Pamplona, el 7 de octubre de 2009. En esta fecha (pudiendo variar algún día según el calendario de festivos), la REUS celebra de manera conjunta, en todas las universidades que se adhieran a dicha celebración, un día de promoción de hábitos saludables. Aunque cada año, la elección del hábito saludable varía en función de las necesidades específicas, desde hace varios años, se sigue manteniendo como constante todos los años, la celebración del denominado “Día de la fruta”. Durante ese día se realizan actividades de difusión y formación sobre la importancia de la fruta en la alimentación saludable, así como actividades de reparto gratuito de fruta entre los estudiantes y trabajadores de las universidades integrantes de REUS. En la **Figura 1.1** se presenta el cartel correspondiente a 2019 que se ha distribuido este año desde REUS a las universidades participantes para difundir el día de las Universidades Saludables.



Figura 1.1. Cartel del día de las Universidades Saludables en 2019 (distribuido por REUS).

También se celebra dicho día el denominado “reto de la fruta”, consistente en un concurso que incentiva la participación de los universitarios y su consume de fruta participando en el reto. Para participar, es necesaria una cuenta de Twitter en la que los participantes en el concurso suben a la red una foto consumiendo una pieza de fruta con hashtag #RetoFrutaREUS, mencionando también la cuenta de la universidad de procedencia, así como la cuenta de la REUS. Los ganadores con más votaciones reciben premios.

La motivación para promocionar el consumo de fruta en la Universidad resulta de detectar un muy preocupante descenso del consumo de fruta entre los universitarios. Múltiples estudios realizados en distintas universidades españolas han encontrado que la ingesta de frutas está por debajo de las recomendaciones de su consumo (Pérez-Gallardo et al., 2015; Navarro-Prado et al., 2015; Muñoz de Mier et al., 2017; Porto-Arias et al., 2018), fundamentalmente en los de estudiantes de edad más joven. En general, las personas más jóvenes tienen menor adherencia a la denominada dieta mediterránea en España (García-Meseguer et al., 2014; Zurita-Ortega et al., 2018). Dentro de la dieta mediterránea, las frutas, son uno de los alimentos en los que se observa una menor adherencia a las recomendaciones. En el capítulo 2 comentaremos con mayor detalle las ventajas para la salud de un consumo adecuado de frutas. En esta introducción sólo queremos poner de manifiesto el problema y la motivación por la cual, la REUS ha elegido las frutas para la promoción de su consumo en las universidades españolas.

El bajo consumo de frutas no sólo es una característica de los universitarios españoles, otros estudios recientes llevados a cabo en distintos países también destacan este deficiente consumo de frutas y la necesidad de su promoción. Entre estos estudios, podemos señalar el llevado a cabo en los estudiantes universitarios holandeses (van den Bogerd et al., 2019) para conocer su adherencia a las recomendaciones holandesas de consumo saludable de frutas y verduras. Para ello, en este estudio incluyeron 717 universitarios y les midió el consumo de frutas y verduras mediante cuestionario de frecuencia de consumo. Determinaron también otras variables sociodemográficas y de estilo de vida asociadas. Encontraron que un 71% de los estudiantes universitarios no se adhirió a las pautas holandesas sobre recomendaciones en consumo de frutas. En cuanto a los determinantes asociados a este bajo consumo se encontraron los siguientes resultados: La ingesta de fruta fue menor en estudiantes de sexo masculino, que vivían solos, con elevado nivel de sedentarismo, que tenían un consumo elevado de alcohol y que realizaban estudios técnicos. En cuanto a las estrategias de intervención, la mayoría de los estudiantes indicaron que su ingesta de frutas aumentaría si se realizaran intervenciones relacionadas con la promoción de fruta más asequible en los comedores universitarios (64%), pero no valoraron con puntuación muy alta las iniciativas relacionadas con realizar huertos urbanos universitarios o asistir a los mercados de agricultores locales cada semana.

De manera similar, en otro estudio llevado a cabo en estudiantes universitarios de Bélgica (Deliens et al., 2018), se encontró que el 90% de los mismos no cumplían las recomendaciones de consumo de frutas y verduras establecidas en las Guías Belgas para un consumo saludable. Este consumo poco saludable se encontró en mayor proporción en los estudiantes universitarios más jóvenes, concluyendo la urgente necesidad de aumentar el consumo de frutas y verduras en dicha población universitaria.

Del mismo modo, en un estudio llevado en 1454 estudiantes universitarios chilenos incluyendo varias universidades del norte, centro y sur de Chile, se evaluó la adecuación del consumo de frutas, verduras y legumbres (Vera et al., 2019). De manera general, se observó que el 70% de los estudiantes no cumplió con las recomendaciones del consumo de frutas, concluyendo que el consumo de frutas entre los universitarios chilenos está muy lejos de las recomendaciones.

También los estudiantes universitarios de Singapur mostraron un consumo muy bajo de frutas y verduras, concretamente en el estudio llevado a cabo por et al., (2017) en una muestra de 884 estudiantes universitarios, encontraron que sólo el 13.6% cumplió con las recomendaciones de Singapur para el consumo de frutas. Este porcentaje fue ligeramente más alto para el consumo de verduras (27.1%), por lo tanto, la conclusión de los autores fue que se requieren intervenciones conductuales y estructurales para educar, motivar e incentivar a los estudiantes universitarios a mejorar su consumo de frutas.

Pero los estudiantes universitarios no sólo presentan un consumo poco saludable de frutas, también presentan un consumo poco saludable de otros alimentos. Por ello, se está trabajando en mejorar las estrategias de intervención, para que sean más innovadoras y atractivas y así llegar mejor a estos adultos jóvenes. Entre estas estrategias innovadoras podemos mencionar la intervención EATS (Eating Advice To Students) (Whatnall et al., 2019). Se trata de una intervención nutricional específica y breve basada en una Web para estudiantes universitarios (de 17 a 35 años) en Australia. Se ha realizado un estudio piloto y se han publicado los primeros resultados. El sitio Web tiene 4 componentes: (1) breve cuestionario de evaluación con comentarios personalizados, (2) provisión de información, consejos y estrategias para cada comportamiento alimentario (consumo de verduras, frutas, etc.) y ejercicios guiados para facilitar el cambio de comportamiento, (3) establecimiento de objetivos y (4) creación de estrategias. Los resultados del estudio piloto realizado en la Universidad de Newcastle, Australia, durante el periodo comprendido entre febrero y julio de 2018. El análisis de los datos del estudio piloto reveló que la herramienta resultaba válida para los objetivos del proyecto, presentando una solución innovadora y que contribuye a aportar soluciones a una de las barreras en los estudios de intervención para mejorar la conducta alimentaria. No obstante, son solo resultados preliminares que necesitan validación en muestras más grandes y su adaptación a otros contextos universitarios. Otros autores también están desarrollando herramientas similares basadas en *apps* (Lyzwinski et al., 2019).

1.2. Sostenibilidad en la Universidad y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Aunque no existe, constituida como tal, una red española de universidades sostenibles, desde la CRUE, se constituyó en el año 2009 una Comisión Sectorial específica de sostenibilidad. Se denominó CRUE-Sostenibilidad, y su objetivo inicial fue recopilar la experiencia de las universidades en materia de gestión ambiental, los avances en la misma, y el trabajo en prevención de riesgos, a la vez que se fomentaba la cooperación en estos ámbitos para el intercambio de experiencias y el fomento de buenas prácticas. Actualmente, desde que el 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales de 193 países, incluida España, adoptaran un conjunto de objetivos globales para proteger al planeta, erradicar la pobreza, y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible en el marco de la ONU (Naciones Unidas, 2018), fijando 17 objetivos, más conocidos por sus siglas ODS, la CRUE asumió el compromiso de colaborar en el cumplimiento de los ODS a través de una serie de acciones que incluyen de manera inicial, pendiente de desarrollar de manera más completa, los

siguientes: La incorporación de manera transversal los principios, valores y ODS a la misión y las actividades de las universidades; La inclusión de competencias relacionadas con los ODS; La generación y transferencia de conocimientos comprometidos con los ODS; y El fortalecimiento de los vínculos de la universidad con otros agentes sociales para colaborar en el mejor cumplimiento de los ODS. Según el programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación el proyecto Integración de la responsabilidad social en los sistemas de garantía interna de calidad, las universidades deben comprometerse y participar activamente en la agenda 2030 para la consecución de los ODS y lograr un entorno más saludable, más solidario y sostenible. Por ello, la REUS también está incorporando los ODS en sus acciones.

En la **Figura 1.2**, se presentan los nombres y los logos de los 17 ODS (tomada de www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/), los cuales se acordó de manera general que se cumplirían en el marco de la agenda 2030. Para más detalle de estos ODS y su contextualización se puede consultar la web de la agenda 2030. (<https://www.agenda2030.gob.es/es/objetivos>). Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años.



Figura 1.2. Logos de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (tomada de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>)

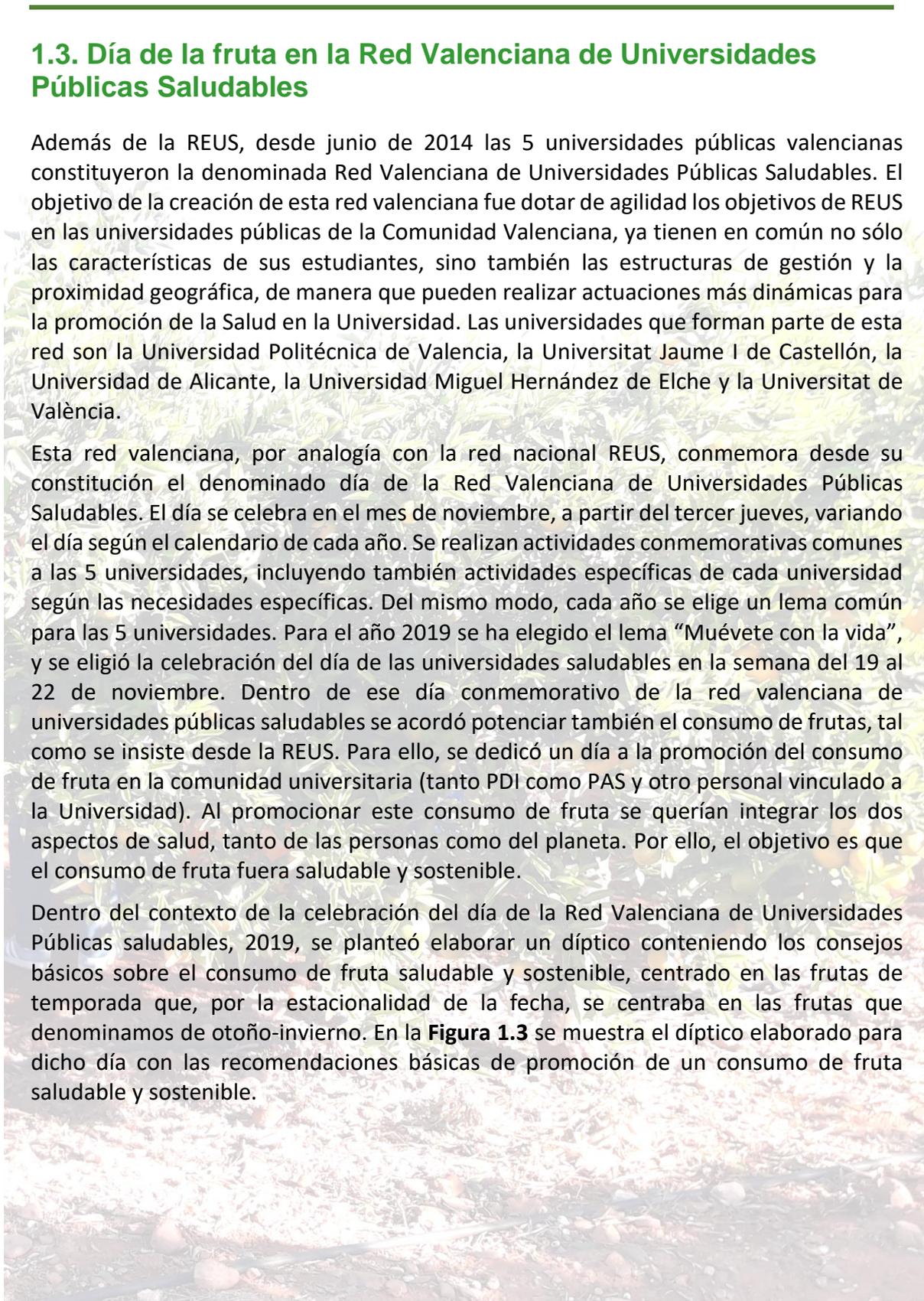
Además de este compromiso global adquirido desde la CRUE, cada universidad está estableciendo su itinerario de actuación relacionado con cada ODS. La Universitat de València ha aprobado la iniciativa denominada “ODS: Yo sí!” (yODSí!) con el lema “La Universidad como motor de transformación social a través de los ODS”, dentro de la cual se enmarcan las actuaciones.

1.3. Día de la fruta en la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables

Además de la REUS, desde junio de 2014 las 5 universidades públicas valencianas constituyeron la denominada Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables. El objetivo de la creación de esta red valenciana fue dotar de agilidad los objetivos de REUS en las universidades públicas de la Comunidad Valenciana, ya tienen en común no sólo las características de sus estudiantes, sino también las estructuras de gestión y la proximidad geográfica, de manera que pueden realizar actuaciones más dinámicas para la promoción de la Salud en la Universidad. Las universidades que forman parte de esta red son la Universidad Politécnica de Valencia, la Universitat Jaume I de Castellón, la Universidad de Alicante, la Universidad Miguel Hernández de Elche y la Universitat de València.

Esta red valenciana, por analogía con la red nacional REUS, conmemora desde su constitución el denominado día de la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables. El día se celebra en el mes de noviembre, a partir del tercer jueves, variando el día según el calendario de cada año. Se realizan actividades conmemorativas comunes a las 5 universidades, incluyendo también actividades específicas de cada universidad según las necesidades específicas. Del mismo modo, cada año se elige un lema común para las 5 universidades. Para el año 2019 se ha elegido el lema “Muévete con la vida”, y se eligió la celebración del día de las universidades saludables en la semana del 19 al 22 de noviembre. Dentro de ese día conmemorativo de la red valenciana de universidades públicas saludables se acordó potenciar también el consumo de frutas, tal como se insiste desde la REUS. Para ello, se dedicó un día a la promoción del consumo de fruta en la comunidad universitaria (tanto PDI como PAS y otro personal vinculado a la Universidad). Al promocionar este consumo de fruta se querían integrar los dos aspectos de salud, tanto de las personas como del planeta. Por ello, el objetivo es que el consumo de fruta fuera saludable y sostenible.

Dentro del contexto de la celebración del día de la Red Valenciana de Universidades Públicas saludables, 2019, se planteó elaborar un díptico conteniendo los consejos básicos sobre el consumo de fruta saludable y sostenible, centrado en las frutas de temporada que, por la estacionalidad de la fecha, se centraba en las frutas que denominamos de otoño-invierno. En la **Figura 1.3** se muestra el díptico elaborado para dicho día con las recomendaciones básicas de promoción de un consumo de fruta saludable y sostenible.



Promoción de la fruta saludable y sostenible



Anima+

- ✓ A nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) está promocionando el consumo de frutas, ya que ha constatado una ingesta insuficiente y aumentar esta ingesta contribuiría a reducir la incidencia de muchas enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer, entre otras.
- ✓ En la dieta mediterránea se recomienda un consumo de fruta de tres o más piezas al día (una de ellas puede ser como zumo natural). Esta ingesta no se está cumpliendo en la población universitaria más joven, por lo que hay que aumentar su consumo para una mejor salud y prevención de la enfermedad.

NOVIEMBRE
22. 2019

El consumo de fruta, no sólo tiene que ser saludable para la persona, sino también sostenible para el medio ambiente.
-Se recomienda consumir fruta fresca de **temporada** y de **proximidad**. Con ello se reduce la huella ecológica y se consigue también que llegue al consumidor con mejor sabor y textura.



La Universidad se ha comprometido a integrar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU) en sus actuaciones. La recomendación de incrementar el consumo de fruta sostenible, permitirá cumplir con varios ODS:
Objetivo 2: Lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la sostenibilidad
Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
Objetivo 6, 7, 8, 12 y 13: Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible de los recursos necesarios para la producción de fruta, fomentando el consumo de productos locales y de temporada










Promoción de la fruta saludable y sostenible

Frutas de temporada: Otoño-Invierno

Mandarinas (*Citrus reticulata*) y Naranjas

Las mandarinas y naranjas contienen vitamina C, vitamina B, ácido cítrico, azúcar reductora y caroteno. Poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Por su elevado contenido en fibra, son muy beneficiosas para el tránsito intestinal. Pueden aumentar la biodisponibilidad del hierro y resultar de utilidad como complemento en la anemia ferropénica. También tiene efectos diuréticos. La Comunidad Valenciana es una gran productora mundial de naranjas, siendo una fruta de proximidad.

Peras (*Pyrus communis* L.)

Las peras contienen un amplio rango de vitaminas y minerales. También tienen un elevado contenido en fibra, que permite mantener un funcionamiento normal del intestino. Es la fruta que menos potencial alérgico posee, por lo que resulta muy adecuada para todas las personas, de todas las edades. También posee un destacado contenido en antioxidantes por lo que se puede recomendar su consumo diario.

Caquis (*Diospyros kaki* Thunb.)

El caqui tiene un 30% de la cantidad de provitamina A diaria que se recomienda. También tienen un alto contenido en vitamina C. Por su riqueza en potasio y bajo aporte de sodio, resultan recomendables para aquellas personas con hipertensión arterial). El caqui sin madurar tiene propiedades astringentes por su contenido en compuestos fenólicos (taninos), también con acción antioxidante. Existe producción local con denominación de origen.

Promoción de la fruta saludable y sostenible

Manzana (*Pyrus malus, malus sylvestris* Mill.)

En la manzana destacan sus cantidades de fibra soluble e insoluble, por lo que se recomienda en casos de diarrea o estreñimiento. La fibra soluble (pectina), tiene actividad hipocolesterolemica. Es fuente de vitamina E. Esta vitamina posee una destacada acción antioxidante. El mineral más relevante es el potasio. También son fuente de flavonoides: destacando la quercetina, las catequinas y procianidinas, que se han relacionado inversamente con incidencias de varias enfermedades crónicas.

Granada (*Punica Granatum*)

Destaca su contenido en potasio, vitamina A, vitamina C y vitamina B₉ y se caracteriza por sus propiedades regeneradoras y reparadoras de mucosas y tejidos. Existen estudios en los que se ha constatado un papel protector en enfermedades oculares, por lo que es aconsejable en casos de miopía, pérdida de visión o vista cansada. También tiene niveles elevados de otros antioxidantes con acción favorable frente al deterioro cognitivo. Tiene importante producción local, aunque su consumo no es elevado, se podría incrementar por su excelente composición.

Calabaza (*Cucurbita Pepo* L.)

Contiene una elevada presencia de mucilagos, un tipo de fibra soluble capaz de suavizar las mucosas del tracto gastrointestinal. En relación con las vitaminas, la calabaza es rica en beta-caroteno o provitamina A y vitamina C. Presenta cantidades apreciables de vitamina E, folatos y otras vitaminas del grupo B tales como la B₁, B₂, B₃ y B₆, que son necesarias para la diferenciación celular y protección de los radicales libres. En cuanto a su riqueza mineral, destaca su contenido en potasio y calcio (concentraciones que se ven aumentadas si consumimos la calabaza asada).










Figura 1.3. Díptico elaborado por la Universitat de València para un consumo de frutas saludable y sostenible en el día de la Red Valenciana, 2019.

Además, se consensuó elaborar al mismo tiempo una Guía más amplia sobre el consumo de fruta saludable y sostenible, la cual se presenta ahora. Dicha Guía se ha elaborado con la participación de alumnos, profesores, expertos en el tema e investigadores colaboradores de otras instituciones españolas. El detalle de las autorías se presenta al inicio en la Guía. Adicionalmente, entre las actividades a realizar en el día de la fruta saludable y sostenible, se incluyó el reparto gratuito de fruta en varias facultades siguiendo la recomendación de la REUS. En la Universidad de Valencia, existen varios Campus. Se reunió a los decanos de las facultades localizadas en cada campus de la ciudad de Valencia y Burjassot y se organizaron las actividades de reparto de fruta, así como otras actividades de promoción del consumo a realizar de manera específica en cada facultad. Entre ellas se realizaron encuestas de consumo de frutas, de otros alimentos, de estilos de vida y salud; realización de educación sanitaria sobre consumo saludable y sostenible de frutas; concursos de recetas de frutas; etc. Otra actividad que se realizó en el marco del día de la fruta fue ir a un campo de naranjas ecológicas a coger fruta para su reparto gratuito en todas las facultades implicadas. Se desplazaron varios voluntarios, incluyendo alumnos, investigadores y profesores de distintas facultades. En la **Figura 1.4** se muestra una imagen de la recolección de naranjas por los voluntarios.



Figura 1.4. Naranjos y recolección de naranjas (mandarinas) por los voluntarios.

Otros voluntarios organizaron la distribución de las naranjas (mandarinas) recolectadas en los 3 campus de Valencia, así como la compra que otras frutas de temporada y la preparación de los stands de reparto de fruta y actividades complementarias. En la **Figura 1.5** (A, B, C y D), se muestran varias imágenes del día de la fruta en la Universidad de Valencia durante noviembre de 2019. En ellas se visualizan tanto las frutas como la participación de los alumnos y de los voluntarios en las distintas actividades.



A



B

Figura 1.5. Actividades del día de la fruta en noviembre de 2019.



C



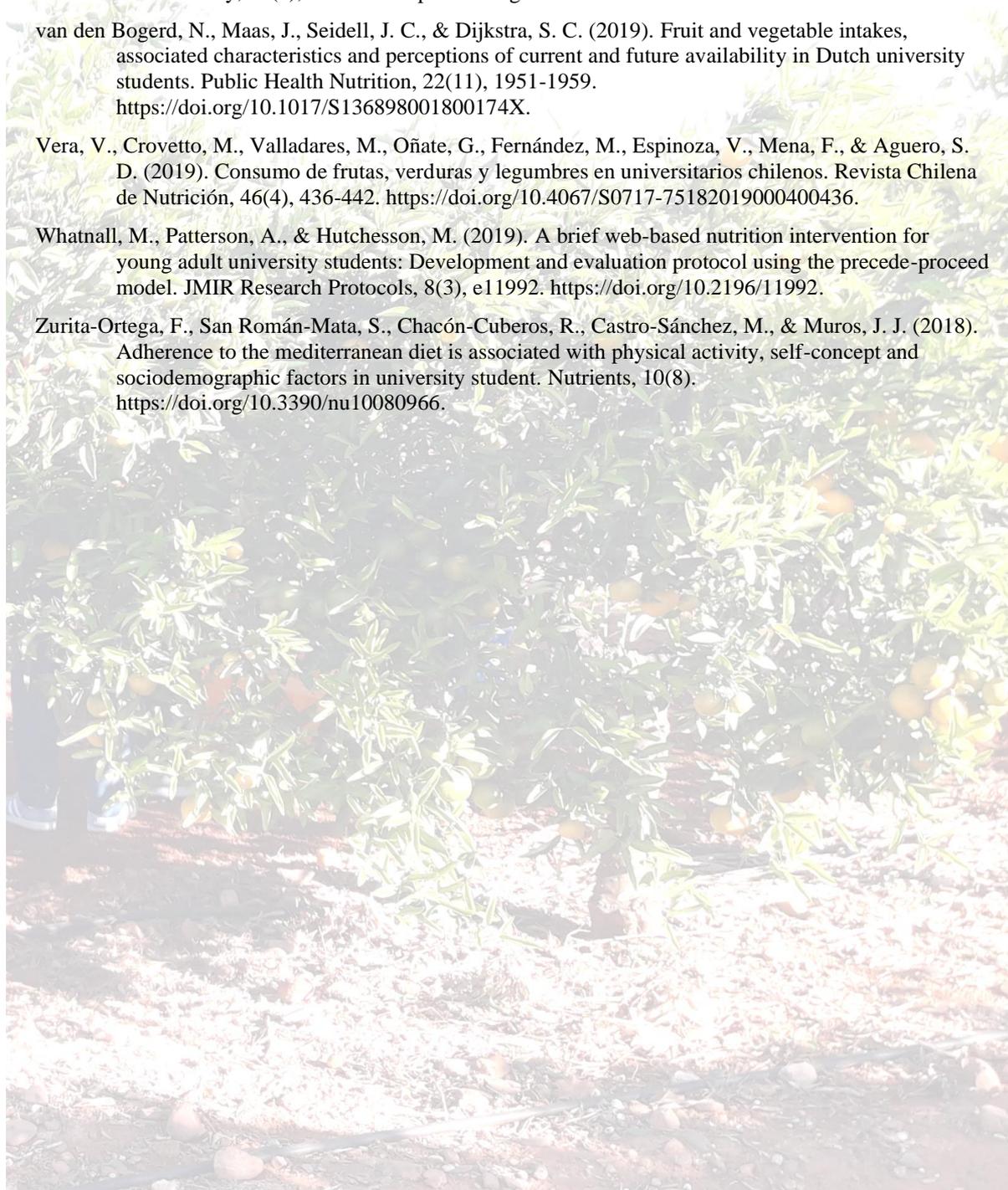
D

Figura 1.5 (cont.). Actividades del día de la fruta en noviembre de 2019.

1.4. Bibliografía

- Deliens, T., Verhoeven, H., De Bourdeaudhuij, I., Huybrechts, I., Mullie, P., Clarys, P., & Deforche, B. (2018). Factors associated with fruit and vegetable and total fat intake in university students: A cross-sectional explanatory study. *Nutrition & Dietetics: The Journal of the Dietitians Association of Australia*, 75(2), 151-158. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12399>.
- García-Meseguer, M. J., Burriel, F. C., García, C. V., & Serrano-Urrea, R. (2014). Adherence to Mediterranean diet in a Spanish university population. *Appetite*, 78, 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.03.020>.
- Lim, R. B. T., Tham, D. K. T., Müller-Riemenschneider, F., & Wong, M. L. (2017). Are university students in singapore meeting the international and national recommended daily servings of fruits and vegetables? *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 29(3), 199-210. <https://doi.org/10.1177/1010539517696553>.
- Lyzwinski, L. N., Caffery, L., Bambling, M., & Edirippulige, S. (2019). The mindfulness app trial for weight, weight-related behaviors, and stress in university students: Randomized controlled trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(4), e12210. <https://doi.org/10.2196/12210>.
- Muñoz de Mier, G., Lozano Estevan, M. del C., Romero Magdalena, C. S., Pérez de Diego, J., & Veiga Herreros, P. (2017). Evaluación del consumo de alimentos de una población de estudiantes universitarios y su relación con el perfil académico. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 134. <https://doi.org/10.20960/nh.989>.
- Navarro-Prado, S., González-Jiménez, E., Montero-Alonso, M. A., López-Bueno, M., & Schmidt-RioValle, J. (2015). [Life style and monitoring of the dietary intake of students at the Melilla campus of the University of Granada]. *Nutricion Hospitalaria*, 31(6), 2651-2659. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.6.8973>.

- Pérez-Gallardo, L., Mingo Gómez, T., Bayona Marzo, I., Ferrer Pascual, M. Á., Marquez Calle, E., Rámirez Domínguez, R., Navas Ferrer, C., & Navas Cámara, F. (2015). [Diet quality in college students with different academic profile]. *Nutricion Hospitalaria*, 31(5), 2230-2239. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.5.8614>.
- Porto-Arias, J. J., Lorenzo, T., Lamas, A., Regal, P., Cardelle-Cobas, A., & Cepeda, A. (2018). Food patterns and nutritional assessment in Galician university students. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 74(1), 119-126. <https://doi.org/10.1007/s13105-017-0582-0>.
- van den Bogerd, N., Maas, J., Seidell, J. C., & Dijkstra, S. C. (2019). Fruit and vegetable intakes, associated characteristics and perceptions of current and future availability in Dutch university students. *Public Health Nutrition*, 22(11), 1951-1959. <https://doi.org/10.1017/S136898001800174X>.
- Vera, V., Crovetto, M., Valladares, M., Oñate, G., Fernández, M., Espinoza, V., Mena, F., & Aguero, S. D. (2019). Consumo de frutas, verduras y legumbres en universitarios chilenos. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(4), 436-442. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000400436>.
- Whatnall, M., Patterson, A., & Hutchesson, M. (2019). A brief web-based nutrition intervention for young adult university students: Development and evaluation protocol using the precede-proceed model. *JMIR Research Protocols*, 8(3), e11992. <https://doi.org/10.2196/11992>.
- Zurita-Ortega, F., San Román-Mata, S., Chacón-Cuberos, R., Castro-Sánchez, M., & Muros, J. J. (2018). Adherence to the mediterranean diet is associated with physical activity, self-concept and sociodemographic factors in university student. *Nutrients*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/nu10080966>.



Capítulo 2: Asociación entre consumo de frutas y salud

Dolores Corella Piquer, Oscar Coltell Simón, Eva María Asensio Márquez, Carolina Ortega Azorín, Edurne de la Cámara Sahuquillo, Olga Portolés Reparaz, José Ignacio González Arráez, José Vicente Sorlí Guerola.

2.1. Generalidades del consumo de frutas y recomendaciones

La relación beneficiosa entre consumo de frutas y salud ha sido constatada y difundida por distintos organismos internacionales y sociedades científicas. Así, la OMS en su informe sobre estrategia mundial sobre actividad física, alimentación y salud (<https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>), estrategia puesta en marcha en 2004, admitió que consumo suficiente de frutas y verduras podría salvar hasta 1,7 millones de vidas cada año. Es más, concluyó que la ingesta insuficiente de frutas y verduras se puede considerar como uno de los 10 factores de riesgo principales que contribuyen a la mortalidad atribuible. De acuerdo con ello, lanzó una campaña internacional para aumentar el consumo de frutas y verduras. Del mismo modo la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) también promueve el consumo de frutas y verduras en el mundo y alerta de que un porcentaje muy importante de la población realiza un consumo más bajo que el necesario, bien porque no disponga de dichos alimentos, no tenga capacidad para adquirirlos o que tenga unos hábitos alimentarios de dieta poco saludable. Para ello ha puesto en marcha una estrategia mundial para promocionar el consumo de frutas y verduras, cuya información más detallada se puede encontrar en la página web siguiente: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg1.htm>.

En estas actuaciones podemos comprobar que la promoción del consumo de frutas y verduras se realiza de manera simultánea. Sin embargo, para otras situaciones se realizan promociones separadas y específicas de acuerdo con la problemática detectada. En estas recomendaciones internacionales, muchas veces no queda claro cuál es la cantidad mínima u óptima para consumir. En el informe de una reunión consultiva de expertos organizada por OMS y la FAO acerca de este tema se recomendó como objetivo poblacional el consumo de un mínimo de 400 g diarios de frutas y verduras con el fin de prevenir enfermedades crónicas (véase <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>).

De manera paralela, el movimiento “5 al día”, comenzó a funcionar en Estados Unidos a principios de los años 90, extendiéndose a Europa a mediados de los 90, llegando a España en el 2000. Su misión consiste en promocionar un consumo mínimo de 5 raciones de frutas y hortalizas al día para tener una dieta saludable. En España, la Asociación para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas se constituyó a finales

del año 2000, teniendo como objetivo difundir la iniciativa de “5 al día”. Actualmente en España, este movimiento tiene una página web con mucha información útil sobre las recomendaciones del consumo de frutas y hortalizas, sus tipos, la clasificación, la estacionalidad, actos y conferencias, etc. Todo ello se puede consultar en <https://www.5aldia.org/index.php>. Dentro de la cifra de 5 al día, se establece también que las hortalizas tendrían que suponer 2 raciones al día, mientras que las frutas deberían tener un consumo de 3 raciones al día. No siempre es fácil comprender el concepto de ración ya que las personas no suelen pesar los alimentos y se rigen más por piezas de fruta o platos de verduras. En la web de “5 al día” se presenta también información más detallada sobre las raciones en el documento elaborado por el Comité Científico de “5 al día”. De acuerdo con dicha propuesta, una ración de fruta equivaldría a 140-150 g en neto (unos 175g en bruto). Dependiendo del tipo de fruta, no todas las piezas de fruta tienen el mismo tamaño ni el mismo peso, por lo que de manera general se han establecido las siguientes equivalencias: 1 pieza de fruta mediana (naranja, pera, manzana, plátano, etc.); 1 rodaja mediana de melón, sandía o piña; 8 fresas medianas; 2-3 piezas medianas de mandarinas, albaricoques, ciruelas, etc.; 4-5 nísperos; 1 plato de postre cerezas, uvas, moras, etc.; y un 1 vaso de zumo natural 100% (sin azúcar añadido). Estos datos se han tomado de la web “5 al día”, y se puede encontrar más detalle en el documento que insertan en dicha web con la siguiente dirección: http://www.5aldia.org/datos/60/Documento_Raciones_de_Frutas_y_Hortalizas_8944.pdf.

Aunque los efectos de las frutas y verduras sobre la salud suelen analizarse de manera conjunta, existen también trabajos que proporcionan estimaciones separadas de sus efectos. Entre ellos podemos mencionar el llevado a cabo por investigadores de la Tufts University, en Boston, Estados Unidos, entre los que se encuentran la investigadora Victoria Miller y el Profesor Dariush Mozaffarian sobre los efectos del consumo de frutas y verduras sobre la salud, publicado en un reciente informe de la Fundación Bill y Melinda Gates (<https://www.gatesfoundation.org>). Según dicho informe, 1 de cada 7 defunciones por enfermedad cardiovascular podrían atribuirse a un consumo deficiente de fruta. Esta cifra es superior a las defunciones atribuidas a un consumo deficiente de verduras, que se estima en 1 de cada 12. En este mismo estudio, se expresaban las estimaciones en millones de muertes atribuibles y se resaltaba que el coste de un consumo deficiente de frutas resultaría casi el doble que el de las verduras (estimando que el consumo insuficiente de frutas se asociaría a casi 1,8 millones de muertes por enfermedad cardiovascular en 2010, mientras que de verduras resultaría en 1 millón). Estos resultados destacan la importancia de una mayor promoción del consumo de frutas.

En el capítulo anterior hemos mencionado varios estudios que hacen referencia a la medición del consumo de frutas en el ámbito universitario, fundamentalmente a través de encuestas realizadas a estudiantes y la constatación de que, tanto en universidades españolas como de otros países, los estudiantes universitarios son un grupo con una ingesta de las mismas especialmente baja, que se aparta de las recomendaciones.

Recopilando datos recientes de consumo de frutas en España, podemos constatar también el bajo consumo de frutas en la población más joven. Así, de acuerdo con el informe del consumo alimentario en España 2018, publicado por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación en 2019 (www.mapa.gob.es), en el año 2018 se

constata una disminución de la compra de fruta fresca en los hogares españoles en comparación con el año anterior (2017). Este descenso en la cantidad comprada se ha cuantificado de manera general en un 1,8%. El consumo de fruta es todavía un poco inferior al expresar las cifras por persona y cantidad consumida. También de acuerdo con el informe de consumo alimentario del Ministerio de Agricultura Pesca y alimentación, el consumo medio de fruta fresca realizado por personas y año fue de 90,4 kilos, representando esta cantidad un 2,1% inferior al año anterior. Además, esta cifra varía según los grupos de edad de los consumidores. Por tipos de frutas, los cítricos (incluyendo naranjas, mandarinas, pomelos y limones), fueron las más consumidas con un 28,09%. El segundo grupo de frutas más consumidas han sido las denominadas frutas exóticas (plátanos, kiwi, aguacate, piña y chirimoya), con un 17,2%; situándose en tercer lugar las denominadas frutas de pepita (uvas, manzanas y peras), alcanzando un 16,3%. En el análisis del consumo de fruta por grupos de edad, se observa que los jóvenes tienen un consumo muy bajo de fruta, mientras que las personas de mayor edad, fundamentalmente los jubilados, son las que presentan un mayor consumo. En cifras, este grupo de más edad con un consumo de frutas de 174kilos/persona/año, casi duplica el consumo de frutas de la media nacional (90 kilos/persona/año).

El estudio ANIBES (Rodríguez-Rodríguez, et al. 2017), llevado a cabo muestra representativa de la población española entre 18 y 64 años a nivel nacional e incluyendo 1013 hombres y 996 mujeres, nos ha proporcionado datos del consumo reciente de fruta en la población española, así como sus principales determinantes. En este estudio se ha podido constatar que el consumo de frutas y verduras en la población española es bajo y no se cumplen las recomendaciones. Específicamente, para las frutas y estableciendo como consumo bajo un consumo menor de 2 raciones al día, se observó que el 86,8% de la muestra analizada presentaba este deficiente consumo. Además, en este estudio se analizaron las asociaciones entre un bajo consumo de frutas y verduras y variables antropométricas y se observaron asociaciones transversales, de manera que un menor consumo se asociaba a más riesgo de obesidad. Como conclusión del estudio se insistió en la necesidad de realizar campañas e intervenciones para aumentar el consumo de alimentos saludables como frutas y verduras y disminuir el consumo elevado de otros alimentos que estaban por encima de las recomendaciones.

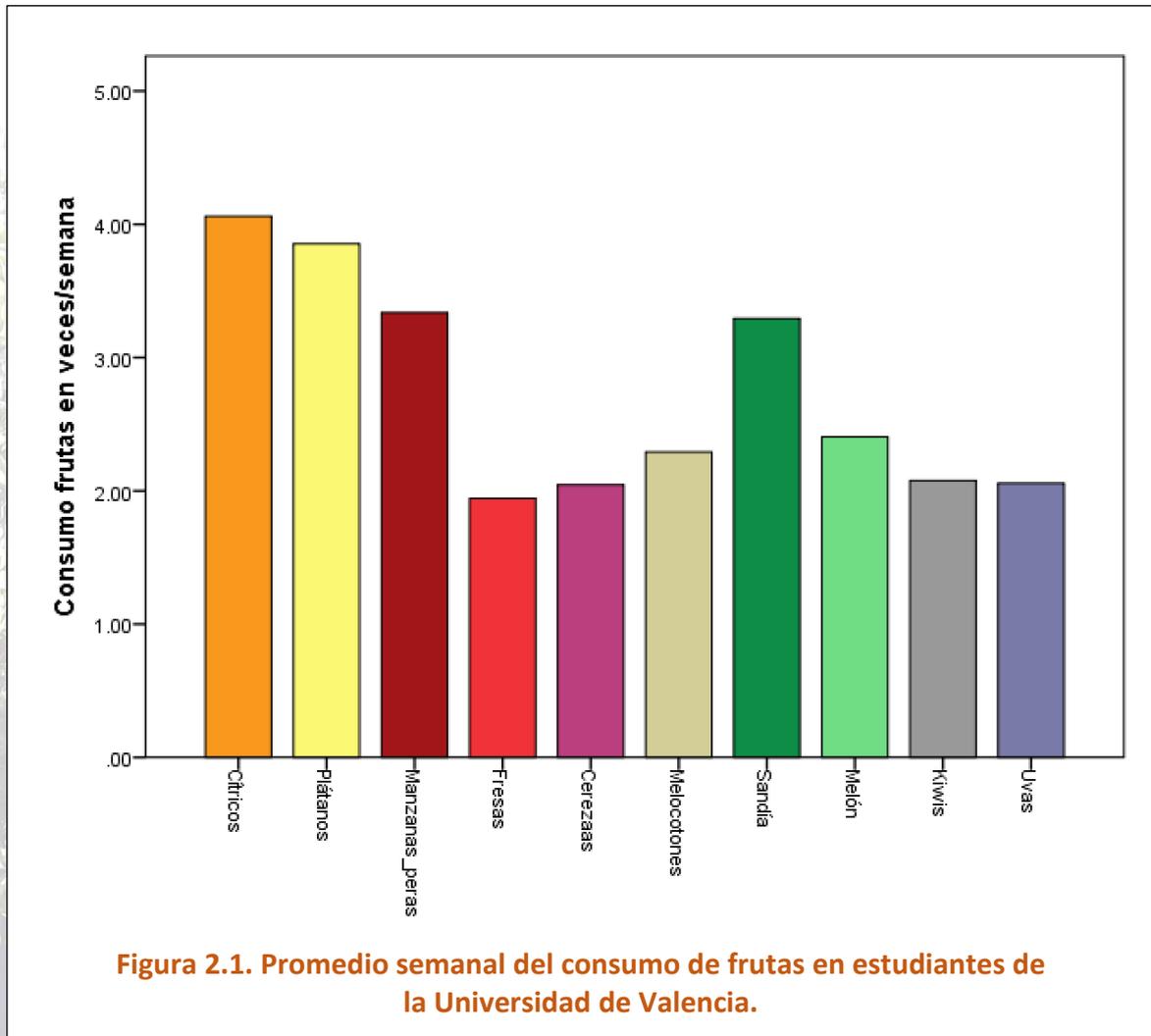
2.2. Consumo de frutas en universitarios de Valencia

En los dos últimos años, en el marco del día de la Red Valenciana de universidades públicas saludables, en la Universitat de València, realizamos encuestas relacionadas con la salud a los estudiantes voluntarios que participan en las distintas actividades. Entre las preguntas que se incluyen en el cuestionario se toman datos sociodemográficos básicos, titulación y consumo de frutas en sus principales grupos y raciones tal como se establece en un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos validado, utilizado en los estudios de nuestro grupo. También medimos la adherencia global a la dieta mediterránea a través del cuestionario de adherencia de 14 puntos (Schröder et al., 2011). En una muestra de 320 alumnos (67% mujeres y media de edad de 20,9+/-4,7 años), procedentes predominantemente de facultades relacionadas con ciencias de la salud (medicina, nutrición humana y dietética y farmacia, entre otras), y, por tanto, con un mayor conocimiento “a priori” de los efectos favorables

del consumo de frutas sobre la salud y un potencial tendencia a un consumo más saludable en comparación con otras titulaciones, el consumo de las mismas tampoco se adaptó a las recomendaciones en un porcentaje importante de la muestra. En primer lugar, se recogieron datos subjetivos generales sobre el consumo de frutas como variable dicotómica en el cuestionario de 14 puntos de adherencia a la dieta mediterránea. En dicha escala, existe un ítem en el que se pregunta sobre el consumo global de frutas al día. Se considera que en este ítem se cumple la recomendación de consumo de frutas en la dieta mediterránea, y, por tanto, se puntúa con 1 punto, cuando el consumo diario de fruta es igual o superior a tres veces al día, considerándose también la opción de tomar zumo de fruta natural como una ración para añadir al sumatorio. A pesar de ser una muestra de alumnos en titulaciones de ciencias de la salud, un elevado porcentaje (el 53,3%) no alcanzaba el consumo recomendado. Por tipos de frutas, y expresado en raciones estándar de cada fruta a la semana, las más consumidas en la muestra global fueron los cítricos que alcanzaron una media de 4,2 +/-5,4 raciones de cítricos (fundamentalmente naranjas y mandarinas) a la semana. A los cítricos siguen los plátanos con un consumo medio de 3,8+/-4,4 raciones a la semana, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ($P=0,598$). Llama la atención que para el consumo de plátanos existen importantes diferencias estadísticamente significativas ($P<0,01$) por sexo. De esta manera el consumo de plátanos es mucho mayor en hombres que en mujeres (5,0 raciones a la semana en hombres versus 3,3 raciones a la semana en mujeres), llegando a suponer la primera fruta consumida, por delante de los cítricos en hombres. Para el resto de las frutas, salvo para el kiwi, con un consumo significativamente más elevado en mujeres que en hombres ($P=0,012$), no se observaron diferencias estadísticamente significativas. En la **Figura 2.1** se muestran las medias (en veces/semana) del consumo semanal de cada una de las frutas frescas incluidas en el cuestionario administrado a los estudiantes universitarios.

2.3. Evidencias del efecto del consumo de frutas para la salud en grandes estudios internacionales

Desde hace décadas se están publicando decenas de estudios en diversas poblaciones en los que se constatan los efectos favorables del consumo de frutas en distintos fenotipos de enfermedad, incluyendo tanto enfermedades cardiovasculares, como cáncer y otros tipos de enfermedad que analizaremos con un poco más de detalle. Además de estos estudios en poblaciones específicas, se han realizado varios metaanálisis que combinan al mismo tiempo los resultados de estudios específicos, con lo cual en los metaanálisis se consigue aumentar el poder estadístico y proporcionar estimaciones con mayor poder y nivel de evidencia. En varios de estos trabajos se han considerado conjuntamente el consumo de frutas y verduras, ya que muchas veces las recomendaciones de consumo se realizan para estos alimentos combinados.



Entre los metaanálisis importantes que se han publicado, podemos destacar el llevado a cabo por Aune et al., (2017). En dicho metaanálisis los autores incluyeron 142 publicaciones (correspondientes a 95 estudios) correspondientes a estudios prospectivos en los que analizaron la asociación entre consumo de frutas y verduras e incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad por todas las causas. Además de meta-analizar los datos, los autores pretendían conocer también de manera cuantitativa, cuál sería la mejor cantidad de frutas y verduras que consiguiera los efectos más preventivos, porque tal como hemos comentado anteriormente, no existe un consenso mundial sobre qué recomendación cuantitativa es la mejor. Recordemos que, por ejemplo, las recomendaciones para la ingesta de frutas y verduras varían de al menos 400 g/día que realiza la OMS, el Fondo Mundial de Investigación del Cáncer o en Inglaterra; en cambio en Suecia se recomiendan 500 g/día; en Dinamarca son 600 g/día; subiendo esta cifra a 650-750 g/día en Noruega; y a 640-800 g/día en Estados Unidos, entre otros. La procedencia de los estudios analizados fue también variada, incluyendo 44 estudios realizados en Europa, 26 estudios en Estados Unidos, 20 en Asia y 5 en Australia. El número de casos o muertes osciló entre 20329 y 81807 por enfermedad

cardiovascular, 52872 y 112370 por cáncer total y de entre 71160 y 94235 por mortalidad por cualquier causa. De igual modo, el número de pacientes meta-analizados varió entre 226910 y 2123415, dependiendo del modelo estudiado. Las estimaciones globales del estudio fueron las siguientes: En el análisis de la mortalidad total, se obtuvo en global un efecto protector del consumo de frutas y verduras analizada conjuntamente sobre la mortalidad total. El riesgo relativo (RR) global estimado fue de $RR=0,90$ (intervalo de confianza (CI) al 95%: 0,87–0,93). Los autores desglosaron sobre la mortalidad total el efecto del consumo de frutas que fue ligeramente más protector que el de las verduras sobre la mortalidad total, siendo el RR de las frutas de 0,85 (IC 95%: 0,80–0,91). Para las enfermedades cardiovasculares, la estimación global del efecto protector de frutas y verduras conjuntamente fue de $RR: 0,92$ (IC 95%: 0,90–0,95). Del mismo modo que para la estimación de la mortalidad total, el efecto protector fue ligeramente superior para las frutas que para las verduras. Concretamente, el RR estimado para las frutas como protectoras frente a enfermedades cardiovasculares fue de $RR: 0,87$ (IC 95% 0,82–0,92). Para el cáncer total el RR del efecto protector de las frutas $RR: 0,96$ (IC 95%: 0,94–0,99) de las verduras. En cuanto a las cantidades analizadas, el efecto protector se fue observando de manera más acentuada con un mayor consumo a partir de los 200 g/d y se alcanzó hasta los 800g/d de frutas y verduras para los principales outcomes, excepto para el cáncer que se situó en 600 g/d. En este metaanálisis también se realizaron estimaciones para frutas específicas cuando los estudios individuales proporcionaban dichos datos. Para un mayor detalle se aconseja consultar el artículo, pero de manera general podemos indicar que el efecto protector fue observado de manera significativa tanto para cítricos como para manzanas y peras.

Además de este metaanálisis, queremos mencionar los resultados del estudio PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology), focalizado en el consumo de frutas y verduras (Miller et al., 2017), publicado unos meses después del metaanálisis de Aune et al., (2017). En el estudio PURE se pretende estudiar con más detalle lo que ocurre en aquellas poblaciones menos representadas en estudios previos. Así, el estudio PURE es un estudio prospectivo incluyendo personas entre 35 y 70 años sin enfermedad cardiovascular de 613 comunidades en 18 países de bajos, medianos y altos ingresos, localizados en siete regiones geográficas: Norteamérica y Europa, Sudamérica, Medio Oriente, Asia meridional, China, sudeste de Asia y África. Los principales outcomes analizados fueron un fenotipo compuesto de incidencia de enfermedad cardiovascular; la mortalidad cardiovascular; la mortalidad no cardiovascular y también la mortalidad por todas las causas. El estudio se realizó entre el 1 de enero de 2003 y el 31 de marzo de 2013. En ese período 143934 personas completaron el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y tuvieron una ingesta de energía plausible. La media de ingesta de frutas fue de unas 1,5 raciones al día. Para un análisis más detallado por causa de enfermedad, país, dosis, etc. se aconseja consultar el artículo. En general, queremos destacar que para la mortalidad total un consumo diario de tres o cuatro raciones de frutas y verduras al día se asoció con la mayor protección $HR: 0,78$ (IC 75%: 0,69–0,88) en comparación con el grupo de referencia. En este estudio también se examinó de manera separada el consumo de frutas del de verduras. Al realizar dicho análisis por separado, la ingesta de fruta se asoció significativamente con un menor riesgo de mortalidad cardiovascular, mortalidad no cardiovascular y mortalidad total, con resultados más protectores que para las verduras. Estos resultados reafirman un claro

efecto protector del consumo de frutas en las poblaciones analizadas en este estudio y añaden más evidencia a los resultados protectores presentados en el metaanálisis anterior (Aune et al., 2017).

Otras revisiones sistemáticas y meta-análisis publicados posteriormente (Aune et al., 2018; Saghafian et al., 2018; Zhang et al., 2018; Harris et al., 2018; Yip et al., 2019; Wang et al., 2019; , incluyendo más enfermedades (distintos tipos de cáncer, varios tipos de enfermedades cardiovasculares, mortalidad por más causas, síndrome metabólico, e incluso depresión, entre otros) y realizando análisis estratificados por varios factores, han encontrado también efectos protectores de frutas y verduras en la mayoría de los outcomes analizados, concluyendo la necesidad de promocionar su consumo saludable y protector para la salud. También se insiste en la necesidad de conocer mejor los efectos de dosis, para realizar recomendaciones más precisas, ya que, a partir de una determinada cantidad elevada, podría observarse menos el efecto protector.

Además de estos fenotipos de enfermedad, existen múltiples estudios que han analizado el efecto del consumo de frutas y verduras en los fenotipos que denominamos intermedios, como por ejemplo la obesidad, la presión arterial, las concentraciones plasmáticas de lípidos, y marcadores de inflamación, entre otros (Mytton et al., 2014; Shin et al., 2015; Li et al., 2015; Cavallo et al., 2016; Tian et al., 2018; Bertoia et al., 2015; Rautiainen et al., 2015; Hosseini et al., 2018). En estos estudios, también se han encontrado efectos favorables del consumo de frutas, que son más significativos en unos fenotipos que en otros. Para unos resultados más detallados se aconseja consultar las referencias mencionadas.

En general, podemos afirmar que el consumo de frutas tiene unos efectos favorables para la salud, pero todavía quedan algunos aspectos para investigar mejor. Es necesario conocer mejor la ración mínima, así como la posible homogeneidad o heterogeneidad de los distintos tipos de frutas y el contexto en el que se consumen. En este contexto es importante considerar no sólo los demás componentes de la dieta, sino otros determinantes demográficos, socioeconómicos y del estilo vida.

2.4. Bibliografía

- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029-1056. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>.
- Aune, D., Keum, N., Giovannucci, E., Fadnes, L. T., Boffetta, P., Greenwood, D. C., Tonstad, S., Vatten, L. J., Riboli, E., & Norat, T. (2018). Dietary intake and blood concentrations of antioxidants and the risk of cardiovascular disease, total cancer, and all-cause mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(5), 1069-1091. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy097>.
- Bertoia, M. L., Mukamal, K. J., Cahill, L. E., Hou, T., Ludwig, D. S., Mozaffarian, D., Willett, W. C., Hu, F. B., & Rimm, E. B. (2015). Changes in intake of fruits and vegetables and weight change in united states men and women followed for up to 24 years: Analysis from three prospective cohort studies. *PLoS Medicine*, 12(9), e1001878. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001878>.

- Cavallo, D. N., Horino, M., & McCarthy, W. J. (2016). Adult intake of minimally processed fruits and vegetables: Associations with cardiometabolic disease risk factors. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(9), 1387-1394. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.03.019>.
- Harris, H. R., Eke, A. C., Chavarro, J. E., & Missmer, S. A. (2018). Fruit and vegetable consumption and risk of endometriosis. *Human Reproduction (Oxford, England)*, 33(4), 715-727. <https://doi.org/10.1093/humrep/dey014>.
- Hosseini, B., Berthon, B. S., Saedisomeolia, A., Starkey, M. R., Collison, A., Wark, P. A. B., & Wood, L. G. (2018). Effects of fruit and vegetable consumption on inflammatory biomarkers and immune cell populations: A systematic literature review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(1), 136-155. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy082>.
- Li, F., Liu, X., Wang, W., & Zhang, D. (2015). Consumption of vegetables and fruit and the risk of inflammatory bowel disease: A meta-analysis. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 27(6), 623-630. <https://doi.org/10.1097/MEG.0000000000000330>.
- Miller, V., Mente, A., Dehghan, M., Rangarajan, S., Zhang, X., Swaminathan, S., Dagenais, G., Gupta, R., Mohan, V., Lear, S., Bangdiwala, S. I., Schutte, A. E., Wentzel-Viljoen, E., Avezum, A., Altuntas, Y., Yusoff, K., Ismail, N., Peer, N., Chifamba, J., ... Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study investigators. (2017). Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (Pure): A prospective cohort study. *Lancet (London, England)*, 390(10107), 2037-2049. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32253-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32253-5).
- Mytton, O. T., Nnoaham, K., Eyles, H., Scarborough, P., & Ni Mhurchu, C. (2014). Systematic review and meta-analysis of the effect of increased vegetable and fruit consumption on body weight and energy intake. *BMC Public Health*, 14, 886. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-886>.
- Rautiainen, S., Wang, L., Lee, I.-M., Manson, J. E., Buring, J. E., & Sesso, H. D. (2015). Higher intake of fruit, but not vegetables or fiber, at baseline is associated with lower risk of becoming overweight or obese in middle-aged and older women of normal bmi at baseline. *The Journal of Nutrition*, 145(5), 960-968. <https://doi.org/10.3945/jn.114.199158>.
- Rodríguez-Rodríguez, E., Aparicio, A., Aranceta-Bartrina, J., Gil, Á., González-Gross, M., Serra-Majem, L., Varela-Moreiras, G., & Ortega, R. M. (2017). Low adherence to dietary guidelines in Spain, especially in the overweight/obese population: The anibes study. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(4), 240-247. <https://doi.org/10.1080/07315724.2016.1248246>.
- Saghafian, F., Malmir, H., Saneei, P., Milajerdi, A., Larijani, B., & Esmailzadeh, A. (2018). Fruit and vegetable consumption and risk of depression: Accumulative evidence from an updated systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *The British Journal of Nutrition*, 119(10), 1087-1101. <https://doi.org/10.1017/S0007114518000697>.
- Schröder, H., Fitó, M., Estruch, R., Martínez-González, M. A., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Lamuela-Raventós, R., Ros, E., Salaverría, I., Fiol, M., Lapetra, J., Vinyoles, E., Gómez-Gracia, E., Lahoz, C., Serra-Majem, L., Pintó, X., Ruiz-Gutierrez, V., & Covas, M.-I. (2011). A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *The Journal of Nutrition*, 141(6), 1140-1145. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135566>.
- Shin, J. Y., Kim, J. Y., Kang, H. T., Han, K. H., & Shim, J. Y. (2015). Effect of fruits and vegetables on metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(4), 416-425. <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1025716>.
- Tian, Y., Su, L., Wang, J., Duan, X., & Jiang, X. (2018). Fruit and vegetable consumption and risk of the metabolic syndrome: A meta-analysis. *Public Health Nutrition*, 21(4), 756-765. <https://doi.org/10.1017/S136898001700310X>.
- Wang, C., Yang, T., Guo, X.-F., & Li, D. (2019). The associations of fruit and vegetable intake with lung cancer risk in participants with different smoking status: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrients*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/nu11081791>.
- Yip, C. S. C., Chan, W., & Fielding, R. (2019). The associations of fruit and vegetable intakes with burden of diseases: A systematic review of meta-analyses. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 119(3), 464-481. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.11.007>.

Zhang, Y., & Zhang, D.-Z. (2018). Associations of vegetable and fruit consumption with metabolic syndrome. A meta-analysis of observational studies. *Public Health Nutrition*, 21(9), 1693-1703. <https://doi.org/10.1017/S1368980018000381>.



Capítulo 3: Sostenibilidad y frutas

Oscar Coltell Simón, José Ignacio González Arráez, José Vicente Sorlí Guerola, Rocío Barragán Bernal, Carolina Ortega Azorín, Dolores Corella Piquer.

3.1. Sostenibilidad y desarrollo sostenible

Cada vez se concede más importancia a la sostenibilidad, el consumo de frutas, además de saludable, tiene que ser sostenible. La sostenibilidad se ha definido como “la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social” (Raport et al., 2017). En relación con el concepto de sostenibilidad, surge también el concepto de desarrollo sostenible que se define como “la capacidad de una sociedad para cubrir las necesidades básicas de las personas sin perjudicar el ecosistema ni ocasionar daños en el medio ambiente”. Ello implica que hay que realizar un uso responsable de los recursos naturales para poder mantener a las personas como especie, teniendo en cuenta tanto sus necesidades presentes como futuras en todos los ámbitos, incluyendo también los cuidados en salud, entre otros (Podein et al., 2010).

En este marco del desarrollo sostenible aplicado a todos los ámbitos de la vida relacionada con los humanos, en el año 2015, los líderes mundiales de múltiples países adoptaron un conjunto de 17 objetivos globales como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible con la finalidad de proteger el planeta, asegurar la prosperidad y erradicar la pobreza. Cada objetivo tiene unas metas específicas y un logo oficial que ya se ha presentado en el Capítulo 1 de esta Guía. Más detalle sobre cada uno de ellos se puede consultar en la página Web con la dirección siguiente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

En el ODS número 12 está centrado en la producción y consumo responsables con el objetivo de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Por consumo y producción sostenibles se entiende el fomento eficiente de los recursos y energía, construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la creación de empleos ecológicos con una remuneración justa y con buenas condiciones, traduciéndose en un aumento de la calidad de vida. Se trata de seguir abordando también los retos de la utilización de las aguas, energía y suelo para hacer más y mejores cosas con menos recursos, minimizando la degradación y la contaminación. En este sentido, la producción y consumo de las frutas saludables, tiene que ser también sostenible, por lo que en esta Guía comentaremos también algunos aspectos básicos de esta sostenibilidad para tenerla en cuenta en las recomendaciones. No sólo el ODS12 es relevante para en cuenta al evaluar la sostenibilidad de la producción y consumo de

frutas, también el ODS15, centrado en la gestión sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad, es importante tenerlo presente. De igual modo, el ODS2 “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, es otro objetivo para considerar, al mismo tiempo que el ODS13, consistente en “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”. Para reducir las emisiones que están relacionadas con el aumento de la temperatura del planeta, los Países desarrollados y los países en desarrollo, para fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, los países adoptaron el Acuerdo de París en la COP21, que entró en vigor en noviembre de 2016, con la ratificación posterior de muchos países en el año 2018. Las medidas para reducir las emisiones están también relacionadas con la producción y consumo de frutas a través de distintos aspectos que comentaremos en cada caso particular. Todo ello dentro del marco del ODS3 centrado en “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”. La interdependencia de los ODS se puede observar fácilmente a través del ODS3 y su relación con los otros 16 ODS, que son de manera resumida: pobreza, hambre, educación, igualdad de género, agua y saneamiento, energía, crecimiento económico, industrialización e innovación inclusivas y sostenibles, desigualdad, ciudades seguras, consumo y producción sostenibles, cambio climático, uso sostenible de reservorios de agua, protección del medio ambiente, paz y justicia, y asociaciones. De acuerdo con ello, la salud se beneficiará del desarrollo en cada una de estas áreas, al mismo tiempo que la salud también contribuye al avance hacia los demás objetivos.

3.2. Dietas sostenibles

Dentro del marco de la sostenibilidad, desde hace tiempo se ha trabajado en el concepto de dieta sostenible. En el año 2010, la FAO publicó el documento titulado “*Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research and action*”. Se trata de un documento muy extenso, cuyo contenido completo se puede acceder de manera gratuita en <http://www.fao.org/3/i3004e/i3004e.pdf>, en el que, a través de sus 310 páginas, se presentan varios capítulos centrados en el análisis y desarrollo de la implicación de cada uno de los alimentos de la dieta en la sostenibilidad y en la salud desde sus distintas dimensiones. No es objeto de esta Guía profundizar en los aspectos allí presentados, pero sí que aconsejamos su lectura para tener una perspectiva amplia. En dicho documento, se incluyen los documentos de consenso que se generaron tras la celebración del Simposio Científico Internacional “Biodiversidad y dietas sostenibles: Unidos contra el hambre”, organizado conjuntamente por la FAO y Biodiversity Internacional, celebrada en la FAO, en Roma, del 3 al 5 noviembre del año 2010. El Simposio fue parte del programa oficial del Día Mundial de la Alimentación. Este Simposio abordó los vínculos entre la agricultura, la biodiversidad, la nutrición, la producción de alimentos, el consumo de alimentos y el medio ambiente. En dicho Simposio se alcanzó una definición consensuada. El Simposio sirvió como plataforma para alcanzar una definición consensuada de “dietas sostenibles”.

De acuerdo con dicho consenso, las “dietas sostenibles” son aquellas dietas con bajo nivel de impactos ambientales que contribuyen a la alimentación y seguridad nutricional y una vida sana para el presente y generaciones futuras. Las dietas sostenibles son

protectoras y respetuosas de la biodiversidad y los ecosistemas, culturalmente aceptables, accesibles, económicamente justas y asequibles; nutricionalmente adecuadas, seguras y saludables; mientras optimizan los recursos naturales y humanos.

En dicha reunión, la dieta mediterránea fue puesta de ejemplo de dieta sostenible por varios investigadores aportando datos concretos. En primer lugar, la dieta mediterránea es muy variada, contribuyendo a la biodiversidad; se adapta a las tradiciones culturales de las regiones de las que es originaria; tiene un elevado componente de estacionalidad, utilizando productos de temporada; posee también una gran variedad en las técnicas y prácticas de preparación de alimentos; además, tiene un bajo impacto ambiental ya que se consumen pocos productos de origen animal. En relación con el impacto ambiental, existen varias publicaciones en las que se han valorado distintos aspectos de la producción de alimentos básicos en distintas dietas y su relación con indicadores de sostenibilidad, y se ha concluido que la dieta mediterránea tradicional es la más sostenible también por su menor impacto ambiental que otros tipos de dieta más anglosajona (Sáez-Almendros et al., 2013; Dernini et al., 2015; Donini et al., 2016; Aboussaleh et al., 2017; Dernini et al., 2017; González-García et al., 2018; Blas et al., 2019). Entre estos artículos podemos mencionar el llevado a cabo por Sáez-Almendros et al., (2013). En dicho artículo los autores analizaron la sostenibilidad de la dieta mediterránea en el contexto de la población española en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, uso de la tierra agrícola, consumo de energía y consumo de agua. Además, compararon la dieta española actual con la dieta mediterránea tradicional, así como con un patrón de dieta anglosajona occidental como la consumida en Estados Unidos. Estas comparaciones las realizaron con indicadores de sus huellas ambientales correspondientes. En términos de sus huellas ambientales correspondientes. Más adelante analizaremos con un poco más de detalle el concepto de huella ambiental, adelantamos ahora algunos indicadores para que se puedan comprender los resultados obtenidos en los estudios mencionados. Las huellas ambientales específicas de los grupos de alimentos se obtuvieron de diferentes evaluaciones disponibles del ciclo de vida. Se evaluó el impacto en la emisión de gases de efecto invernadero, del uso de la tierra, del consumo de energía, así como del consumo de agua. Tras realizar las estimaciones estadísticas para cada patrón, se concluyó que la adherencia al patrón de dieta mediterránea tradicional se asocia con una reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero del 72%, disminuyendo un 58% el uso de la tierra, un 52% el consumo de energía, y un 33% el consumo de agua. Sin embargo, un patrón anglosajón de consumo de alimentos se asocia con un incremento de estos indicadores. La conclusión fue clara en favor de una mayor sostenibilidad ambiental de la dieta mediterránea. En el trabajo de Dernini et al., (2017), además de estos indicadores ambientales, se amplía la constatación de los efectos sostenible de la dieta mediterránea a 4 dimensiones simultáneas e interconectadas: bajos impactos medioambientales; riqueza en biodiversidad; importantes beneficios para la salud y la nutrición y altos valores socioculturales de alimentos y retornos económicos locales positivos.

Además de estos estudios más centrados en la dieta mediterránea y sus comparaciones, Springmann et al., (2018), han realizado un importante análisis tanto por la amplitud de las dietas evaluadas, como por el número de países analizados. Así, utilizando un marco integrado de modelos de salud y medio ambiente en más de 150 países han examinado

tres dimensiones diferentes de dietas sostenibles de acuerdo con: los objetivos ambientales, la seguridad alimentaria y la salud pública. Concretamente, para los análisis ambientales, combinaron las huellas específicas de cada país y grupo de alimentos para las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de tierras de cultivo, el uso de agua, la aplicación de los fertilizantes nitrógeno y fósforo. Tras obtener los resultados, concluyeron que la sustitución de los alimentos de origen animal por alimentos de origen vegetal fue particularmente eficaz en los países más desarrollados económicamente en varios indicadores. Concretamente en lo referente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se obtuvieron reducciones de hasta el 84%. Sin embargo, en este mismo estudio, se identificó un ligero aumento del uso de agua dulce. En los países con menos recursos o con un consumo más bajo de alimentos de origen animal, no se obtuvieron tantas ventajas. En conclusión, en este estudio, se destaca el beneficio en varias dimensiones de sostenibilidad de pasar de dietas más ricas en alimentos de origen animal a otras dietas más ricas en alimentos de origen vegetal, pero el beneficio no es generalizado en todos los indicadores y tiene que ser contexto específico para cada región.

3.3. Las huellas

Las denominadas huellas, representadas por una figura de huella de pie con distintos formatos (**Figura 3.1**), son indicadores de sostenibilidad que evalúan distintos aspectos. Entre ellas podemos distinguir la huella de carbono, la huella ecológica, la huella de agua y la huella social. La definición básica de cada una de ellas se desarrolla a continuación.

3.3.1 La huella de carbono

La huella de carbono es la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Se mide en masa de dióxido de carbono equivalente y se utiliza un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero siguiendo normativas internacionales. Cada día cobra más relevancia en alimentación (Pattara et al., 2017).

Las frutas son uno de los alimentos que, en general, presentan menor huella de carbono en comparación con las carnes, otros productos de origen animal, o también en comparación con otros productos de origen vegetal (Drewnowski et al., 2015). Sin embargo, a pesar de ello, también existe gran variabilidad en la huella de carbono producida por distintas frutas en función de donde sea su cultivo, la estacionalidad, dónde se consuman y de los residuos que se generen (Tobarra et al., 2018). En esta Guía analizaremos posteriormente cada una de las frutas más relevantes en relación a ésta y otras huellas.

Para entender mejor la huella de carbono, conviene matizar que las emisiones directas que se consideran para su cálculo son emisiones generadas durante el proceso de producción, mientras que las emisiones indirectas comprender las que se generan en



Figura 3.1. Símbolo de huellas de carbono.

etapas anteriores o posteriores al proceso de producción (Xu et al., 2015). En el caso de las frutas, la producción de fertilizantes se considera una emisión indirecta. Del mismo modo, el uso de energía para la maquinaria que se emplea en su recolección, si fuera el caso, también se considera una emisión indirecta. El tratamiento de residuos posteriores a su consumo es igualmente una emisión indirecta. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, para el cálculo de la huella de carbono se aplica lo que denominamos “ciclo de la vida” (Frankowska et al., 2019). De esta manera, no sólo se consideran las actividades propias en la producción de la fruta, sino todas aquellas anteriores o posteriores relacionadas con dichas frutas.

Para el cálculo de la huella de carbono, aunque los principales gases con efecto invernadero son: el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano, el trifluoruro de nitrógeno, el ozono, los perfluorocarbonos y los hidrofluorocarbonos; sin embargo la huella de carbono se expresa como kg de equivalentes de dióxido de carbono, ya que se considera que el dióxido de carbono tiene un potencial de calentamiento igual a la

unidad, comparándose el resto de gases con él para estimar cuál es su potencial. A modo de ejemplo podemos citar el trabajo de Yan et al., (2015) quienes evaluaron los impactos ambientales de la producción de frutas en China a través del cálculo de las huellas de carbono de cinco tipos de frutas típicas. Obtuvieron datos de materiales y energía de un ciclo de vida completo para cada fruta. La huella de carbono se evaluó cuantificando las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. Además, también se evaluó la huella de carbono del producto expresado por el valor nutricional de la fruta expresado en contenido de vitamina C (Vc). La huella de carbono del producto varió de 0,07 a 0,7 kg CO₂-eq kg (-1) de fruta. Por tipos de frutas, las huellas de carbono medias de naranjas y peras fueron significativamente más bajas que las de manzana, plátano y melocotón. Al expresarlo por contenido nutricional, la huella de carbono de la naranja fue significativamente más baja que para las otras frutas (siendo 0,5 kg CO₂-eq g (-1) Vc en promedio para la naranja versus de 3,0 a 5,9 kg CO₂-eq g (-1) Vc, para las otras frutas). Al calcular los productos responsables de las huellas de carbono para las distintas frutas, el fertilizante de nitrógeno sintético contribuyó en más del 50% a las emisiones totales de gases de efecto invernadero, variando por tipo de fruta. El conocimiento de estos datos puede ayudar a tomar decisiones de mejora en todas las dimensiones analizadas. Además de los alimentos producidos en origen que no van a ser comercializados o se desperdician en los huertos, el consumidor también es otro foco de residuos, ya que en general, se estima que en Europa se tiran a la basura 88 millones de toneladas de comida (Scherhauer et al., 2018). Este es otro punto que debemos tener en cuenta al analizar las huellas del consumo de frutas ya que son alimentos perecederos que con frecuencia podemos tirar a la basura por mala planificación en la compra y consumo de las mismas permitiendo que se estropeen.

3.3.2. La huella hídrica

En general, la huella hídrica (**Figura 3.2**) se define como “el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir bienes y servicios de un individuo, de una comunidad o de una empresa”. Se

utiliza para estimar el volumen de agua consumida, evaporada y contaminada a lo largo de la cadena de suministro y se puede expresar por unidad producida o por unidad de tiempo. La huella hídrica total es la suma de tres componentes (Hoekstra et al., 2012):



Figura 3.2. Símbolo de huella hídrica.

- **La huella hídrica verde:** Es la cantidad de agua de lluvia que se consume en el proceso
- **La huella hídrica azul:** Es el volumen de agua extraída del medio natural (tanto superficial como subterránea), que no regresa a la naturaleza.
- **La huella hídrica gris:** Es la cantidad de agua necesaria para diluir los vertidos o contaminantes generados para elaborar un producto de forma que la fuente a la que se vierten mantenga la calidad ecológica adecuada para su uso posterior y exigida por la normativa.

Varios estudios han estimado la huella hídrica total y los distintos tipos de huella hídrica de acuerdo con los patrones de dieta, así como por el consumo de alimentos y grupos de alimentos (Vanham, 2013; Vanham et al., 2016; Lovarelli et al., 2016; Torraba et al., 2018; Blas et al., 2019; Sobhani et al., 2019). En general, la huella hídrica de las dietas más occidentales, ricas en carne y con patrón anglosajón, poseen una huella hídrica total más alta que la dieta mediterránea. De acuerdo con las estimaciones de Blas et al., (2019), un cambio de dieta más anglosajona a una dieta mediterránea, más rica en frutas y verduras resultaría en una disminución de la huella de agua total en aproximadamente 750 litros per cápita al día. En general se estima también que los alimentos de origen animal tendrían una mayor huella hídrica de tipo verde, mientras que las frutas, tendrían una mayor huella hídrica azul. Los distintos tipos de frutas también poseen un contenido diferente de huella hídrica tanto total, como en sus distintos componentes, dependiendo del país, la estacionalidad, su cultivo en invernaderos, etc. (Torraba et al., 2018).

3.3.3. La Huellas

Este indicador de sostenibilidad mide el impacto que tiene el modo de vida sobre el entorno. Fue definida por Wackernagel y Rees en 1996, y su cálculo es complejo (Rees et al., 2013). La huella ecológica es una herramienta compleja con múltiples dimensiones que ayuda a analizar la demanda de la naturaleza por parte de la humanidad. Básicamente se centraría en calcular para una población determinada el área biológicamente productiva para generar los recursos que consume y absorber los desechos que genera. Se han realizado distintos estudios para analizar la huella ecológica propiamente dicha, que se pueden consultar para conocer mejor este indicador (Chen, 2017; Xun et al., 2019). Dada su complejidad y su dificultad en las comparaciones, lo más usual es utilizar este término de manera genérica para referirse a las demás huellas o a una combinación de estas.

3.4. Bibliografía

Aboussaleh, Y., Capone, R., & Bilali, H. E. (2017). Mediterranean food consumption patterns: Low environmental impacts and significant health-nutrition benefits. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 76(4), 543-548. <https://doi.org/10.1017/S0029665117001033>.

Blas, A., Garrido, A., Unver, O., & Willaarts, B. (2019). A comparison of the Mediterranean diet and current food consumption patterns in Spain from a nutritional and water perspective. *The Science of the Total Environment*, 664, 1020-1029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.111>.

- Chen, H.-S. (2017). Evaluation and analysis of eco-security in environmentally sensitive areas using an emergy ecological footprint. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph14020136>.
- Dernini, S., Berry, E. M., Serra-Majem, L., La Vecchia, C., Capone, R., Medina, F. X., Aranceta-Bartrina, J., Belahsen, R., Burlingame, B., Calabrese, G., Corella, D., Donini, L. M., Lairon, D., Meybeck, A., Pekcan, A. G., Piscopo, S., Yngve, A., & Trichopoulos, A. (2017). Med Diet 4.0: The Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutrition*, 20(7), 1322-1330. <https://doi.org/10.1017/S1368980016003177>.
- Dernini, Sandro, & Berry, E. M. (2015). Mediterranean diet: From a healthy diet to a sustainable dietary pattern. *Frontiers in Nutrition*, 2, 15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2015.00015>.
- Donini, L. M., Dernini, S., Lairon, D., Serra-Majem, L., Amiot, M.-J., Del Balzo, V., Giusti, A.-M., Burlingame, B., Belahsen, R., Maiani, G., Polito, A., Turrini, A., Intorre, F., Trichopoulos, A., & Berry, E. M. (2016). A consensus proposal for nutritional indicators to assess the sustainability of a healthy diet: The mediterranean diet as a case study. *Frontiers in Nutrition*, 3, 37. <https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00037>.
- Drewnowski, A., Rehm, C. D., Martin, A., Verger, E. O., Voinnesson, M., & Imbert, P. (2015). Energy and nutrient density of foods in relation to their carbon footprint. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(1), 184-191. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.092486>.
- Frankowska, A., Jeswani, H. K., & Azapagic, A. (2019). Life cycle environmental impacts of fruits consumption in the UK. *Journal of Environmental Management*, 248, 109111. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.012>.
- González-García, S., Esteve-Llorens, X., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2018). Carbon footprint and nutritional quality of different human dietary choices. *The Science of the Total Environment*, 644, 77-94. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.339>.
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(9), 3232-3237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109>.
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Fiala, M. (2016). Water Footprint of crop productions: A review. *The Science of the Total Environment*, 548-549, 236-251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.022>.
- Pattara, C., Russo, C., Antrodicchia, V., & Cichelli, A. (2017). Carbon footprint as an instrument for enhancing food quality: Overview of the wine, olive oil and cereals sectors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(2), 396-410. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7911>.
- Podein, R. J., & Hernke, M. T. (2010). Integrating sustainability and health care. *Primary Care*, 37(1), 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2009.09.011>.
- Rapport, D. J. (2007). Sustainability science: An ecohealth perspective. *Sustainability Science*, 2(1), 77-84. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0016-3>.
- Rees, W. E., & Wackernagel, M. (2013). The shoe fits, but the footprint is larger than earth. *PLoS Biology*, 11(11), e1001701. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001701>.
- Sáez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: Beyond the health benefits of the Mediterranean diet. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 12, 118. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-118>.
- Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., & Obersteiner, G. (2018). Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 77, 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038>.
- Sobhani, S. R., Rezazadeh, A., Omidvar, N., & Eini-Zinab, H. (2019). Healthy diet: A step toward a sustainable diet by reducing water footprint. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(8), 3769-3775. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9591>.
- Springmann, M., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Sulser, T. B., Rayner, M., & Scarborough, P. (2018). Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with

environmental impacts: A global modelling analysis with country-level detail. *The Lancet. Planetary Health*, 2(10), e451-e461. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30206-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30206-7).

Tobarra, M. A., López, L. A., Cadarso, M. A., Gómez, N., & Cazarro, I. (2018). Is seasonal households' consumption good for the nexus carbon/water footprint? The spanish fruits and vegetables case. *Environmental Science & Technology*, 52(21), 12066-12077. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00221>.

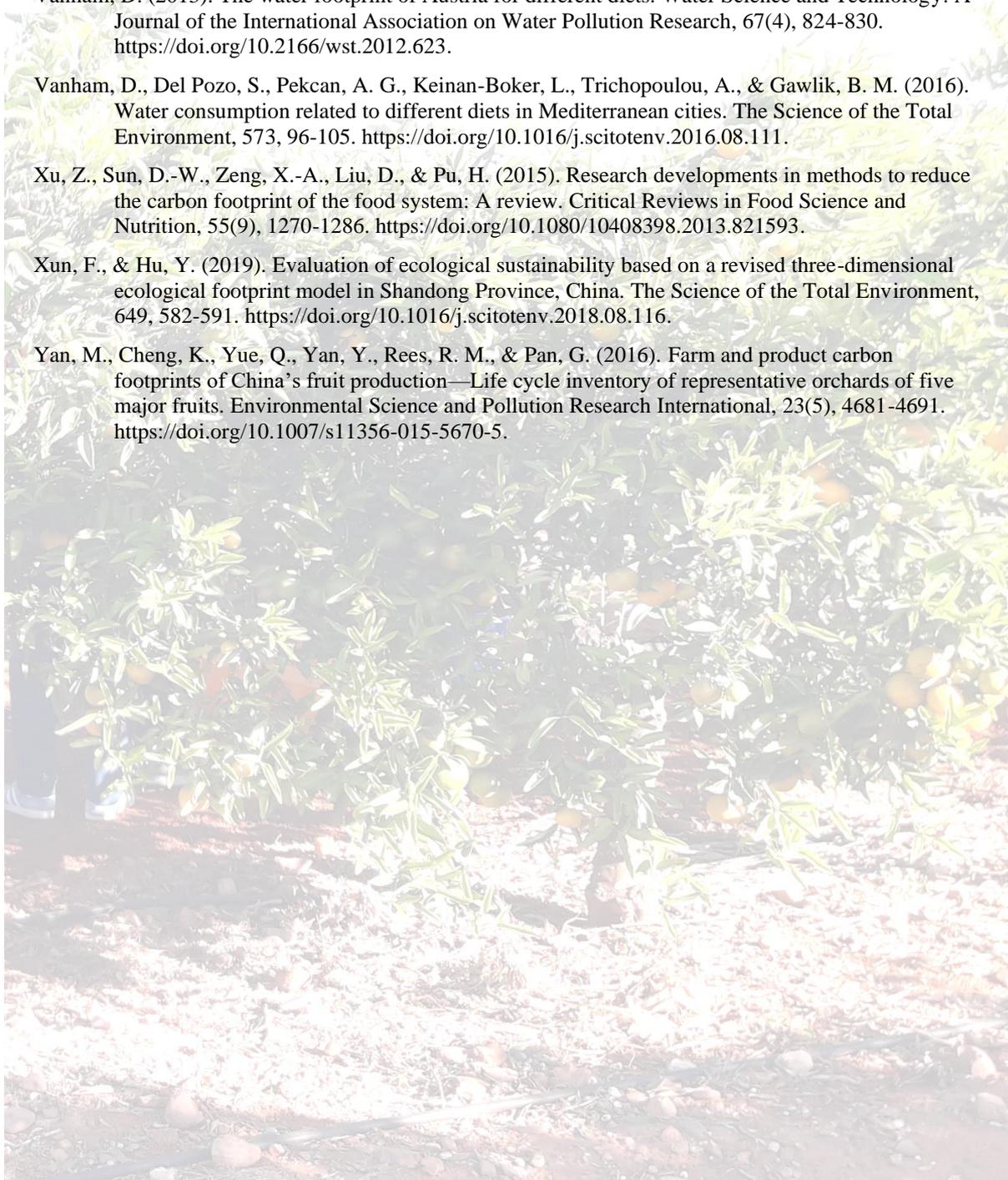
Vanham, D. (2013). The water footprint of Austria for different diets. *Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 67(4), 824-830. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.623>.

Vanham, D., Del Pozo, S., Pekcan, A. G., Keinan-Boker, L., Trichopoulou, A., & Gawlik, B. M. (2016). Water consumption related to different diets in Mediterranean cities. *The Science of the Total Environment*, 573, 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.111>.

Xu, Z., Sun, D.-W., Zeng, X.-A., Liu, D., & Pu, H. (2015). Research developments in methods to reduce the carbon footprint of the food system: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(9), 1270-1286. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.821593>.

Xun, F., & Hu, Y. (2019). Evaluation of ecological sustainability based on a revised three-dimensional ecological footprint model in Shandong Province, China. *The Science of the Total Environment*, 649, 582-591. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.116>.

Yan, M., Cheng, K., Yue, Q., Yan, Y., Rees, R. M., & Pan, G. (2016). Farm and product carbon footprints of China's fruit production—Life cycle inventory of representative orchards of five major fruits. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(5), 4681-4691. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5670-5>.



Capítulo 4. Otoño

Rebeca Fernández Carrión, Juan Carlos Moltó Cortés, Paola Prados Corman, Alejandro Macías Callado, Alfred Gisbert Sanchis, Mario Alberto Navarro Quidano, María Sales Escrihuela, Achouak Aknin, Raquel Torrijos Caparrós, Oscar Coltell Simón, Dolores Corella Piquer.

Como ya hemos indicado, las frutas, además de sus aspectos nutritivos, tienen una importante influencia ambiental que podemos medir a través de distintas huellas. Una parte importante de la estimación de su efecto sostenible viene determinada por su estacionalidad de producción y cuando se realice su consumo. También por su lugar de producción ya la distancia que tiene que recorrer la fruta hasta su lugar de consumo. A modo de ejemplo, utilizando cálculos de huella ecológica (medida en metros cuadrados o "hectáreas globales"), se estima en general que consumir un kilo de fruta de proximidad de manera semanal se asocia con el ahorro de 1,39 metros cuadrados a la semana. Al año, esta cifra de huella ecológica es considerable. Por tanto, para poder tener en cuenta todos los puntos clave que determinarán tanto las emisiones de gases de efecto invernadero, la huella hídrica o la más compleja huella ecológica, hay que conocer las características principales de las frutas que consumimos diariamente y potenciar aquellas que se consuman en localizaciones geográficas lo más próximas posibles, así como consumir los alimentos en su temporada o época del año natural.

El desarrollo de la exposición en esta Guía se regirá por el momento estacional en el que se produce y consume cada fruta en nuestro país: otoño, invierno, primavera y verano. La clasificación estacional de las frutas no es única, ya que a medida que avanza el cambio climático se producen adelantos o retrasos en la estacionalidad de producción y maduración de las frutas. Aunque en general podemos distinguir dos grandes estaciones en la estacionalidad de las frutas: Otoño-Invierno y Primavera-Verano, para esta Guía, a efectos de presentación, vamos a mantener las 4 estaciones y para cada una de ellas, presentaremos con más detalle las frutas de mayor producción y consumo en nuestro país.

En relación con la importancia de dicha estacionalidad, el Ministerio de Agricultura pesca y Alimentación inició en el año 2014 una campaña para la promoción del consumo de frutas y verduras de temporada. Esta campaña se inició para fomentar el consumo de estos alimentos producidos en un entorno cercano en nuestro país, resaltando los beneficios de este consumo de temporada y de proximidad minimizando de esta manera las distintas huellas, tanto la huella de carbono, como la huella hídrica y la huella ecológica. La campaña de promoción se mantuvo en el año 2015 y se extendió también al año 2017, que se también se estaba constatando un descenso en el consumo de frutas y verduras. El lema de la campaña de promoción del consumo de frutas y verduras en el año 2017 fue "Fruta y Verdura #DeAquíYDeAhora", destacando en la misma tanto las propiedades nutricionales de las frutas y verduras de temporada y su beneficio para la salud, como su beneficio para el medio ambiente. Se puede encontrar una información

más detallada sobre esta campaña de promoción del consumo de frutas y verduras en el Ministerio, así como de del material y documentación elaborada, en la Web oficial: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/frutas-verduras-temporada/>. Entre el material de difusión elaborado por el ministerio para la promoción del consumo de frutas, se puede encontrar este logo correspondiente a la campaña de frutas de España (Figura 4.1).

El conocer el origen y la estacionalidad de las frutas que consumimos diariamente es crucial para contribuir a la sostenibilidad, ya que este conocimiento nos permitirá tomar



Figura 4.1. Cartel de la campaña de promoción de consumo de fruta española de temporada (Fuente: Web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

nuestras propias decisiones y medidas de consumo responsable y hacer posible la reducción de las huellas atribuibles a los cultivos y transporte de frutas.

Como ya hemos indicado anteriormente, vamos a utilizar una clasificación de las frutas más relevantes en 4 estaciones, para un mayor detalle de la estacionalidad de las frutas mes a mes, se puede consultar el material al respecto que se presenta en la Web de la organización "5 al día": <https://www.5aldia.org/apartado-m.php?ro=1397>.

La temporada de otoño se caracteriza por frutas tan apetitosas como las mandarinas, peras, caquis, membrillo, manzana y granada. Seguidamente presentaremos los aspectos saludables y sostenibles de cada una de ellas.

4.1. Mandarina

4.1.1. Origen y distribución

En general los cítricos son unas de las frutas más consumidas en el mundo, con una producción mundial en 2014, según la FAO, de 131 millones de toneladas. Esta cifra que representa aproximadamente un 20% de la producción mundial de fruta. Entre todos los cítricos, las naranjas representan el mayor porcentaje (estimado en un 53%), seguidas de las mandarinas (con un 21%), de las limas-limones (con un 11%), y de los pomelos con un 6%, completando el resto otros cítricos menos consumidos que comentaremos en un apartado posterior.

El género *Citrus* estuvo ampliamente distribuido en la región del monzón desde el oeste de Pakistán hasta el norte de China central y en el sur a través las Indias Orientales. También se extendió hasta Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Melanesia y las islas de la Polinesia occidental (Wu et al., 2018). La clasificación de los cítricos no es sencilla ya que existen múltiples variedades en función del tamaño de la fruta, de la forma de la fruta, del hábitat, de las características organolépticas, etc. Ello es debido a que la gran compatibilidad sexual entre especies de cítricos ha dado lugar a una gran diversidad genética (Omura et al., 2016). Esta gran diversidad, hace que sea complejo realizar una buena clasificación taxonómica de las distintas especies de cítricos. En general, se aceptan dos sistemas de clasificación diferentes (Nicolosi et al., 2000). Uno de ellos es el denominado sistema de Swingle, que fue propuesto por este autor en una publicación editada por la universidad de California en 1943 y titulada: "The Citrus Industry, History Botany and Breeding". La otra clasificación fue propuesta por Tanaka en 1954 en Japón en el documento titulado: "Species Problem in Citrus", publicado por la sociedad japonesa para la promoción de la ciencia. La principal diferencia entre los dos sistemas es el número de especies reconocidas. Así, la clasificación de Swingle reconoce 16 especies en el género Citrus, mientras que Tanaka reconoce 162 especies.

Actualmente, gracias a los avances en la secuenciación de ADN, se pueden realizar clasificaciones más completas basadas en los clústeres genéticos y su variabilidad. Existen múltiples trabajos que han realizado clasificaciones basadas en los marcadores genéticos de las distintas especies de cítricos, entre ellas podemos destacar trabajo reciente llevado a cabo por Wu et al., (2018), en el que describen diez especies de cítricos naturales, utilizando análisis genómicos, filogenéticos y biogeográficos. De acuerdo con ello, proponen que los cítricos se diversificaron durante la última época del Mioceno a través de una rápida dispersión desde el sudeste asiático. Posteriormente hubo una segunda dispersión que dio origen a las limas australianas en la primera época del Plioceno. Adicionalmente, existió una gran hibridación de genomas que dieron lugar a distintos cultivares, detectándose una extensa mezcla entre los genomas de las naranjas, las mandarinas y los pomelos. Los autores presentan un gran detalle de la contribución de la genómica para proporcionar un nuevo marco evolutivo del género Citrus.

En esta Guía no pretendemos realizar una clasificación taxonómicamente rigurosa de cada fruta, sino solamente presentarlas con su nombre popular, distinguiendo en algunos casos distintas especies y variedades que pueden resultar de interés por determinadas propiedades para la salud o la sostenibilidad. Dentro del género *Citrus*, comenzamos por las mandarinas (**Figura 4.2**), ya que en el momento de elaboración de esta Guía estábamos en otoño y las mandarinas en nuestro país son una de las frutas más típicas de otoño. Además, en la Comunidad Valenciana, tenemos una importante producción y consumo de mandarinas que resaltan la importancia de esta fruta.



Figura 4.2. Mandarinas.

A pesar de que no es sencillo clasificar el origen de las mandarinas por las consideraciones taxonómicas y filogenéticas comentadas anteriormente, sí vamos a mencionar algunos aspectos básicos sobre su origen. Las mandarinas son originarias de Asia, Filipinas e India, y se expandieron a través del continente Euroasiático hasta Europa y luego llegaron a los Estados Unidos. La especie de mandarina inicial es la denominada *Citrus reticulata* (Goldenberg et al., 2018). La mandarina salvaje inicial se cultivó en China y una de las primeras menciones a la misma se encontró en una lista de frutos de homenaje al emperador de Dayu (años 2205–219 antes de Cristo), citada en una enciclopedia Imperial en China. El árbol de mandarinas se había cultivado durante muchos siglos en China y aparentemente había alcanzado una etapa avanzada de cultivo antes de que fuera conocido por los europeos. En el año 1127, HanYen-Chi, ya describió 27 variedades de mandarinas, naranjas y otros cítricos en China. Los científicos de la época ya realizaron selección de las principales variedades de mandarinas teniendo en

cuenta la acidez, el dulzor, el tamaño de fruto, las características del árbol, etc. (Wang et al., 2018).

En Japón, hay dos especies endémicas: tachibana y shiikuwasha. Durante las épocas prehistóricas e históricas, se introdujeron muchos tipos de cítricos o se produjeron como híbridos naturales. Estos se han cultivado ampliamente en la región costera del suroeste de Japón, destacando distintas variedades de la mandarina satsuma (*Citrus unshiu*), que es la que más se cultiva en la actualidad, representando el 62.5% de toda la superficie de cítricos en 2014 en Japón (Omura et al., 2016).

Aunque la llegada aproximada de los primeros árboles de cítricos a Europa fue unos 300 años antes de Cristo y procedían del sur de China e India, fue de otras especies distintas al mandarino, el cual llegó mucho más tarde, quizá en a principios del siglo XIX. Está documentado en las villas griegas y romanas la existencia pinturas y murales con árboles de cítricos, principalmente de limas y limones. En España, los árabes de Al-Andalus, introdujeron los cítricos, fundamentalmente naranjas amargas (*Citrus aurantium*) y limones y sus cultivos en el siglo X, utilizándose inicialmente como plantas de adorno.

En la Valencia, es cultivo de los árboles de cítricos también fue introducido por los musulmanes, existiendo literatura documentada del siglo XI en la que se menciona la existencia de árboles de naranjas amargas y limones. Posteriormente, en 1498, existe literatura que certifica la abundante riqueza de plantaciones de cítricos en tierras valencianas, incluyendo ya la naranja dulce (*Citrus sinensis*) que se introdujo en Europa en el siglo XIV. De estas tierras, los cítricos fueron llevados a América.

Curiosamente, el cultivo del mandarino llegó más tarde a Europa. En España parece ser que se introdujo a mediados del siglo XIX, realizándose en la provincia de Castellón las primeras plantaciones de mandarino. También se cultivaba por la misma época en Malta e Italia. Posteriormente, hacia 1890, en Argelia, concretamente en el huerto del religioso francés Clément Rodier, se identificó una nueva variedad de mandarina, surgida de manera espontánea, que era tenía mejores condiciones organolépticas. Esta variedad de mandarina se denominó "clementina" (*Citrus clementina*) en honor al padre Clément. En Estados Unidos, se denomina tangerina a otra variedad de la mandarina que llegó a dicho país desde el puerto marroquí de Tanger a mediados del siglo XIX, obteniendo de allí su nombre. Son un poco más grandes que las mandarinas y pueden tener semillas. Se cultivó extensivamente en Florida. Actualmente no hay acuerdo sobre si la utilización del nombre tangerina identifica realmente a otra variedad de la mandarina o es simplemente otra forma de denominar a la misma fruta.

Con el acceso al material genético de los cítricos, se puede realizar una mejor clasificación de los mismos. De acuerdo con estudios recientes realizados, los análisis genéticos para la clasificación indican que las denominadas mandarinas tipo 1 representan a la mandarina *Citrus reticulata* pura, sin evidencia de mezcla interespecífica e incluyen Tachibana, tres mandarinas chinas sin nombre (M01, M02, M04) 3 y el antiguo cultivar chino Sun Chu Sha Kat, que es una mandarina pequeña agria comúnmente cultivada en China y Japón (Wu et al., 2018). Las denominadas mandarinas tipo 2, tendrían un porcentaje pequeño de mezcla con pomelo; mientras que las denominadas mandarinas tipo 3, serían las que inicialmente tendrían mayor contribución de mezcla con pomelo, pero posteriormente, también habría mezcla con las naranjas (dulces), así como generación de híbridos dando lugar posteriormente a las

denominadas clementinas y satsumas (Wu et al., 2018). De acuerdo también con estos autores, las mandarinas modernas, como la clementina, son selecciones de plántulas fortuitas que se produjeron en Argelia y Marruecos, a principios y mediados del siglo pasado, respectivamente.

De manera tradicional, con anterioridad a los análisis genéticos para la clasificación, las clementinas se clasifican en tres grandes grupos, aunque puede haber variaciones en la clasificación según los autores. Estos grupos serían: Híbridos de mandarino, Clementinas y Satsumas. Cronológicamente hasta principios del siglo XX, el mandarino común era la única especie cultivada. Entre la segunda y tercera década del siglo XX, cobran fuerza en el cultivo las variedades satsuma y clementina. Poco a poco la variedad clementina ha ido ganando protagonismo, siendo una de las más cultivadas.

Desde finales del s. XIX hasta principios del s. XX la única especie cultivada era el Mandarino Común, y es entre 1920 y 1930 cuando empiezan a aparecer las variedades de Satsuma (originaria del mandarino Tsao Chieh) y Clementina (procedente del mandarino Cantón). El Mandarino Común siguió siendo la variedad más importante hasta la década de los sesenta, en la que fue superada por las dos anteriores, sobre todo por la Satsuma, que desde entonces y hasta la campaña de 1981-82 fue la variedad más cultivada, siendo superada a partir de la campaña siguiente por la Clementina. Más concretamente por la Clementina Fina, que también era conocida con los nombres de "clementina sin hueso" y "clementina del terreno", destacando por la elevada cantidad de azúcares que poseía que le daban un extraordinario sabor dulce. Así como una piel que se separaba con gran facilidad y muy fina, de ahí su nombre. Aunque poco a poco fue siendo sustituida por las variedades de Clementina actuales debido a que era muy sensible a la climatología y requería un especial cuidado en el árbol. A su vez, otras variedades se han ido implantando en función de su temporalidad, características organolépticas, resistencia a plagas y otros factores condicionantes. En el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) de Moncada en Valencia, podemos encontrar fichas detalladas de todas las variedades de mandarinas más cultivadas. Por ello para más información sobre las características de cada una de estas variedades remitimos a la Web del IVIA para su consulta: <http://www.ivia.gva.es/es/variedades>. Seguidamente mencionamos alguna de las variedades más conocidas especificando si son variedades procedentes de híbridos del mandarino (A), de clementinas (B) o de satsuma (C):

A-Híbridos de mandarino:

- Fortuna: El árbol es un híbrido de clementino Fina y mandarino Dancy obtenido en California. El fruto posee niveles de acidez muy altos.
- Ortanica: Híbrido de parentales desconocidos originado en Jamaica.

B-Variedades de Clementinas

- Clemenules: Mutación de Clementina Fina, originada en Nules (Castellón)
- Hernandina: Mutación de Clementina Fina originada en Picassent (Valencia).
- Oroval: Mutación de Clementina Fina originada en Quart de les Valls (Valencia).
- Marisol: Mutación de Oroval, originada en Betxí (Castellón).

C-Variedades de Satsuma:

- Okitsu: Se originó en Japón a partir de una semilla de Miyagawa.
- Owari: De origen desconocido, se cultiva en Japón desde hace mucho tiempo.
- Clausellina: Mutación de Satsuma Owari originada en Almassora (Castellón).
- Belabela: Variedad mutación de Owari obtenida en Guadassuar (Valencia).
- Serafines: Mutación de satsuma Owari originada en Picanya (Valencia).

Según datos del IVIA, las fechas de recolección de estas mandarinas oscila entre finales de septiembre-principios de octubre para las variedades tempranas (entre ellas: satsuma Clausellina, Marisol, Oroval, etc., hasta las variedades tardías que se pueden prolongar hasta finales de febrero-principios de marzo para la Hernandina, o incluso en abril para las variedades Ortanique y fortuna. Pero en general, noviembre, es el mes de recolección de la mayoría de las mandarinas cultivadas en la Comunidad Valenciana. Entre estas variedades podemos destacar la Clemenules, que es una de las variedades de mandarina más cultivadas en España por sus especiales características. Esta variedad procede de una mutación espontánea en un árbol de la provincia de Castellón, concretamente en el pueblo de Nules en 1953, y actualmente todos los mandarinos de esta variedad, proceden de dicha mutación.

En la actualidad, los principales países productores de mandarinas son: China, España, Brasil, México, Argentina, Venezuela, Colombia, Marruecos, Israel, Japón, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Perú y Ecuador. Según datos de 2017, España es el segundo mayor productor a escala mundial de mandarinas, además de ocupar la sexta posición en cuanto a producción de cítricos en total. Además de seguir siendo uno de los principales exportadores mundiales con cerca 3,4 millones de toneladas vendidas, lo que representa una cuota aproximada del 28% del total de las exportaciones mundiales (de-Miguel, M. D., et al., 2019). De todo el territorio dedicado al cultivo de árboles frutales, los cítricos ocupan el 60% del mismo, siendo vital la importancia en la Comunidad Valenciana. En cuanto a la superficie cultivada total de las plantaciones de mandarinas es el 38,1% a nivel mundial (Ramos, Y. C., et al., 2015).

4.1.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

Las mandarinas en sus distintas variedades son poseen una composición alta en agua, fibra, vitamina C, vitamina B, ácido cítrico, y caroteno. En la **Tabla 4.1** se presenta el detalle de la energía aportada, los macronutrientes, las vitaminas y los principales minerales. Se han utilizado los datos de composición de una mandarina tipo según la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA): <https://www.bedca.net/>, siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir (European Food Information Resource) y la coordinación y financiación de AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición).

Tabla 4.1. Tabla de composición de nutrientes para las mandarinas por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	40	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	9	Retinol (vit. A)	0,106	Calcio	36
Fibra	1.9	Tiamina (vit. B ₁)	0,07	Hierro	0,3
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	11
Saturadas	0,022	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	17,2
Monoinsaturadas	0,034	Vitamina B ₆	0,07	Potasio	160
Poliinsaturadas	0,037	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,032	Sodio	2
Proteínas (g)	0,8	Vitamina C	35	Zinc	0,4
Agua (g)	88,3	Vitamina E	0,22		

En función de la variedad de mandarina podemos encontrar unas determinadas características organolépticas diferentes que a su vez también pueden resultar en una composición nutricional diferente. En general, para las mandarinas, una elevada relación en el cociente entre el contenido en azúcares versus ácidos orgánicos en la fruta es un índice muypreciado, indicativo de sabor agradable. Además, este cociente no es estático, sino que va variando con el tiempo (Ranganna et al., 1983). En general, el contenido de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa) de la fruta aumenta durante la maduración de la fruta, mientras que el contenido de ácidos orgánicos (cítrico y málico) disminuye. Además de estos componentes, las mandarinas son ricas en aceites volátiles, glucósidos, y otras sustancias.

Varios estudios han examinado las diferencias específicas en la composición nutricional de las mandarinas según la variedad y el cultivar. Entre estos estudios podemos mencionar el llevado a cabo por Milella et al., (2011) para conocer la influencia del cultivar de mandarina en el perfil de componentes más saludables de estas frutas. Para ello analizaron trece cultivares y dos híbridos de frutos de clementina (*Citrus clementina* Hort. Ex. Tan) cultivados en Italia. Analizaron el contenido de vitamina C, carotenoides, polifenoles totales, acidez, sólidos solubles, rutina y radicales. Encontraron diferencias estadísticamente significativas en la composición de estos componentes según los cultivares, pudiendo clasificar cultivares más ricos en vitamina C, otros más ricos en polifenoles e incluso cultivares más ricos en actividad antioxidante total, concluyendo que hay que prestar atención a la variedad para optimizar mejor los aportes de determinados nutrientes.

Con anterioridad a este trabajo, Dhuique-Mayer et al., (2005) también analizaron las diferencias en la composición en varios nutrientes y componentes de los alimentos entre distintas variedades de cítricos en general y no focalizado sólo en distintas especies de mandarinas. Concretamente analizaron los contenidos de carotenoides, flavonoides y vitamina C y evaluaron varias especies de cítricos cultivados en el área mediterránea incluyendo también la *Citrus clementina* Hort. Ex Tan. En el análisis de componentes principales, reveló que el contenido en varios de estos compuestos entre las naranjas dulces y las mandarinas difería estadísticamente. En general, la Clementina híbrida estaba más cerca de su mandarina madre que de la naranja dulce madre. En cuanto a nutrientes específicos, destacaba la vitamina A, que era más elevada en las mandarinas y clementinas híbridas que en otras especies.

En estos trabajos hemos comentado algunas diferencias en composición en los llamados componentes no nutritivos de los alimentos, entre ellos destacan los polifenoles (Williamson, 2017). Estos compuestos están siendo estudiados como protectores sobre distintas patologías en múltiples estudios observacionales y de intervención, tanto procedentes de cítricos como de otros vegetales. En los cítricos, los principales compuestos polifenólicos son los flavonoides. Estos flavonoides poseen importantes propiedades biológicas (Mulvihill et al., 2016). Los flavonoides son los pigmentos responsables del color de la planta, así como del sabor amargo. Se han identificado más de 60 flavonoides en los cítricos y se clasifican en 6 grupos principales: flavonas, flavanonas, flavonoles, isoflavonas, antocianidinas y flavanoles (o catequinas) de acuerdo con sus estructuras moleculares (Lv et al., 2015). Las especies de cítricos acumulan grandes cantidades de flavonoles, especialmente los glucósidos de flavanona. La flavanona, se sintetiza a partir de la naringenina chalcona. Varios flavonoides como la naringenina, y, la hesperidina, y su aglicona hesperetina, son especialmente relevantes porque existen múltiples estudios que han demostrado su papel protector en varios procesos relacionados con la arteriosclerosis, la diabetes, las enfermedades neurodegenerativas y el cáncer (Roohbakhsh et al., 2014; Parhiz et al., 2015; Joshi et al., 2018; Salehi et al., 2019). Tal como hemos comentado anteriormente, la especie y variedad de cítrico influye en el contenido de los distintos flavonoides y por tanto de las mayores o menores propiedades protectoras de la fruta correspondiente. Todavía son necesarios más trabajos para caracterizar mejor este punto y su influencia cuantitativa en la dieta.

Además de estos componentes, los cítricos destacan por su aroma. Los cítricos emiten una gran variedad de terpenoides volátiles, incluyendo hemiterpenos, monoterpenos y sesquiterpenos. Entre los monoterpenos destacan según la variedad el limoneno, el alfa y beta pinenos, y el mirceno. Algunos de estos compuestos tienen también propiedades antiinflamatorias (Vieira et al., 2018; Lu et al., 2019).

Actualmente, gracias a la metabolómica (Kumar et al., 2017), podemos analizar de una manera más detallada y eficiente un mayor número de metabolitos y de compuestos que existen en las distintas frutas. De esta manera podemos ampliar el número de componentes detectados y diferenciar mejor los perfiles de composición de las distintas especies y variedades de cítricos en general y de mandarinas en particular. Se han publicado numerosos trabajos aportando interesantes resultados a la metabolómica de las mandarinas (Feng et al., 2018; Wang et al., 2019; Luo et al., 2019). Entre estos trabajos podemos mencionar el de Feng et al., (2018), en el que aplica la metabolómica

para identificar un perfil de metabolitos asociado a cada variedad, distinguiendo además las condiciones de cultivo. Sus resultados indicaron que las variedades de mandarina pueden diferenciarse por el perfil de metabolitos, mientras que las composiciones de flavonoides tienen el potencial de diferenciación de variedades. Concretamente, indicaron que los metabolitos de las vías de biosíntesis de terpenoides y esteroides que involucran limoneno y linalool, podían establecer una huella metabolómica para distinguir la diversidad de variedades. También identificaron la vía de biosíntesis de flavonoides, involucrando entre otros a hesperetina y naringenina, estaba relacionada con las prácticas de cultivo.

Tras la descripción del perfil de nutrientes, vamos a analizar de manera general la asociación del consumo de mandarinas sobre la salud. A pesar de que hemos presentado con detalle distintas especies de mandarina, así como distintas variedades, los grandes estudios epidemiológicos no han analizado datos separando estas variedades, por lo que las estimaciones de la asociación de las mandarinas con distintos fenotipos de salud-enfermedad procedentes de grandes cohortes, suelen ser estimaciones conjuntas para todas las mandarinas, o incluso, en la mayoría de las situaciones, estimaciones conjuntas para el total de frutas cítricas o la suma de mandarinas y naranjas dulces. En algunos estudios más pequeños y específicos, sí que se ha valorado específicamente el efecto de las distintas especies de cítricos, pero sobre fenotipos intermedios. Con estas limitaciones presentaremos ahora unos resultados generales. Estos resultados los desarrollaremos más adelante cuando abordemos específicamente el grupo de las naranjas.

Tal como se ha descrito en el segundo capítulo, uno de los metaanálisis más importantes que ha analizado el efecto del consumo de frutas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad por todas las causas, fue el llevado a cabo por Aune et al., (2017). En dicho metaanálisis los autores incluyeron 142 publicaciones (procedentes de 95 estudios), correspondientes a estudios prospectivos en los que analizaron la asociación entre consumo de frutas y verduras e incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad por todas las causas. En general el consumo de frutas total se asoció con un efecto protector frente a las enfermedades analizadas, pero estos autores también proporcionaron datos del efecto de distintos tipos de frutas. Concretamente para los cítricos (analizaron conjuntamente esta categoría), encontraron un efecto protector de una ingesta alta de cítricos en comparación con una ingesta baja en el riesgo de enfermedad coronaria, siendo el RR=0,90; IC95% (0,86-0,96). Este efecto protector estadísticamente significativo, no se observó cuando analizaron otras frutas como las bananas, frutos rojos, sandía o uvas. Sí que se observó efecto protector estadísticamente significativo para el consumo de manzanas y peras como detallaremos más adelante. Para el ictus, el consumo de cítricos también resultó protector con asociación estadísticamente significativa: RR=0,74; IC95%: 0,65-0,84). Al analizar todas las enfermedades cardiovasculares en su conjunto, el consumo de cítricos también resultó protector frente a dicho grupo de manera estadísticamente significativa. Sin embargo, para el cáncer, aunque el consumo de cítricos resultó con magnitud protectora, no alcanzó la significación estadística: RR: 0,97; IC95% (0,90-1,04), posiblemente porque existen pocos estudios meta-analizados que hayan estudiado de manera separada los cítricos de otras frutas. En cambio, al analizar la mortalidad por todas las causas, el grupo de cítricos, sí que mostró una asociación

protectora estadísticamente significativa frente a la mortalidad total: RR= 0,90; IC95% (0,86-0,94). Aunque estos datos no nos permiten conocer el efecto protector específico de las mandarinas en comparación con las naranjas, ya que se han analizado conjuntamente, cabe suponer que ambos grupos contribuirán con protecciones similares.

Los efectos protectores del consumo de cítricos o del grupo de naranjas y mandarinas se han documentado también en otros estudios analizando fenotipos intermedios de enfermedad como hiperglucemia, diabetes, obesidad, síndrome metabólico, hipertensión, estrés oxidativo, etc. (Papandreou et al., 2019). En lugar de comentar con detalle estos estudios en este capítulo, abordaremos su estudio en el capítulo de frutas de invierno correspondiente a la naranja.

Además de estudiar las frutas como tales, existen múltiples estudios que analizan los efectos protectores de los principales nutrientes y componentes no nutritivos de los alimentos contenidos de manera relevante en los cítricos. Entre estos compuestos, además del más conocido efecto protector de la vitamina C (Carpenter et al., 2012; De Tullio, 2012), así como su efecto protector por elevado contenido de vitamina A (O'Neil et al., 2011; Meléndez-Martínez et al., 2007; Beltrán-de-Miguel et al., 2015; Meléndez-Martínez, 2019), destacan también los estudios que resaltan el efecto protector de las flavanonas de las naranjas, en particular hesperidina y naringenina (Li et al., 2017; Mahmoud et al., 2019; Den Hartogh et al., 2019; Xiong et al., 2019; Saleh et al., 2019). Concretamente, para la hesperidina en una revisión de varios tipos de estudios publicada por Li et al., (2017), concluyeron que los ensayos preclínicos y los ensayos clínicos demostraron efectos terapéuticos favorables de la hesperidina y su aglicona hesperetina en diversas enfermedades, incluidas enfermedades cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas y mentales, entre otras; debido fundamentalmente a sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, hipolipemiantes y de sensibilidad a la insulina. Similares conclusiones sobre los efectos protectores de la naringenina en distintas enfermedades cardiometabólicas fueron alcanzadas en una revisión posterior llevada a cabo por Saleh et al., (2019). Estos autores, tras revisar decenas de estudios al respecto, concluyen que el efecto antioxidante de la naringenina se atribuye principalmente a la reducción de los radicales libres y de las especies reactivas de oxígeno, así como al aumento de la actividad antioxidante como la superóxido dismutasa, catalasa, y glutatión, resultando en efectos protectores frente a enfermedades crónicas como nefropatía, diabetes, enfermedad pulmonar, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas e incluso determinados tipos de cáncer.

Específicamente para las mandarinas, éstas contienen una alta concentración de nobiletina en su corteza blanca, que es un flavonoide cuya actividad antiinflamatoria y antiarteriosclerótica se estima que es 10 veces mayor que la de la naringenina (Huang et al., 2016). Recientes trabajos están demostrando un importante efecto hipolipemiente de la nobiletina, así como un efecto protector frente a la obesidad y efecto antitumoral en modelos experimentales (Qi et al., 2019; Zheng et al., 2019; Han et al., 2019; Burke et al., 2018).

Entre los estudios que han analizado los efectos específicos de las mandarinas como tales, podemos resaltar el llevado a cabo por Kim et al., (2018). Estos autores analizaron

el efecto de un extracto de mandarina variedad satsuma (*Citrus unshiu*) en la adiposidad de ratones, concluyendo que dichos extractos mejoran la adiposidad, posiblemente a través de las denominadas proteínas desacopladoras del transporte electrónico mitocondrial. También en modelos animales, la administración de betacriptoxantina procedente de la mandarina satsuma contribuyó a la reducción de la obesidad visceral (Takayanagi et al., 2011). En la misma línea de resultados protectores de la mandarina, Tan et al., (2019), analizaron los extractos del pericarpio de misma sobre la hipertensión y demostraron importantes efectos vasorelajantes y antihipertensores de dichos extractos en la aorta de rata. Estos y otros trabajos contribuyen a aumentar la evidencia de que las mandarinas son unas frutas con efectos muy protectores sobre las principales enfermedades crónicas y dentro del patrón de recomendación general de 3 piezas de fruta al día, las mandarinas en sus distintas variedades tendrían que estar presentes cada día, al menos en la época de correspondiente a su estacionalidad.

4.1.3. Huellas y sostenibilidad

El consumo de 1 kilo de mandarinas tiene una huella ecológica variable en función de donde se produce y desde donde se transporta. España es uno de los principales productores mundiales de mandarinas, pero actualmente el consumo español de mandarinas no se basa solamente de la fruta producida en España, que tendría menor huella de carbono por la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero generados durante el transporte, sino que llegan muchas mandarinas importadas de otros países. Esta importación hace que aumente la huella de carbono de las mandarinas consumidas. La huella de carbono producida por 1 kilo de mandarinas en la Comunidad Valenciana se ha estimado en 0,4 kg CO₂-eq/kg (Brovia et al., 2015). Es una huella muy pequeña en comparación con la producción de otras frutas y también mucho más baja que la calculada para las mandarinas/naranjas producidas en otros lugares y transportadas a España por distintos medios (Torraba et al., 2018). La producción española de mandarinas tendría una menor huella de agua que las mandarinas producidas en otros países (Torraba et al., 2018).

Según datos publicados en 2014 por la Fundación Cajamar (Hueso et al., 2014), el cultivo de cítricos en España ocupaba unas 317.500 ha. De éstas unas 120.200 se destinaban al cultivo de mandarinas, mientras que unas 153.200 ha. se destinaban al cultivo de naranjas. La mayoría de las mandarinas producidas eran clementinas. La Comunidad Valenciana era la primera productora de cítricos, con un 59 % de la superficie, seguida de Andalucía con el 24 % y de Murcia con el 13 %. Concretamente, en la Comunidad Valenciana, el 46% de la producción correspondía a mandarinas, el 47% a naranjas y el resto a otros cítricos. Actualmente, se detecta un importante abandono de los campos debido a la escasa o nula rentabilidad. En España, cada año aumenta la llegada de mandarinas y otras naranjas procedentes de Sudáfrica, ya que en el año 2016 entró en vigor el acuerdo que permitía la prórroga de la exención arancelaria de los cítricos. Esto hace que, debido al transporte, el almacenamiento en cámaras frigoríficas y otros determinantes, aumente la huella de carbono de las mandarinas y naranjas importadas.

En cuanto a la huella general ecológica, los cultivos de mandarinas pueden optimizarse en varios aspectos y reducir todavía más la huella en fertilizantes, recursos humanos necesarios, etc. En la Comunidad Valenciana, a nivel de huella ecológica, este cultivo

representa un porcentaje importante de terreno cultivado que hay que mantener rentable y evitar el abandono de las tierras y la desaparición de agricultores. Así, los planes estratégicos dirigidos a aumentar la sostenibilidad en el ciclo de vida de las mandarinas en la Comunidad Valenciana (Sese-Minguez, S., et al., 2017), tienen que mejorar tecnología para facilitar la recogida de la fruta haciéndola más eficiente y sostenible. Al mismo tiempo se tienen que diversificar las variedades, teniendo en cuenta una mayor adaptación a diferentes estacionalidades apostando por variedades tempranas, intermedias y tardías, así como tener en cuenta también las variedades más resistentes a las distintas plagas. Es crucial también trabajar para mejorar los canales de distribución, realizar buenas estrategias para la promoción del consumo nacional de las mandarinas de temporada, y conseguir un precio justo para el agricultor. Todo ello, sin olvidar que la exportación de las mandarinas sigue siendo otro punto a fomentar aplicando también aquí las medidas de sostenibilidad, entre ellas, conseguir disminuir la huella de carbono en las exportaciones.

4.2. Pera

4.2.1. Origen y distribución

Con el nombre de “peras” (**Figura 4.3**) se identifica el fruto de numerosas especies del género *Pyrus* (familia de las *Rosáceas*), constituido por árboles caducifolios denominados en general perales. Los perales son uno de los frutales más antiguos, que se cultiva desde la antigüedad (Volk, G. M., et al., 2019). Se estima que el género *Pyrus* se originó durante el período Terciario (65 a 55 millones de años) en las regiones montañosas del oeste de China. Parece ser que la dispersión de los perales siguió las cadenas montañosas, tanto hacia el este como hacia el oeste (Rubzov, 1944). Se postula que hubo dos centros de “domesticación” del género *Pyrus*: el primero se encontraba en China, y, el segundo, en Asia Menor. La distribución geográfica oriental y occidental de la pera condujo al desarrollo respectivo de las peras asiáticas y europeas. Se ha documentado que el primer cultivo de peras asiáticas podría remontarse a hace unos 3300 años. También se han documentado huertos comerciales de peras en China desde hace más de 2000 años. Por otra parte, también existe evidencia de que las peras denominadas europeas, se han cultivado durante más de 3000 años (Wu et al., 2018).

Una de las primeras menciones del cultivo de peras en Europa fue hecha por Homero en la antigua Grecia, quien en la “Odisea” describió las peras como “un regalo de los dioses”. Theophrastus (371–287 a.C.), otro griego, destaca por su relevancia realizando importantes informes sobre la pera. Los antiguos romanos hicieron una gran



Figura 4.3. Peras.

contribución a la domesticación de la pera al desarrollar métodos de propagación, injerto y cuidado de la fruta. Se han encontrado referencias de ya en el siglo I ante de Cristo, existían más de 40 cultivares de pera. Además de las contribuciones de Portius-Cato (235–150 a.C.) y Terentius Varro (116–27 a.C.) al cultivo de la pera, podemos destacar al historiador Plinio el Viejo (23–79 d.C.), quien describió en detalle casi todas las variedades de pera según temporada (Silva et al., 2014).

Posteriormente el cultivo del peral se extendió a otros países de Europa. Se sabe que en el año 800 ya había cultivos de perales en Francia, país que se convirtió en el mayor productor mundial de peras en los siglos XVI y XVII. Posteriormente, Bélgica, en el siglo XVIII desarrolló nuevos cultivares de pera. La pera común europea es la *Pyrus communis*. La *Pyrus nivalis*, también ha tenido una gran influencia en Europa y se ha utilizado para obtener sidra de pera, y ha sido de gran importancia en Francia e Inglaterra durante algunos siglos. Los colonos ingleses y franceses introdujeron la pera en los Estados Unidos y Canadá. A mediados del siglo XVII y ase registró su cultivo en la llamada Nueva Inglaterra en Estados Unidos, cultivándose a través de semillas, hecho que ha dado lugar a que existan nuevas variedades, y que predominaran muchas veces las más adaptadas al frío (Kumar et al., 2017).

En Asia, ya hemos comentado que el cultivo comenzó hace más de 3000 años, con las principales especies *Pyrus pyrifolia*, *Pyrus serotina* y *Pyrus ussuriensis*. Una de las principales características de las peras asiáticas es la pulpa ácida crujiente, dulce y jugosa. Los tamaños y formas de las peras asiáticas varían de redondeados, muy parecidos a las manzanas, siendo estas las más cultivadas, hasta las peras alargadas, más similares a las peras europeas. Gracias a la tecnología de secuenciación del genoma, se han podido estudiar las diferencias genéticas entre las peras de origen chino y las de origen europeo, encontrando marcadores interesantes en dichas secuencias genéticas (David Chagné et al., 2014).

Actualmente la denominada pera europea (*Pyrus communis*), se cultiva en 5 cinco regiones principales en el mundo: Europa, América del Norte, América del Sur, Sudáfrica y Oceanía; mientras que la producción de la denominada pera asiática (*Pyrus pyrifolia*) se concentra en Asia.

Actualmente las peras se cultivan comercialmente en más de 50 países de todo el mundo. Existen más de 25 especies con múltiples variedades debido a que se han ido adaptando a las distintas zonas de cultivo. Es frecuente que se desarrollen híbridos de distintas especies para mejorar texturas, sabor, color estacionalidad y también resistencia a plagas (Kumar et al., 2019). Así, si atendemos al criterio de estacionales, según sus requerimientos de frío para madurar y su momento de consumo las peras se pueden clasificar también en las denominadas peras de invierno (requieren frío para madurar, se consumen fundamentalmente en otoño-invierno, y su conservación es mayor). Por otra parte, podemos encontrar las denominadas peras de verano, que requieren poco frío para madurar, su consumo es fundamentalmente verano, y su conservación es breve.

La producción mundial de peras es uno de los cultivos de regiones templadas más relevantes desde el punto de vista económico. Según los datos de la FAO (<http://www.fao.org/faostat/es>), la producción de peras en el mundo en 2015 ha sido de más de 18 millones de toneladas. También según datos de la FAO, China es el mayor productor mundial (produce fundamentalmente la denominada pera asiática). Estados Unidos es el segundo mayor productor mundial de peras, produciendo fundamentalmente la denominada pera europea. Los siguientes países más productores son Argentina, Italia, Turquía, España, República de Corea, India, Sudáfrica y Japón. Se estima que los diez principales productores de peras ocupan casi millón y medio de HA anuales de terreno para su cultivo. España, es por tanto uno de los primeros productores mundiales de peras, y además del cultivo estándar de las mismas, podemos nombrar algunas zonas que tienen denominación de origen para las peras como por ejemplo las peras de Jumilla (Murcia), las de Rincón de Soto (La Rioja) y las peras de Lérida (Cataluña).

4.2.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

La pera es una fruta jugosa, carnosa con un elevado contenido de agua (más del 80%). En la **Tabla 4.2** se detalla su aporte de energía y su composición en macronutrientes,

Tabla 4.2. Tabla de composición de nutrientes para las peras por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	45	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	10,6	Retinol (vit. A)	0,001	Calcio	12
Fibra	2,3	Tiamina (vit. B ₁)	0,03	Hierro	0,2
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,03	Magnesio	7
Saturadas	0,014	Niacina (vit. B ₃)	0,2	Fósforo	17,5
Monoinsaturadas	0,022	Vitamina B ₆	0,02	Potasio	130
Poliinsaturadas	0,044	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,011	Sodio	2
Proteínas (g)	0,4	Vitamina C	3	Zinc	0,14
Agua (g)	86,7	Vitamina E	Trazas		

vitaminas y minerales. Las peras son particularmente ricas en fructosa y sorbitol, en comparación con otras frutas. Aunque la mayoría de las frutas contienen sacarosa, las peras contienen 70% de fructosa, aunque esta información no suele estar disponible en las tablas generales de composición de alimentos, como la presentada. De acuerdo con Reiland et al., (2015), las peras contienen en término medio 4.5% de fructosa, 4.2% de glucosa, 2.5% de sacarosa y 2.5% de sorbitol. En comparación con las manzanas, las peras tendrían mayor contenido en fructosa y sorbitol, mientras que las manzanas serían más ricas en glucosa y sacarosa. Las peras son también ricas en vitamina C, fibra y potasio. En minerales, las peras destacan por su contenido de cobre, hierro, potasio, manganeso, y magnesio. En cuanto a las vitaminas, además de la vitamina C, aportan vitaminas del grupo B. Destaca su contenido en ácido fólico, riboflavina y piridina (vitamina B6). También tienen un elevado contenido en fibra, que ayuda al tránsito intestinal a mantener su funcionamiento normal (Yangilar F., et al., 2016). Las peras tienen efectos favorables en de colitis ulcerosa, artritis, incluso problemas en la vesícula biliar y en la gota (Choi HK, 2010; Nakagawa T, et al., 2019). La pera tiene una relación entre fibra soluble e insoluble muy adecuada, lo que permite una digestión más suave, por lo que su consumo puede ser muy frecuente en personas de la población general e incluso en distintas patologías (Reiland et al., 2015).

Además de estos componentes, las peras son también muy ricas en otros compuestos antioxidantes (Kolniak-Ostek, 2016). Entre estos compuestos podemos mencionar los polifenoles. Azzini et al., (2019), en un estudio llevado a cabo en variedades de pera

común europea (*Pyrus communis*) identificaron en las mismas tres clases diferentes de polifenoles: flavanoles, flavonoles y ácidos hidroxicinámicos. De manera interesante, encontraron mayor concentración de estos polifenoles en la piel de las peras que en su pulpa. Entre los flavanoles más representativo se encontró la proantocianidina B2, una forma dimérica de epicatequina. Otros estudios anteriores en distintas variedades de peras también mostraron que las procianidinas eran los principales compuestos fenólicos en las mismas, suponiendo cerca de un 95% (Ferreira et al., 2012). También coinciden muchos estudios en señalar una mayor concentración de compuestos fenólicos protectores en la piel de la pera (Öztürk et al., 2015; Kolniak-Ostek, 2016; Azzini et al., 2019) en comparación con la pulpa, por lo que se aconseja su consumo sin pelar, lavando bien la piel para evitar otros compuestos no deseables.

En cuanto a los estudios que han analizado el efecto del consumo de peras sobre eventos duros de distintas enfermedades como enfermedades cardiovasculares, cáncer, mortalidad total, etc., tenemos que indicar que existe relativamente poca información de las peras por separado, ya que frecuentemente se analiza el consumo de fruta total, o cuando se dispone de datos de frutas concretas, las peras se suelen analizar con las manzanas en el mismo grupo. En este sentido, Hu et al. (2014), encontraron una asociación inversa entre el consumo de peras y el riesgo de ictus en un metaanálisis de estudios prospectivos. Para explicar esto se centraron en los compuestos antioxidantes de estas frutas, fundamentalmente los compuestos fenólicos.

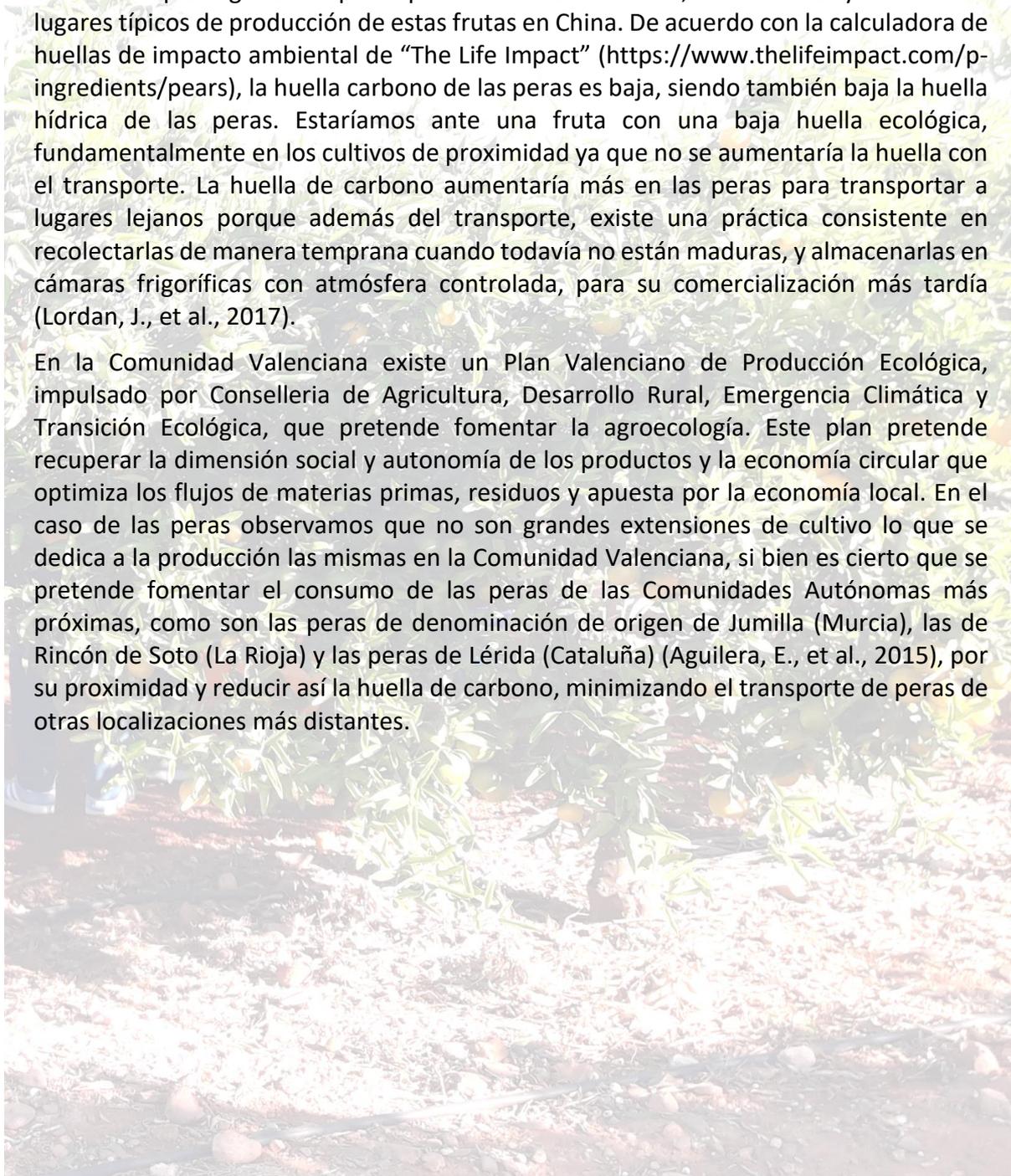
Posteriormente, el metaanálisis llevado a cabo por Aune et al. (2017) en el que se analizaba la influencia del consumo de frutas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad total, y que hemos comentado para el total de frutas y para las naranjas en particular, también ofrece datos para el conjunto de peras y manzanas sin desglosarlas. En este metaanálisis las manzanas y peras se asociaron de manera protectora con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular global, siendo el RR: 0,86; IC 95%: 0,80-0,93. También un mayor consumo del grupo de peras y manzanas se asoció de manera protectora con un menor riesgo de mortalidad por todas las causas, siendo el RR: 0,80; IC 95%: 0,70–0,91.

Recientemente, otro metaanálisis ha analizado específicamente el efecto del consumo de peras y manzanas y de sus derivados sobre factores de riesgo cardiometabólicos, así como sobre enfermedad cardiovascular (Gayer et al., 2019). Aunque la mayoría de los largos estudios observacionales han analizado conjuntamente el efecto de las peras y de las manzanas, existen también algunos estudios de intervención a corto plazo que han examinado los efectos de estas frutas por separado sobre determinados fenotipos cardiometabólicos como las concentraciones plasmáticas de lípidos, la glucemia, la presión arterial, el peso, el perímetro de la cintura, etc. Sin embargo, estos estudios se han realizado de manera más frecuentemente con manzanas que con peras. En el metaanálisis de Gayer et al., (2019), se proporciona información detallada de cada uno de estos estudios. En general, a nivel de metaanálisis dicho estudio concluyó que las manzanas y peras (conjuntamente), mostraban un claro efecto protector sobre distintos tipos de enfermedades cardiovasculares, mortalidad total y diabetes en los estudios observacionales, mientras que, a nivel de fenotipos intermedios en estudios de intervención, había menos consistencia ya que son pocos los estudios realizados. Los resultados de estos metaanálisis aportan evidencias importantes para recomendar el consumo muy frecuente de peras en la dieta.

4.4.3. Huellas

No existen muchos estudios específicamente centrados en el estudio de las huellas de carbono, hídricas o ecológicas de las peras. Entre los estudios que han analizado estas huellas comparando peras con otras frutas, podemos citar el llevado a cabo en China por Yan et al., (2016). En este estudio concluyeron que la huella de carbono de las peras era menor que la generada por la producción de manzanas, melocotones y bananas en lugares típicos de producción de estas frutas en China. De acuerdo con la calculadora de huellas de impacto ambiental de “The Life Impact” (<https://www.thelifeimpact.com/p-ingredients/pears>), la huella carbono de las peras es baja, siendo también baja la huella hídrica de las peras. Estaríamos ante una fruta con una baja huella ecológica, fundamentalmente en los cultivos de proximidad ya que no se aumentaría la huella con el transporte. La huella de carbono aumentaría más en las peras para transportar a lugares lejanos porque además del transporte, existe una práctica consistente en recolectarlas de manera temprana cuando todavía no están maduras, y almacenarlas en cámaras frigoríficas con atmósfera controlada, para su comercialización más tardía (Lordan, J., et al., 2017).

En la Comunidad Valenciana existe un Plan Valenciano de Producción Ecológica, impulsado por Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, que pretende fomentar la agroecología. Este plan pretende recuperar la dimensión social y autonomía de los productos y la economía circular que optimiza los flujos de materias primas, residuos y apuesta por la economía local. En el caso de las peras observamos que no son grandes extensiones de cultivo lo que se dedica a la producción las mismas en la Comunidad Valenciana, si bien es cierto que se pretende fomentar el consumo de las peras de las Comunidades Autónomas más próximas, como son las peras de denominación de origen de Jumilla (Murcia), las de Rincón de Soto (La Rioja) y las peras de Lérida (Cataluña) (Aguilera, E., et al., 2015), por su proximidad y reducir así la huella de carbono, minimizando el transporte de peras de otras localizaciones más distantes.



4.3. Caquis (kakis)

4.3.1. Origen y distribución

El caqui (Figura 4.4), también llamado persimono, es una fruta que pertenece a la familia de las *Ebanáceas*. En España es una fruta relativamente poco conocida y no muy consumida. Existen muchas especies de caqui, la más popular es la *Diospyros kaki*, que se originó en China, aunque posteriormente ha sido Japón el país que ha tenido más protagonismo en la difusión del kaki. Históricamente, en la provincia de Shandong en China, se encontró una hoja de fósil caqui salvaje (*Diospyros miokaki*) que tiene unos 25 millones de años.



Figura 4.4. Caquis.

En la antigua China, el caqui se describió por primera vez cerca de 450 años a. C. El caqui se cultivó ampliamente en China durante la dinastía Tang (618–907 d.C.), y se introdujo en Japón y se extendió a la península de Corea en el siglo XV y a Europa y luego América en los siglos XVIII-XX (Kanzaki et al., 2016). Aunque originario de China, en Estados Unidos, los cultivares de caqui se conocen como japoneses porque el comodoro Matthew C. Perry llevó las semillas de caqui a los Estados Unidos tras su histórica expedición a Japón en la década de 1850. Se estima que alrededor del año 1870 el caqui llegó a España, donde cada vez es un fruto más importante. El caqui se ha cultivado principalmente en países orientales (China, Japón y Corea), pero se distribuye ampliamente en otras como Australia, Brasil, Italia, Israel, España y los Estados Unidos. En general, el cultivo de caqui en Europa está localizado principalmente en la Cuenca Mediterránea, donde ha sido tradicionalmente un cultivo menor, aunque en los últimos años, se está asistiendo a un ligero incremento de su producción debido a que ha

alcanzado una mayor rentabilidad que los frutales tradicionales en estas regiones mediterráneas.

Los caquis llegan a los mercados en otoño. Hay dos variedades principales que difieren en sus propiedades organolépticas. Según la zona geográfica podemos encontrar con mayor frecuencia una y otra. Estas dos variedades son la Fuyu en forma de tomate y la Hachiya en forma de bellota (Yonemori et al., 2000). Las variedades astringentes como el Hachiya japonés y el caqui americano tienen un sabor fuerte y amargo a menos que hayan madurado cuidadosamente hasta el punto de una consistencia suave como gelatina en el interior. Cuando maduran bien tienen un color anaranjado rojizo, con una pulpa succulenta, dulce y gelatinosa (Vinha, et al; 2012; Guo et al., 2011). En general, se plantan más de 400 especies de caqui en todo el mundo. Entre estas especies, *Diospyros kaki*, *Diospyros virginiana*, *Diospyros oleifera* y *Diospyros lotus* son los más significativos, aunque entre todos ellos destaca por su mayor aceptación *Diospyros kaki* o caqui japonés (Sadiq Butt et al., 2015).

En la Comunidad Valenciana, los caquis se cultivan sistemáticamente en la Ribera del Xúquer y en la ribera del Río Segura. La variedad que tiene más peso actualmente es el “Rojo Brillante”. En la Ribera del Xúquer existe la Denominación de Origen, ya que en esta zona se concentra el 80% de producción en España (Palou, L., et al., 2015).

Según el último informe elaborado por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (<https://www.mapa.gob.es/es/>), el cultivo del caqui en la Comunidad Valenciana se ha materializado en 2.796 hectáreas, es decir, un incremento del 23,57% en relación con el año pasado. Este dato indica la expansión que este fruto está teniendo debido a la alta rentabilidad del producto, que hace que muchos agricultores prefieran apostar por él en detrimento de principales cultivos de la Comunidad Valenciana.

4.3.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

El caqui es una excelente fuente de vitaminas A y C. Una fruta proporciona el 55 por cien y el 21 por cien de los valores diarios recomendados, respectivamente de estas vitaminas. En la **Tabla 4.3** se presentan los datos correspondientes al aporte de energía, macronutrientes y vitaminas y minerales del caqui. El caqui es también una buena fuente de fibra, fósforo, potasio y manganeso. El contenido de azúcar es más alto en el caqui que en otras frutas como las naranjas, peras y manzanas. En función del grado de maduración del caqui, su composición puede variar, también puede tener efecto la variedad del caqui.

Tabla 4.3. Tabla de composición de nutrientes para los caquis por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	67	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	15,3	Retinol (vit. A)	0,163	Calcio	21
Fibra	2,5	Tiamina (vit. B ₁)	0,03	Hierro	0,4
Grasas (g)	0,2	Riboflavina (vit. B ₂)	0,06	Magnesio	9
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	20
Monoinsaturadas	Trazas	Vitamina B ₆	0,1	Potasio	171
Poliinsaturadas	Trazas	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,1	Sodio	2
Proteínas (g)	0,7	Vitamina C	7	Zinc	Trazas
Agua (g)	80,7	Vitamina E	0,59		

El caqui sin madurar tiene propiedades astringentes (sensación mixta en la boca de sequedad intensa y amargor), las cuales se deben a su contenido en compuestos fenólicos, concretamente en taninos, que varía a lo largo de la maduración del fruto (Butt MS, et al., 2015). Si este sabor astringente no es suficiente para persuadir de su no consumo en estado verde, en general, las personas deberían evitar consumir caquis verdes aunque les gustara el sabor, ya que los taninos que contienen, junto con el ácido estomacal y la materia vegetal no digerible, podría dar lugar, de manera muy infrecuente, a la formación de un masa dura, llamada “bezoar” en el aparato digestivo, que podría producir obstrucción gástrica o intestinal e incluso requerir cirugía (Yamagata et al., 2017).

Para disminuir la astringencia, se utilizan algunas tecnologías postrecolección. Una de ellas es el tratamiento con atmósfera de etileno, y otra es la conservación del caqui a 0°C con una humedad elevada (90-95%) y un enriquecimiento de la atmósfera con un 80% de dióxido de carbono para eliminar la astringencia sin afectar al fruto. El tratamiento con atmósfera de etileno puede hacerse de manera más natural poniendo los caquis al lado de otras frutas climatéricas que liberen etileno como las manzanas, o se puede hacer de manera industrial en cámaras de atmósfera controlada. Existe interés en conocer cómo un tratamiento u otro para disminuir la astringencia del caqui influyen en la composición final del mismo. En un trabajo publicado por Persic et al., (2018) compararon el tratamiento con etileno con el tratamiento de dióxido de carbono de los caquis (variedades 'Kaki Tipo' y 'Rojo Brillante') sobre su composición en sustancias fitoquímicas. Monitorearon el contenido en fenoles solubles e insolubles totales,

taninos solubles, saponinas y carotenoides, así como los cambios en los metabolitos primarios. Como principales resultados observaron que, al tratar el caqui con etileno, se produjo una disminución del contenido en fenoles totales en comparación con los fenoles totales que tenía el mismo fruto antes del tratamiento. En cambio, cuando el caqui se trató con dióxido de carbono, el contenido en fenoles totales no se modificó en la fruta antes y después del tratamiento. Por otra parte, el contenido de carotenoides varió notablemente entre tratamientos y entre variedades; mientras que el contenido de saponinas totales se mantuvo sin cambios. Estos resultados indican que debemos tener en cuenta que la tecnología postcosecha y la variedad del caqui puede afectar el contenido de fitoquímicos y metabolitos en la fruta.

Debido a los múltiples fitoquímicos en su composición, los caquis tienen un extraordinario poder antioxidante puesto de manifiesto en varios trabajos que se han realizado al respecto. Entre estos trabajos podemos mencionar el llevado a cabo por Grygorieva et al., (2018), quienes analizaron la actividad antioxidante y el contenido en fenoles de los denominados caquis estadounidenses (*Diospyros virginiana* L.). Estos autores observaron fuertes actividades antioxidantes en todos los extractos de estas frutas. Esta actividad antioxidante mostraba una correlación directa con el contenido fenólico total, concluyendo que esta gran actividad antioxidante confiere a los caquis un fuerte poder protector frente a determinadas patologías en las que ocurren procesos oxidativos.

De manera más detallada, Sadiq Butt et al., (2015) hicieron una revisión amplia sobre los distintos fitoquímicos presentes en los caquis, y detallaron los más fitoquímicos que estaban más presentes tanto en caquis frescos como desecados, ya que también es una forma alternativa de consumirlos en muchos países. Los taninos son una de las categorías más importantes de moléculas bioactivas presentes los caquis frescos. Con respecto a la astringencia, alrededor del 2% de los taninos solubles condensados, se observan en variedades particulares debido a la formación de complejos de proteínas salivales. La conversión de taninos solubles en forma insoluble da como resultado la desaparición de la astringencia. Por otra parte, los compuestos fenólicos también son muy relevantes en los caquis. Estos compuestos fenólicos también pueden ser solubles en agua e insolubles. Los solubles son los que más se absorben en el tracto digestivo, mientras que los insolubles van a heces. En el caqui hay presentes varios flavonoides. Algunos de estos flavonoides como las proantocianidinas y los flavanoles. El caqui también es rico en carotenoides, especialmente β -carotenos que se pueden convertir en β -criptoxantina. Ambos componentes poseen actividades biológicas relevantes.

En cuanto a los efectos de los caquis sobre la salud, tenemos que indicar que, debido a su bajo consumo, los grandes estudios epidemiológicos observacionales que han analizado los efectos del consumo de verduras sobre las principales enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares, cáncer o mortalidad total, no han incluido datos desglosados para conocer el efecto específico de los caquis sobre estos eventos. Existen por otra parte varios estudios, tanto en animales como en humanos, en los que se suministran distintas cantidades de caqui como fruta o sus principales compuestos fitoquímicos y se analiza su efecto sobre determinados fenotipos. Entre estos estudios podemos mencionar el llevado a cabo por Li et al., (2018), en el que analizaron el efecto hipoglucémico de los taninos del caqui sobre la digestión del almidón con diferentes niveles de amilosa, tanto in vitro como in vivo (con modelos de

rata). La administración oral de los taninos del caqui suprimió significativamente el aumento de los niveles de glucosa en sangre en el modelo animal in vivo, sugiriendo que los taninos del caqui pueden aliviar la hiperglucemia postprandial limitando la digestión del almidón e inhibiendo la absorción y el transporte de glucosa. Más estudios son necesarios en humanos para confirmar estos resultados.

Además de estos efectos hipoglucémicos varios estudios anteriores también han reportado los taninos presentes en el caqui poseen actividades antibacterianas, antialérgicas, de neutralización de radicales libres, de disminución de la presión arterial y otras actividades antioxidantes (Sadiq Butt et al., 2015).

En otros estudios, la administración directa de caquis, fundamentalmente en modelos animales, ha mostrado efectos reductores de los lípidos plasmáticos (Gorinstein et al., 1998), así como de la reducción de otros marcadores relacionados con la arteriosclerosis (Gorinstein et al., 2011). También en ratas, extractos de caqui se han mostrado potentes antiinflamatorios contribuyendo a reducir la artritis reumatoide (Direito et al., 2019). Estas propiedades antioxidantes del caqui también se están testando en estudios dermatológicos para distintas enfermedades de la piel, así como en distintos procesos tumorales.

4.3.3. Huellas

El caqui no es un cultivo mayoritario en España. Sus huellas están todavía poco evaluadas. La huella ecológica del caqui en la Comunidad Valenciana está ligada a las emisiones de gases de efecto invernadero, fundamentalmente del caqui con denominación de origen Persimon. Tal como se ha comentado anteriormente, para reducir la astringencia, los caquis se tratan con dióxido de carbono en atmósferas controladas. El tratamiento del Persimon consiste en la aplicación de dióxido de carbono en cámaras bajo control riguroso, lo cual permite un tratamiento en buenas condiciones tanto desde un punto de vista técnico como económico (Yonemori, K., et al., 2008). En este proceso se consiguen eliminar los taninos, que a su vez son los causantes de la astringencia. A partir de este momento hay un avance ya que antes como la fruta tenía que estar muy madura para el consumo, el hecho de comercializarla hacía que la misma pudiera no llegar en óptimas condiciones a su destino por lo que el comercio se restringía a zonas cercanas al cultivo (Plaza, L., et al., 2012; Sanchís, E., et al., 2017). La posibilidad de transportar a más distancia los caquis también aumenta su huella de carbono.

En cuanto a la huella relacionada con los plaguicidas, inicialmente, la presencia de plagas y enfermedades en este cultivo eran poco importantes hasta que se produjo el enorme incremento de superficie de cultivo y producción (Yamada, M., et al., 2012). Por esto, es fundamental establecer y desarrollar un sistema de Gestión Integrada de Plagas del caqui, que permita acometer los problemas fitosanitarios crecientes, teniendo en cuenta la posibilidad de hacer lo más pequeña posible la huella ecológica referente a la producción de caquis (García Martínez, F. O., 2019).

4.4. Membrillo

4.4.1. Origen y distribución

El membrillo (**Figura 4.5**) o pertenece al género *Cydonia* (*Cydonia oblonga* Mill.), de la familia de las *Rosáceas* (subfamilia *Maloideae*, que incluye también las peras y las



Figura 4.5. Membrillo.

manzanas), y es el fruto del membrillero. Este un árbol de tamaño pequeño a mediano, originario de la región del Cáucaso, en el sudoeste cálido de Asia (Irán, Turquía).

Se desconoce el origen preciso del membrillo, pero se cree que se originó en el norte de Irán, Turkmenistán y las regiones del lejano oeste de Anatolia y Grecia (Yüksel et al., 2013). El membrillo ha sido cultivado durante mucho tiempo en Turquía, siendo este país uno de los principales productores de membrillos del mundo (con una producción aproximada de 120.000 toneladas/año). Según la FAO, otros países muy productores de membrillos son China, Marruecos, Irán y Argentina. Existen muchas especies y variedades de membrillo y no siempre es sencillo distinguirlos por sus características morfológicas, por lo que el uso de marcadores de ADN se está incorporando con éxito a la identificación de las distintas especies y cultivares de membrillo (Orhan et al., 2014). Las características generales de diferenciación de los membrillos se han basado en primer lugar en la forma del fruto. Los que frutos que tienen forma de manzana son fundamentalmente *Cydonia oblonga* var. *maliformis* (Mill) y los que tienen forma de pera, son fundamentalmente *Cydonia oblonga* var. *piriforme* (Dierb). Las frutas en forma de manzana tienen una carne más dura con un sabor más astringente en comparación con la forma de pera. Su fruto tiene una coloración amarilla brillante, con un sabor

astringente, aroma característico y un gran número de semillas planoconvexas dispuestas en dos filas verticales (Yüksel et al., 2013).

La planta florece en primavera con flores de color rosa claro. Las hojas son de forma elíptica, de unos 6-11 cm de largo y tienen pelos blancos en la superficie. El fruto de membrillo es un pomo de color amarillo-dorado brillante cuando está maduro; su pulpa es dura y muy aromática. El membrillo es demasiado duro, y astringente por lo que no es usual comerlo crudo (Mir, S. A., et al., 2016), a menos que sea escarchado (preparándolo de modo que el azúcar cristalice), por ello, en la mayoría de las ocasiones se consume cocido, tal cual o bien en forma de dulce o carne de membrillo, cuya receta es tradicional en toda España (Elliott, J. H., et al., 2018).

En España el membrillero llegó procedente de Grecia. Al principio fue considerado una fruta de lujo y existen datos de que fue llevado a Inglaterra a través de Leonor de Castilla aproximadamente, en el año 1250 cuando se casó con el sobrino de Henri III, con la anécdota de que se sirvió mermelada de membrillo en la boda. El membrillero se exportó años más tarde de España a América. Actualmente en España el membrillero se cultiva fundamentalmente en la Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía.

4.4.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

El membrillo tiene un bajo contenido calórico y apenas contiene azúcar. De su contenido nutritivo apenas destacan por su riqueza de vitaminas y minerales, salvo el potasio y cantidades discretas de vitamina C (Stojanović BT, et al., 2017) (**Tabla 4.4**). No

Tabla 4.4. Tabla de composición de nutrientes para los membrillos por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	29	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	6,3	Retinol (vit. A)	0,004	Calcio	14
Fibra	6,4	Tiamina (vit. B ₁)	0,02	Hierro	0,3
Grasas (g)	0,225	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	6
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,2	Fósforo	19
Monoinsaturadas	0,08	Vitamina B ₆	0,04	Potasio	200
Poliinsaturadas	0,1	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,003	Sodio	3
Proteínas (g)	0,3	Vitamina C	15	Zinc	0,5
Agua (g)	84,2	Vitamina E	0,89		

obstante, habitualmente debe consumirse cocinado por su sabor astringente, por ello,

el contenido en vitaminas y minerales puede variar. Las propiedades saludables del membrillo se deben a su abundancia en fibra (pectina y mucílagos) y taninos, sustancias que le confieren la propiedad astringente. También contiene ácido málico, que forma parte del pigmento vegetal que proporciona sabor a la fruta, con propiedad desinfectante (Sayed AE, et al., 2017).

Desde el punto de vista toxicológico, el membrillo se considera seguro, sin embargo, sus semillas pueden producir efectos tóxicos solo cuando se ingieren en grandes cantidades debido a la presencia de componentes de nitrilo.

Además de las vitaminas y minerales, los membrillos son también ricos en compuestos fitoquímicos con un alto poder antioxidante (Wojdyło et al., 2013). Entre estos compuestos destacan los ácidos cafeoilquínicos y la rutina, junto con otros importantes flavonoides como kaempferol 3-glucósido, quercetina 3-galactósido y kaempferol-3-rutinósido. (Silva et al., 2002). También se ha comparado el contenido fenólico total en la pulpa y en la piel del membrillo, concluyendo que éste es unas 4 veces superior en la piel que en la pulpa (Fattouch et al., 2007). Como el membrillo se consume fundamentalmente en forma cocinada en lugar de cruda, también se han realizado estudios comparando el contenido en fenoles de las distintas formas procesadas de membrillo concluyendo que, debido al proceso térmico, se producía una disminución de compuestos termolábiles en el membrillo cocinado en comparación con la fruta fresca.

Debido las dificultades de consumir el membrillo crudo y para evitar la elevada adición de sacarosa cuando se elabora el membrillo procesado en forma de mermeladas o dulce de membrillo, presentamos aquí una receta saludable para el procesado del membrillo.

Receta más saludable para elaborar el membrillo

Como ya hemos comentado, el membrillo por su sabor astringente se suele consumir como “dulce” de membrillo. Tradicionalmente la receta lleva a partes iguales azúcar y membrillos, por lo que la densidad calórica se multiplica enormemente. Por ello, se han elaborado nuevas formas de preparar este delicioso preparado, pero de una manera menos calórica y, por tanto, más equilibrada y saludable.

Para hacer membrillo sin azúcar, lo primero que debemos hacer es lavar bien los membrillos colocarlos en una olla con agua a fuego lento hasta que hierva. Debemos dejarlos en la olla sobre 5 minutos para que se ablanden y sea fácil pelarlos.

Cuando tengamos los membrillos pelados, los cortamos en trozos grandes y los ponemos en una cazuela u olla. Los cubrimos con agua y añadimos las cucharadas de stevia líquida necesarias para endulzar el número de membrillos utilizados (para un 1kg de membrillos necesitaríamos el equivalente a 1 kg de azúcar, son 6g de stevia en polvo o 320 gotas si es stevia líquida (EPSA)). Debemos hervir todos los ingredientes en conjunto durante una hora, y transcurrido este tiempo lo retiramos del fuego.

El siguiente paso es triturar todo bien con la batidora hasta el punto de espesor sea tipo crema sin grumos. Cuando esté todo bien batido añadimos la gelatina. La gelatina gelificada se añade a los membrillos y se vuelve a poner todo al fuego, siendo necesario remover para que la gelatina se mezcle bien con el membrillo batido. Una vez esta todo mezclado y homogéneo, retiramos la olla del fuego y vertemos en un recipiente para que repose y se enfríe.

Efectos del membrillo para la salud

En cuanto a los **efectos del membrillo para la salud**, de manera tradicional se han utilizado distintas partes del membrillo y del membrillero, incluyendo el fruto, hojas, semillas y raíces para el tratamiento de distintas dolencias. El potencial terapéutico de diferentes partes de la planta se atribuye a metabolitos secundarios como taninos, terpenoides, alcaloides, etc. (Ashraf et al., 2016). En general las distintas partes del membrillo se han utilizado para tratar trastornos gastrointestinales, trastornos respiratorios, curación de heridas dérmicas, etc. Entre sus efectos sobre la salud más estudiados podemos destacar los siguientes:

- **Efectos protectores sobre las concentraciones plasmáticas de lípidos, presión arterial, hemostasia y otros factores de riesgo cardiovascular:** Existen varios estudios realizados tanto en humanos como en modelos animales que han analizado los efectos de las distintas partes del membrillo o extractos seleccionados sobre distintos fenotipos de riesgo cardiovascular incluyendo concentraciones plasmáticas de lípidos, presión arterial, marcadores de inflamación y otros fenotipos relacionados con el estrés oxidativo, obteniendo resultados protectores en muchos estudios (Ashraf et al., 2016). Entre estos estudios, tenemos el llevado a cabo por Abliz et al., (2013), quienes constataron efectos favorables de los extractos de hojas de membrillo sobre hiperlipemia y la mejora de la función hepática. También Zhou et al., (2016), estudiaron los efectos de los extractos de membrillo sobre la hemostasia, coagulación y riesgo de trombosis en modelos experimentales de rata, obteniendo resultados protectores.
- **Efectos antiinflamatorios y antioxidantes.** Al igual que hemos comentado anteriormente, existen muchos estudios bien llevados a cabo con membrillos, sus distintas partes o con extractos seleccionados para analizar su papel antiinflamatorio y antioxidante en modelos animales y alguno en humanos (Essafi-Benkhadir et al., 2012). En general, han mostrado efectos antiinflamatorios favorables en distintos estudios, incluyendo también efectos antialérgicos. Estos estudios han sido revisados por Ashraf et al., (2016). En cuanto a los efectos antioxidantes Sut et al., (2019), analizando comparando la capacidad antioxidante del membrillo con la de otras frutas concluyeron que la presencia de cantidades significativas de metabolitos secundarios muy activos en la fruta de membrillo, en particular las procianidinas y varios ésteres, proporcionaba una mayor concentración de compuestos fenólicos en el membrillo, así como mayor capacidad antioxidante en comparación con otras frutas, haciendo muy interesante la utilización del membrillo en compuestos nutracéuticos.
- **Efectos antibacterianos y antifúngicos:** Varios estudios han mostrado de manera bastante consistente los efectos antibacterianos (fundamentalmente frente a *Stafilococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *S. aureus* y otras enterobacterias) y antifúngicos (*Aspergillus Niger*, etc.) de los extractos de membrillo antes distintas especies (Ashraf et al., 2016). También algún estudio ha mostrado actividad antivírica frente a la gripe (Hamauzu et al., 2005).
- **Efectos en el aparato digestivo:** Los efectos en el aparato digestivo del membrillo, relacionados tanto con las diarreas como con los vómitos han sido muy estudiados. Se han realizado ensayos clínicos comparando su poder antiemético y sus propiedades anti-reflujo gástrico en embarazadas, llegando a conclusiones favorables (Jafari-Dehkordi et al., 2017; Shakeri et al., 2018).

4.4.3. Huellas

De acuerdo con los datos de la Web de la organización “The Life Impact”, la huella de carbono del membrillo es baja, como también lo es su huella hídrica y la huella ecológica general (<https://www.thelifeimpact.com/q-ingredients/tag/quince+carbon+footprint>). La huella de carbono puede aumentar si se transporta a largas distancias por medios muy productores de gases con efecto invernadero. Sin embargo, el consumo de membrillos de producción local o cercana y en su temporada, presenta huellas bajas. El membrillo es una fruta que una vez recolectada se conserva entre dos a tres meses. Se recomienda comprarlos verdes para acaben de madurar a temperatura ambiente y no suponga un gasto adicional su procesado y conservación (Kafkas, S., et al., 2018). También se recomienda observar la procedencia del fruto de los membrillos para potenciar los cultivos locales y reducir los costes en el transporte y distribución. Andalucía, Murcia y Comunidad Valenciana son los principales productores en España.

Del mismo modo, si deseamos la adquisición de dulce de membrillo, la mejor apuesta para reducir el impacto medioambiental sería comprar los membrillos frescos, ya que el consumo energético de cocinar en casa es un tercio de lo utilizado en productos precocinados, los cuales se deben refrigerar, recalentar, etc. para mantenerse en buen esta hasta llegar al lugar de consumo. Por tanto, hacer nuestro propio dulce de membrillo, el cual lo podemos hacer añadiendo muy poco azúcar, es una de las formas más sostenibles de reducir la huella de carbono en el consumo de este fruto y producto (Arévalo Illescas, D. A., et al., 2015).

4.5. Granada

4.5.1. Origen y distribución

La granada, *Punica granatum* L. (**Figura 4.6**), pertenece a la familia *Punicaceae* que incluye solo un género y dos especies, la otra, poco conocida, es *P. protopunica* Balf., peculiar de la isla de Socotra en Yemen. Se remonta al menos a 3000 a.C. Históricamente, la granada ha servido como símbolo de fertilidad y prosperidad. El árbol de granada es originario de la zona de Irán al Himalaya en el norte de la India. También se ha cultivado desde la antigüedad en la mayor parte de la región Mediterránea de Asia, África y Europa. La granada ya fue citada en el antiguo Egipto, y también el en el Antiguo Testamento. Su zumo fue muy apreciado en el desierto, donde era llevado por caravanas para calmar la sed. Se ha cultivado ampliamente en toda la India y partes más secas del sudeste asiático, Malasia, las Indias Orientales y África tropical (Thangavelu et al., 2017).

Es una especie de clima templado que requiere altas temperaturas para madurar



Figura 4.6. Granadas.

adecuadamente, pero también se propaga fácilmente en áreas áridas y semiáridas del mundo, ya que es tolerante a la salinidad y la escasez de agua, factores que generalmente limitan el crecimiento de otras especies. El árbol fue introducido en California por los españoles en 1770. La producción disminuyó por falta de demanda en la década de 1930, pero se hicieron nuevas plantaciones cuando la demanda aumentó en la década de 1960. Actualmente, las regiones productoras más importantes son Egipto, China, Afganistán, Pakistán, Bangladesh, Irán, Irak, India, Birmania, Arabia Saudita y también en algunas zonas de Israel.

Tras unos años en que abandonó el cultivo de la granada, España es actualmente uno de los principales países productores del mundo. La superficie cultivada supera las 2.500 Ha concentrada en las provincias de Alicante y Murcia, con una producción próxima a las 20.000 toneladas. El creciente interés en esta fruta no solo se debe al hecho de que es agradable de comer, sino también porque se considera que es un producto funcional que ha demostrado ser beneficioso para la salud humana (Martínez-Nicolas et al., 2016). Por lo tanto, la demanda de esta fruta ha aumentado en los últimos 10 años, ya que se ha utilizado en el procesamiento industrial para obtener jugo de granada, mermeladas y otros productos. Las variedades más producidas en España son Mollar de Elche, que cuenta con Denominación de Origen Protegida (DOP), y Mollar de Játiva o Mollar de Valencia, de recolección más temprana, las cuales son muy apreciadas debido a la escasez de producto en la época de recolección (Caballero, 2016). Estas nuevas variedades que se han agrupado bajo la misma denominación, sin embargo, cada una de ellas podría tener características agronómicas diferentes en comparación con su progenitor original y se están estudiando en este sentido (Martínez-Nicolas et al., 2016).

La granada es un fruto redondeado con una piel dura que puede variar de rojo a amarillento. Los climas que simulan el del Mediterráneo (con inviernos suaves y veranos secos expuestos a la luz solar) parecen ser ideales para su crecimiento. Su forma es casi redonda, con un cáliz en forma de corona en la parte superior. Dentro del exocarpio coriáceo hay un mesocarpio carnoso, organizado en cámaras separadas por membranas. Los arilos contienen la porción comestible de la fruta. Cada fruta contiene cientos de semillas que están encerradas individualmente en una pulpa. La granada puede consumirse como tal, o en forma de zumo. La preferencia de su consumo varía según los países.

4.5.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 4.5** se presenta el aporte de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales de la granada. Los micronutrientes que encontramos en la granada fruta son múltiples, y sus beneficios relacionados también. Tienen especial relevancia la presencia de potasio, vitamina A, vitamina C y vitamina B9. Al ser alto su contenido en vitamina A,

Tabla 4.5. Tabla de composición de nutrientes para la granada por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	63	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	13,7	Retinol (vit. A)	0,007	Calcio	13
Fibra	3,5	Tiamina (vit. B ₁)	0,05	Hierro	1
Grasas (g)	0,3	Riboflavina (vit. B ₂)	0,03	Magnesio	6
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	25
Monoinsaturadas	Trazas	Vitamina B ₆	0,2	Potasio	247
Poliinsaturadas	Trazas	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,029	Sodio	4
Proteínas (g)	1	Vitamina C	13	Zinc	0,1
Agua (g)	80,2	Vitamina E	0,55		

también tiene propiedades regeneradoras y reparadoras de mucosas y tejidos (Sharma et al., 2017), igualmente contribuye a mejorar la visión (Amiryousefi, et al., 2017; Namdar et al., 2015).

También tiene unos niveles elevados de vitamina C, cuya capacidad antioxidante se relaciona con la prevención de enfermedades en las que se produce un estrés oxidativo (Turrini et al., 2015; Panth et al., 2017). La fruta granada además también contiene otros muchos minerales como el magnesio, el calcio, el selenio, el fósforo, el cobre, el sodio, el zinc y el hierro (Santillo et al., 2006; Kang et al., 2016). De manera histórica, varias partes de la granada se han utilizado en la medicina tradicional para tratar una amplia

variedad de enfermedades. Las frutas de la granada se han utilizado para como antiparasitarios, sus semillas y cáscaras se han utilizado para tratar la diarrea, las cortezas y raíces de los árboles se han utilizado para tratar úlceras y también, junto con las hojas, como antiinflamatorios y para trastornos digestivos (Vučić et al., 2019).

Además de estas vitaminas y minerales, la granada es muy rica en compuestos fitoquímicos (Elfalleh et al., 2011; Kalaycıoğlu et al., 2016). Esta riqueza y actividad se ha visto impulsada por varios trabajos en los últimos años y es uno de los motivos por lo que ha aumentado el cultivo de esta fruta. Ya sea el zumo de granada, o extractos específicos de sus principales compuestos, están adquiriendo un reconocimiento internacional como alimentos funcionales. Existen múltiples trabajos en los que se describe el elevado contenido de polifenoles de la granada, particularmente de antocianinas y de taninos hidrolizables con propiedades saludables (Wu et al., 2017).

Además de múltiples trabajos originales sobre los efectos favorables de la granada sobre distintos fenotipos de salud tanto en modelos animales como en humanos, podemos destacar varias revisiones interesantes que han recopilado y sintetizado la evidencia disponible en este sentido:

- **Entre estas revisiones podemos destacar la llevada a cabo por Sahebkar et al., (2017)** en la que analizan la evidencia de los efectos de la granada sobre la presión arterial. Estos autores realizan una revisión sistemática seguida de metaanálisis de los ensayos clínicos controlados y randomizados que hayan analizado el efecto del zumo de granada sobre la presión arterial. Tras la revisión de la bibliografía encontraron 8 estudios para meta-analizar. El análisis cuantitativo mostró evidencias de que el consumo del zumo de granada provocó una reducción estadísticamente significativa tanto de la presión arterial sistólica ($P < 0,001$) como de la presión arterial diastólica. Este metaanálisis aporta evidencia científica de primer nivel sobre los efectos protectores del consumo de granada para la disminución de la presión arterial, tanto sistólica como diastólica. Otros autores también han examinado con mayor profundidad mecánica los efectos del consumo de granada sobre la presión arterial (Asgary et al., 2017).
- **Múltiples trabajos también han analizado el posible efecto protector del consumo de granada en el cáncer.** Panth et al., (2017) Sharma et al., (2017), han revisado los trabajos llevados a cabo sobre este tema, incluyendo tanto ensayos preclínicos como clínicos en los que se han estudiado alguno de los efectos anti-cáncer en las localizaciones de piel, mama, próstata, pulmón y colon. En general, se observa que la granada ha mostrado efectos antiproliferativos y antimetastásicos en varios estudios in vitro utilizando células cultivadas, así como en varios estudios animales y en algunos ensayos en humanos. Aunque todavía varios ensayos clínicos en humanos están en marcha para la prevención o tratamiento del cáncer con resultados interesantes, es necesario replicar y validar mejor su eficacia terapéutica a través de las mejores formulaciones y dosis tanto a nivel de dieta como de intervención farmacológica (Bassiri-Jahromi, 2018; Khwairakpam et al., 2018).
- **Efectos sobre las concentraciones plasmáticas de lípidos y enfermedades metabólicas.** Además de por sus propiedades antibacterianas, antifúngicas y antiinflamatorias (Thangavelu et al., 2017) gracias al contenido de compuestos polifenólicos, que incluye punicalaginas, ácido gálico y derivados del ácido elágico, la granada y sus extractos han mostrado efectos favorables sobre los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares. Numerosos estudios han analizado los efectos de estas frutas sobre las concentraciones plasmáticas de lípidos en distintos modelos animales y humanos. En la revisión sobre el tema llevada a cabo por Hou et al., (2019), llegaron a la conclusión

que muchos de los estudios in vivo e in vitro han demostrado que los extractos de diferentes fracciones de granada (cáscaras, flores, jugos y semillas) regulan el metabolismo de los lípidos en enfermedades asociadas al trastorno metabólico, como la aterosclerosis. También extienden sus resultados de efectos favorables sobre la diabetes tipo 2. En una revisión anterior llevada a cabo de forma monográfica sobre el tema, Banihani et al., (2013) concluyeron que existía evidencia para afirmar que los distintos extractos de granada contribuían a mejorar varios marcadores patológicos relacionados con la diabetes en distintos modelos in vitro, en animales e incluso algunos estudios en humanos. Un mecanismo clave por el cual las fracciones de granada pueden tener estos efectos favorables se atribuyen a la reducción del estrés oxidativo y la peroxidación lipídica. Los principales compuestos candidatos con acciones potenciales antidiabéticas contenidos en la granada han sido: la punicalagina y los ácidos elágico, gálico, oleanólico, ursólico y uallico. Sin embargo, se insistió en que son necesarios más ensayos clínicos controlados y randomizados para llegar a conclusiones firmes. También se han mostrado efectos favorables sobre la obesidad en estudios con adipocitos in vitro (Sorrenti et al., 2019), pero todavía son necesarias más investigaciones.

4.5.3. Huellas

En los últimos años se ha incrementado el cultivo de granadas en todo el mundo debido a las evidencias que están mostrando sus efectos favorables sobre la salud. Aunque cada vez se realizan más estudios para comprobar los efectos saludables de las granadas y sus extractos, los estudios que analizan sus huellas todavía son escasos. Entre estos estudios podemos mencionar el llevado a cabo en Perú (Vázquez-Rowe et al., 2017), para evaluar los impactos ambientales del ciclo de vida en términos de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del cultivo, procesamiento y distribución en el extranjero de granada fresca cultivada en una granja innovadora en un área hiperárida en la región de Ica (Perú). Evaluaron la emisión de gases con efecto invernadero y también la huella hídrica, y llegaron a la conclusión de que, aunque no eran muy elevadas, ambas podían mejorarse porque existía margen de mejora. Con las mejoras propuestas se concluyó que para el área hiperárida estudiada, el cultivo de granada aparecía una estrategia factible para la fijación del carbono, aunque se tenían que mejorar todavía más las prácticas agrícolas para hacer todavía más positivo el balance de carbono.

A nivel de España, existen datos que indican que la huella ecológica de la granada en las distintas localidades valencianas varía según las políticas propias de las distintas empresas de agricultores expertos en la producción de granadas. Gracias a los planes estratégicos que fomentan la ecoagricultura, en la producción de granadas es clave respetar los ciclos naturales de los cultivos y mantener en la medida de lo posible la fertilidad del suelo usando productos naturales. En cuanto a la huella hídrica, los granados pueden ser regados de forma tradicional (a manta), siendo más natural para la planta el método en el que recibe los niveles hídricos, si bien a veces se combina con sistemas de riego automatizados cuando en las mismas hectáreas se comparten diversos árboles o arbustos, con distintas necesidades hídricas y características (Bugueño, F., et al., 2016). Algunos agricultores también usan mallas antihierba para evitar la aparición excesiva de plantas adventicias en los caballones, de esta forma se evitaría posteriormente el uso de maquinarias específicas para la eliminación de malas hierbas o preparación del terreno (Bustamante Recavarren, G. A.,

2019). Optimizar las formas de cultivo, junto con el consumo de granadas de proximidad para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero, resulta en unas huellas ambientales bajas para la granada.

4.6. Calabaza

4.6.1. Origen y distribución

La calabaza (**Figura 4.7**) es el fruto de una planta trepadora de la familia de las Cucurbitáceas. Actualmente existen decenas de especies y centenares de variedades. La denominada *Cucurbita máxima*, tiene el grande de corteza firme, de diferentes formas y colores, especialmente del verde al anaranjado, con la pulpa también anaranjada y suavemente dulce con una textura firme, de grano fino. Las flores son grandes y anaranjadas. La piel es tan dura y aislante que permite conservarlas durante meses en un lugar fresco y seco. Esta familia tiene su origen en el continente americano, y se han



Figura 4.7. Calabaza.

encontrado semillas en distintos países. La evidencia más antigua de semillas relacionadas con la calabaza, que datan entre 7000 y 5500 años a. C., se encontró en México (Sanjur et al., 2012). Las calabazas más antiguas eran fundamentalmente las calabazas amargas y poco a poco se fueron creando variedades diferentes hasta llegar a las especies actuales más consumidas.

El género *Cucurbita* y la familia *Cucurbitaceae* contienen otros cultivos importantes, como otras calabazas (*Cucurbita maxima* Duchesne y *Cucurbita moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poir.), así como *Cucurbita pepo* L. (Castellanos-Morales et al., 2019). La gran mayoría de las calabazas que se consumen en el mundo tienen su origen en especies que fueron domesticadas en México. De hecho se trata de la primera planta cultivada en Mesoamérica. Al menos cinco especies diferentes fueron domesticadas

antes del Contacto Europeo, formando importantes fuentes de alimentos en las economías nativas americanas. Desde entonces la calabaza es parte fundamental de la dieta en este territorio, aprovechándose no sólo el fruto, sino también sus flores, sus semillas, sus tallos y raíces. Los cultivos se extendieron desde Estados Unidos hasta Argentina. Los españoles en la época de la conquista de América fueron los principales distribuidores de las calabazas a Europa, y, de ahí, al resto del mundo, donde actualmente es un producto cultivado y consumido ampliamente (Sanjur et al., 2012). El grupo, definido por morfología y origen, primero consistía sólo en cultivares de *Cucurbita maxima* desarrollados en Japón, que luego se usó como parental de cultivares híbridos de *C. maxima* x *C. moschata* que se agregaron al grupo.

El cultivo de la calabaza se ha propagado en mayor medida por los países de clima más cálido. El fruto suele consumirse cocido, bien en forma de pastas o purés. En España es típico consumir la calabaza asada. Para su consumo más saludable sin adición de azúcar se recomienda cocinar la calabaza al horno, simplemente con temperatura (hornear a 200-250 grados centígrados durante una hora u hora y media, dependiendo de la cantidad y tamaño de la porción), sin añadir nada más. El resultado es un alimento de textura suave y con un sabor dulce natural sin azúcar añadido que tiene muy pocas calorías. El consumo de calabaza es muy popular en la Comunidad Valenciana, y existen datos de que su cultivo se ha incrementado mucho en los últimos años por el aumento de la demanda de este fruto tan saludable. Así se estima, que la producción de calabazas en localidades valencianas tales como Cullera, en tan solo tres años, se ha pasado a cultivar cerca de 240 hectáreas de calabaza, incrementándose casi por tres el terreno cultivado (González et al., 2018). En España, las calabazas se cultivan ampliamente en las islas Canarias y Andalucía, seguidas de la Comunidad Valenciana, Murcia y Cataluña. A nivel internacional son grandes productores de calabazas Estados Unidos, China, India, México y Egipto.

4.6.2. Perfil de nutrientes

En la Tabla 4.6 se presentan los datos de aporte en energía, macronutrientes, vitaminas y minerales de la calabaza. Se trata de un alimento con un aporte bajo en calorías, por lo que se incluye en las dietas para perder peso. En relación con las vitaminas, la calabaza es rica en betacaroteno o provitamina A y vitamina C (Cho et al., 2018). Presenta cantidades apreciables de vitamina E, folatos y otras vitaminas del grupo B tales como la B1, B2, B3 y B6, que son necesarias para la diferenciación celular y protección de los radicales libres (Saavedra et al., 2015). En cuanto a su riqueza mineral, la calabaza es un alimento rico en potasio. También contiene otros minerales como fósforo y magnesio, pero en menores cantidades (Elhardallou SB, et al., 2014).

Tabla 4.6. Tabla de composición de nutrientes para la calabaza por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	32	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	5,6	Retinol (vit. A)	0,034	Calcio	18
Fibra	1,2	Tiamina (vit. B ₁)	Trazas	Hierro	0,4
Grasas (g)	0,5	Riboflavina (vit. B ₂)	0,07	Magnesio	10
Saturadas	0,26	Niacina (vit. B ₃)	0,1	Fósforo	30
Monoinsaturadas	0,07	Vitamina B ₆	0,1	Potasio	304
Poliinsaturadas	Trazas	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,025	Sodio	1
Proteínas (g)	1,2	Vitamina C	12	Zinc	0,2
Agua (g)	89,4	Vitamina E	0,1		

Los componentes bioactivos de la calabaza *C. maxima* incluyen polisacáridos, ácido paraaminobenzoico, aceites, proteínas y péptidos, esteroides, flavonoides, taninos, fenólicos y saponinas. Además, la pectina, como fibra soluble en agua, es una sustancia reportada como muy relevante para las propiedades saludables de la calabaza. En general, existen varios trabajos que muestran las propiedades antioxidantes (Shayesteh et al., 2017), antihiperlipidémicas (Ghahremanloo et al., 2017; Song et al., 2017), hepatoprotectoras e incluso anticancerígenas (Medjakovic et al., 2016; Asif et al., 2018). Los componentes hipoglucémicos activos de la calabaza se han encontrado en la pulpa de la fruta y también en sus semillas. Tiene una elevada presencia de mucílagos, que son un tipo de fibra soluble, muy apreciada por sus propiedades sobre el tracto gastrointestinal y también por sus acciones sobre biomarcadores relacionados con diabetes (Mahmoodpoor et al., 2018; Chen et al., 2019). De manera tradicional *Cucurbita maxima Duchense* (*C. maxima*) se ha utilizado ampliamente en China y México como planta hipoglucémica para controlar la hiperglucemia en pacientes diabéticos. Además, en el noroeste de Irán, esta planta se ha documentado su uso tradicional para controlar la diabetes. En este sentido, existen varios estudios en los que se sugiere que los polisacáridos obtenidos de la calabaza pueden ser beneficiosos para la prevención y tratamiento de la diabetes (Wang et al., 2017; Song et al., 2017; Mahmoodpoor et al., 2018), pero muy pocos estudios han analizado su posible mecanismo de acción. Con el fin de conocer mejor el posible mecanismo, Lui et al. (2018) llevaron a cabo un estudio en ratas diabéticas tipo 2, comparando los efectos de los polisacáridos de calabaza con la metformina o con solución salina como control. Tras la administración de estas intervenciones, observaron que el polisacárido de calabaza resultaba protector para la diabetes tipo 2 al mejorar la tolerancia a la insulina y disminuir los niveles de glucosa

plasmática. También disminuyó el colesterol total y el c-LDL, aumentando el c-HDL. Los resultados del análisis de la microbiota intestinal mostraron que estos efectos estaban asociados con cambios en la estructura de la microbiota intestinal, que tuvo un enriquecimiento selectivo en especies clave de Bacteroidetes y Prevotella, entre otras. Se observó también la producción de ácidos grasos de cadena corta, siendo estos efectos los que podrían explicar parte de su acción protectora.

4.6.3. Huellas

La huella de carbono y la huella de agua de la calabaza son bajas, según estimaciones de “the life impact” (<https://www.thelifeimpact.com/p-ingredients/pumpkin>). La huella de carbono aumenta al consumir calabazas importadas debido a la emisión de gases con efecto invernadero que genera su transporte intercontinental. En España, y fundamentalmente en la Comunidad Valenciana, La huella de carbono de la calabaza se ha visto reducida en los últimos años debido al aumento de los campos y cultivos locales que se han centrado en la producción de calabaza. Por tanto, el hecho de no tener que importarlas desde otras comunidades o países ha reducido notablemente los niveles de dióxido de carbono relativos al transporte y distribución (Borsato et al., 2018). La huella ecológica también se puede disminuir potenciando la limpieza de campos abandonados e impulsando un banco de tierras que sirve como salida profesional a la gente joven de los municipios, de este modo, también sirve de estrategia como mantenimiento en las tradiciones del cultivo de calabazas (Esteve-Llorens et al., 2019).

4.7. Bibliografía

- Abliz, A., Aji, Q., Abdusalam, E., Sun, X., Abdurahman, A., Zhou, W., Moore, N., & Umar, A. (2014). Effect of *Cydonia oblonga* Mill. Leaf extract on serum lipids and liver function in a rat model of hyperlipidaemia. *Journal of Ethnopharmacology*, 151(2), 970-974. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.010>.
- Aguilera, E., Guzmán, G., & Alonso, A. (2015). Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain. II. Fruit tree orchards. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 725-737.
- Amiryousefi MR, Mohebbi M, Tehranifar A. Pomegranate seed clustering by machine vision. *Food Sci Nutr*. 2017 Nov 12;6(1):18-26. doi: 10.1002/fsn3.475.
- Arévalo Illescas, D. A., & Vélez Zamora, F. M. (2015). Aplicación de técnicas de repostería en siete dulces de cuchara cuencanos (Bachelor's thesis).
- Asgary, S., Keshvari, M., Sahebkar, A., & Sarrafzadegan, N. (2017). Pomegranate consumption and blood pressure: A review. *Current Pharmaceutical Design*, 23(7), 1042-1050. <https://doi.org/10.2174/1381612822666161010103339>.
- Ashraf, M. U., Muhammad, G., Hussain, M. A., & Bukhari, S. N. A. (2016). *Cydonia oblonga* m. , A medicinal plant rich in phytonutrients for pharmaceuticals. *Frontiers in Pharmacology*, 7, 163. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00163>.
- Asif, M., Naqvi, S. A. R., Sherazi, T. A., Ahmad, M., Zahoor, A. F., Shahzad, S. A., Hussain, Z., Mahmood, H., & Mahmood, N. (2017). Antioxidant, antibacterial and antiproliferative activities of pumpkin (*Cucurbit*) peel and puree extracts—An in vitro study. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30(4), 1327-1334.
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-

- analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029-1056. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>.
- Azzini, E., Maiani, G., Durazzo, A., Foddai, M. S., Intorre, F., Venneria, E., Forte, V., Lucchetti, S., Ambra, R., Pastore, G., Silveri, D. D., Maiani, G., & Polito, A. (2019). S. Giovanni varieties (*Pyrus communis* L.): Antioxidant properties and phytochemical characteristics. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 6714103. <https://doi.org/10.1155/2019/6714103>.
- Banihani, S., Swedan, S., & Alguraan, Z. (2013). Pomegranate and type 2 diabetes. *Nutrition Research (New York, N.Y.)*, 33(5), 341-348. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.03.003>.
- Bassiri-Jahromi, S. (2018). *Punica granatum* (Pomegranate) activity in health promotion and cancer prevention. *Oncology Reviews*, 12(1), 345. <https://doi.org/10.4081/oncol.2018.345>.
- Beltrán-de-Miguel, B., Estévez-Santiago, R., & Olmedilla-Alonso, B. (2015). Assessment of dietary vitamin a intake (Retinol, α -carotene, β -carotene, β -cryptoxanthin) and its sources in the national survey of dietary intake in Spain (2009-2010). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(6), 706-712. <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1077787>.
- Borsato, E., Tarolli, P., & Marinello, F. (2018). Sustainable patterns of main agricultural products combining different footprint parameters. *Journal of cleaner production*, 179, 357-367.
- Brovía, L., Clemente, G., & Sanjuan, N. (2015). Evaluación ambiental del tratamiento poscosecha de clementina-huella de carbono. *Universitat Politècnica de València*.
- Bugueño, F., Livellara, N., Varas, F., Undurraga, P., Castro, M., & Salgado, E. (2016). Responses of young *Punica granatum* plants under four different water regimes. *Ciencia e investigación agraria*, 43(1), 49-56.
- Burke, A. C., Sutherland, B. G., Telford, D. E., Morrow, M. R., Sawyez, C. G., Edwards, J. Y., Drangova, M., & Huff, M. W. (2018). Intervention with citrus flavonoids reverses obesity and improves metabolic syndrome and atherosclerosis in obese *Ldlr*^{-/-} mice. *Journal of Lipid Research*, 59(9), 1714-1728. <https://doi.org/10.1194/jlr.M087387>.
- Bustamante Recavarren, G. A. (2019). Evaluación de la producción de granada, *Punicata Granatum* L. en el valle de Chíncha como alternativa rentable y sostenible.
- Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., & Imran, M. (2015). Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: Hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI Journal*, 14, 542-561. <https://doi.org/10.17179/excli2015-159>.
- Caballero, M. P. (2016). La Denominación de Origen garantiza la calidad de la Granada Mollar de Elche y la defiende frente a terceros. *UMH Sapiens: divulgación científica*, (14), 27-29.
- Carpenter, K. J. (2012). The discovery of vitamin C. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 61(3), 259-264. <https://doi.org/10.1159/000343121>.
- Castellanos-Morales, G., Ruiz-Mondragón, K. Y., Hernández-Rosales, H. S., Sánchez-de la Vega, G., Gámez, N., Aguirre-Planter, E., Montes-Hernández, S., Lira-Saade, R., & Eguiarte, L. E. (2019). Tracing back the origin of pumpkins (*Cucurbita pepo* ssp. *Pepo* L.) in Mexico. *Proceedings. Biological Sciences*, 286(1908), 20191440. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1440>.
- Chagné, D., Crowhurst, R. N., Pindo, M., Thrimawithana, A., Deng, C., Ireland, H., Fiers, M., Dzierzon, H., Cestaro, A., Fontana, P., Bianco, L., Lu, A., Storey, R., Knäbel, M., Saeed, M., Montanari, S., Kim, Y. K., Nicolini, D., Langer, S., ... Velasco, R. (2014). The draft genome sequence of European pear (*Pyrus communis* l. 'Bartlett'). *PloS One*, 9(4), e92644. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092644>.
- Chen, X., Qian, L., Wang, B., Zhang, Z., Liu, H., Zhang, Y., & Liu, J. (2019). Synergistic hypoglycemic effects of pumpkin polysaccharides and puerarin on type ii diabetes mellitus mice. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 24(5). <https://doi.org/10.3390/molecules24050955>.
- Cho, T. T. (2018). Determination of Carotenoids content and Antioxidant activity from *Cucurbita maxima* Duch (Pumpkin).
- Choi HK. A prescription for lifestyle change in patients with hiperuricemia and gout. *Curr Opin Rheumatol*. 2010 Mar;22(2):165-72. doi: 10.1097/BOR.0b013e328335ef38.

- Danesi, F., & Ferguson, L. R. (2017). Could pomegranate juice help in the control of inflammatory diseases? *Nutrients*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/nu9090958>.
- De Tullio, M. C. (2012). Beyond the antioxidant: The double life of vitamin C. *Sub-Cellular Biochemistry*, 56, 49-65. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2199-9_4.
- de-Miguel, M. D., Caballero, P., & Fernández-Zamudio, M. A. (2019). Varietal Change Dominates Adoption of Technology in Spanish Citrus Production. *Agronomy*, 9(10), 631.
- Den Hartogh, D. J., & Tsiani, E. (2019). Antidiabetic properties of naringenin: A citrus fruit polyphenol. *Biomolecules*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/biom9030099>.
- Derakhshan, Z., Ferrante, M., Tadi, M., Ansari, F., Heydari, A., Hosseini, M. S., Conti, G. O., & Sadrabad, E. K. (2018). Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 114, 108-111. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.023>.
- Dhuique-Mayer, C., Caris-Veyrat, C., Ollitrault, P., Curk, F., & Amiot, M.-J. (2005). Varietal and interspecific influence on micronutrient contents in citrus from the Mediterranean area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2140-2145. <https://doi.org/10.1021/jf0402983>.
- Direito, R., Rocha, J., Serra, A.-T., Fernandes, A., Freitas, M., Fernandes, E., Pinto, R., Bronze, R., Sepodes, B., & Figueira, M.-E. (2019). Anti-inflammatory effects of persimmon (*diospyros kaki* L.) in experimental rodent rheumatoid arthritis. *Journal of Dietary Supplements*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/19390211.2019.1645256>.
- Elfalleh, W., Tlili, N., Nasri, N., Yahia, Y., Hannachi, H., Chaira, N., Ying, M., & Ferchichi, A. (2011). Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from Tunisian pomegranate (*Punica granatum*) fruits. *Journal of Food Science*, 76(5), C707-713. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02179.x>.
- Elhardallou SB, Elawad AM, Khairi NA, Gobouri AA, Dhahawi HO. A review on omega-3 and omega-6 essential fatty acids: uses, benefits and their availability in pumpkins (*Cucurbita maxima*) seed and desert dates (*Balanites aegyptiaca*) seed kernel oils. *Pak J Biol Sci*. 2014 Dec;17(12):1195-208.
- Elliott, J. H. (2018). *España y su mundo (1500-1700)*. Taurus.
- Essafi-Benkhadir, K., Refai, A., Riahi, I., Fattouch, S., Karoui, H., & Essafi, M. (2012). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) peel polyphenols modulate LPS-induced inflammation in human THP-1-derived macrophages through NF- κ B, p38MAPK and Akt inhibition. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 418(1), 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2012.01.003>.
- Esteve-Llorens, X., Darriba, C., Moreira, M. T., Feijoo, G., & González-García, S. (2019). Towards an environmentally sustainable and healthy Atlantic dietary pattern: Life cycle carbon footprint and nutritional quality. *Science of the Total Environment*, 646, 704-715.
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C. I. G., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N., & Cabras, P. (2007). Antimicrobial activity of tunisian quince (*cydonia oblonga miller*) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969. <https://doi.org/10.1021/jf062614e>.
- Feng, S., Niu, L., Suh, J. H., Hung, W.-L., & Wang, Y. (2018). Comprehensive metabolomics analysis of mandarins (*Citrus reticulata*) as a tool for variety, rootstock, and grove discrimination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(39), 10317-10326. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03877>.
- Ferreira, D., Guyot, S., Marnet, N., Delgado, I., Renard, C. M. G. C., & Coimbra, M. A. (2002). Composition of phenolic compounds in a portuguese pear (*pyrus communis* L. Var. S. Bartolomeu) and changes after sun-drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4537-4544. <https://doi.org/10.1021/jf020251m>.
- Galal Ismail Eliwa. (2018). Persimmon genetics and breeding. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30573.44000>.

- García Martínez, F. O. (2019). Bases para una gestión integrada de plagas en el cultivo de caqui en la Comunidad Valenciana.
- Gayer, B. A., Avendano, E. E., Edelson, E., Nirmala, N., Johnson, E. J., & Raman, G. (2019). Effects of intake of apples, pears, or their products on cardiometabolic risk factors and clinical outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Current Developments in Nutrition*, 3(10), nzz109. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzz109>.
- Ghahremanloo, A., Hajipour, R., Hemmati, M., Moossavi, M., & Mohaqiq, Z. (2017). The beneficial effects of pumpkin extract on atherogenic lipid, insulin resistance and oxidative stress status in high-fat diet-induced obese rats. *Journal of Complementary & Integrative Medicine*, 15(2). <https://doi.org/10.1515/jcim-2017-0051>.
- Goldenberg, L., Yaniv, Y., Porat, R., & Carmi, N. (2018). Mandarin fruit quality: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 18-26. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8495>.
- González, P. V., Jiménez, M. (2018). Tecnologías agroecológicas en la producción hortícola en España que aportan biodiversidad: resultados preliminares. *Cadernos de Agroecología*, 13(1).
- Gorinstein, S., Bartnikowska, E., Kulasek, G., Zemser, M., & Trakhtenberg, S. (1998). Dietary persimmon improves lipid metabolism in rats fed diets containing cholesterol. *The Journal of Nutrition*, 128(11), 2023-2027. <https://doi.org/10.1093/jn/128.11.2023>.
- Gorinstein, Shela, Leontowicz, H., Leontowicz, M., Jesion, I., Namiesnik, J., Drzewiecki, J., Park, Y.-S., Ham, K.-S., Giordani, E., & Trakhtenberg, S. (2011). Influence of two cultivars of persimmon on atherosclerosis indices in rats fed cholesterol-containing diets: Investigation in vitro and in vivo. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 27(7-8), 838-846. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.08.015>.
- Guo, D. L., & Luo, Z. R. (2011). Genetic relationships of the Japanese persimmon *Diospyros kaki* (Ebenaceae) and related species revealed by SSR analysis. *Genet Mol Res*, 10(2), 1060-1068.
- Hamauzu, Y., Yasui, H., Inno, T., Kume, C., & Omanyuda, M. (2005). Phenolic profile, antioxidant property, and anti-influenza viral activity of Chinese quince (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.), quince (*Cydonia oblonga* Mill.), and apple (*Malus domestica* Mill.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 928-934. <https://doi.org/10.1021/jf0494635>.
- Han, H.-Y., Lee, S.-K., Choi, B.-K., Lee, D.-R., Lee, H. J., & Kim, T.-W. (2019). Preventive effect of citrus aurantium peel extract on high-fat diet-induced non-alcoholic fatty liver in mice. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 42(2), 255-260. <https://doi.org/10.1248/bpb.b18-00702>.
- Hou, C., Zhang, W., Li, J., Du, L., Lv, O., Zhao, S., & Li, J. (2019). Beneficial effects of pomegranate on lipid metabolism in metabolic disorders. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(16), e1800773. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201800773>.
- Hu, D., Huang, J., Wang, Y., Zhang, D., & Qu, Y. (2014). Fruits and vegetables consumption and risk of stroke: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Stroke*, 45(6), 1613-1619. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.004836>.
- Huang, H., Li, L., Shi, W., Liu, H., Yang, J., Yuan, X., & Wu, L. (2016). The multifunctional effects of nobiletin and its metabolites in vivo and in vitro. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2016, 2918796. <https://doi.org/10.1155/2016/2918796>.
- Hueso, J. J., & Cuevas, J. (2014). La fruticultura del siglo XXI en España. *Cajamar Caja Rural*.
- Jafari-Dehkordi, E., Hashem-Dabaghian, F., Aliasl, F., Aliasl, J., Taghavi-Shirazi, M., Sadeghpour, O., Sohrabvand, F., Minaei, B., & Ghods, R. (2017). Comparison of quince with vitamin B6 for treatment of nausea and vomiting in pregnancy: A randomised clinical trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology: The Journal of the Institute of Obstetrics and Gynaecology*, 37(8), 1048-1052. <https://doi.org/10.1080/01443615.2017.1322046>.
- Joshi, R., Kulkarni, Y. A., & Wairkar, S. (2018). Pharmacokinetic, pharmacodynamic and formulations aspects of Naringenin: An update. *Life Sciences*, 215, 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.10.066>.
- Kafkas, S., Imrak, B., Kafkas, N. E., Sarier, A., & Kuden, A. (2018). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Breeding. In *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits* (pp. 277-304). Springer, Cham.

- Kalaycıoğlu, Z., & Erım, F. B. (2017). Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. *Food Chemistry*, 221, 496-507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.084>.
- Kang SJ, Choi BR, Kim SH, Yi HY, Park HR, Song CH, Ku SK, Lee YJ. Selection of the Optimal Herbal Compositions of Red Clover and Pomegranate According to Their Protective Effect against Climacteric Symptoms in Ovariectomized Mice. *Nutrients*. 2016 Jul 23;8(8). pii: E447. doi: 10.3390/nu8080447.
- Kanzaki, S. (2016). The origin and cultivar development of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). *NIPPON SHOKUHIN KAGAKU KOGAKU KAISHI*, 63(7), 328-330. <https://doi.org/10.3136/nshkk.63.328>.
- Khwairakpam, A. D., Bordoloi, D., Thakur, K. K., Monisha, J., Arfuso, F., Sethi, G., Mishra, S., Kumar, A. P., & Kunnumakkara, A. B. (2018). Possible use of *Punica granatum* (Pomegranate) in cancer therapy. *Pharmacological Research*, 133, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.04.021>.
- Kim, J. K., Jeong, H. W., Kim, A. Y., Hong, Y. D., Lee, J. H., Choi, J. K., & Hwang, J. S. (2019). Green satsuma mandarin orange (*Citrus unshiu*) extract reduces adiposity and induces uncoupling protein expression in skeletal muscle of obese mice. *Food Science and Biotechnology*, 28(3), 873-879. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0503-1>.
- Kolniak-Ostek, J. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). *Food Chemistry*, 203, 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.103>.
- Kumar, R., Bohra, A., Pandey, A. K., Pandey, M. K., & Kumar, A. (2017). Metabolomics for plant improvement: Status and prospects. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1302. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01302>.
- Kumar, S., Kirk, C., Deng, C. H., Wiedow, C., Qin, M., Espley, R., Wu, J., & Brewer, L. (2019). Fine-mapping and validation of the genomic region underpinning pear red skin colour. *Horticulture Research*, 6, 29. <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0112-4>.
- Li, K., Yao, F., Du, J., Deng, X., & Li, C. (2018). Persimmon tannin decreased the glycemic response through decreasing the digestibility of starch and inhibiting α -amylase, α -glucosidase, and intestinal glucose uptake. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(7), 1629-1637. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05833>.
- Liu, G., Liang, L., Yu, G., & Li, Q. (2018). Pumpkin polysaccharide modifies the gut microbiota during alleviation of type 2 diabetes in rats. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 711-717. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.127>.
- Lordan, J., Castellví, S. A., Sangra, R. M., & Jones, L. A. (2017). Yield and profitability of 'Conference' pear in five training systems in North East of Spain. *Spanish journal of agricultural research*, 15(3), 17.
- Lu, Q., Huang, N., Peng, Y., Zhu, C., & Pan, S. (2019). Peel oils from three Citrus species: Volatile constituents, antioxidant activities and related contributions of individual components. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4492-4502. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03937-w>.
- Luo, Y., Zeng, W., Huang, K.-E., Li, D.-X., Chen, W., Yu, X.-Q., & Ke, X.-H. (2019). Discrimination of *Citrus reticulata* Blanco and *Citrus reticulata* «Chachi» as well as the *Citrus reticulata* «Chachi» within different storage years using ultra high performance liquid chromatography quadrupole/time-of-flight mass spectrometry based metabolomics approach. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 171, 218-231. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.03.056>.
- Lv, X., Zhao, S., Ning, Z., Zeng, H., Shu, Y., Tao, O., Xiao, C., Lu, C., & Liu, Y. (2015). Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. *Chemistry Central Journal*, 9, 68. <https://doi.org/10.1186/s13065-015-0145-9>.
- M. M. Gryshko National Botanical Gardens of Ukraine, National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine, Department of Fruit, Vegetable and Plant Nutraceutical Technology, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland, Arboretum and Institute of Physiography in

- Bolestraszyce, Przemyśl, Poland, Department of Tourism and Recreation, University of Rzeszów, Poland, Institute of Biological Conservation and Biosafety, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, Grygorieva, O., Kucharska, A. Z., Piórecki, N., Klymenko, S., Vergun, O., & Brindza, J. (2018). Antioxidant activities and phenolic compounds in fruits of various genotypes of American persimmon (*Diospyros virginiana* L.). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 17(2), 117-124. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.0544>.
- Mahmoodpoor, A., Medghalchi, M., Nazemiyeh, H., Asgharian, P., Shadvar, K., & Hamishehkar, H. (2018). Effect of *cucurbita maxima* on control of blood glucose in diabetic critically ill patients. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 8(2), 347-351. <https://doi.org/10.15171/apb.2018.040>.
- Mahmoud, A. M., Hernández Bautista, R. J., Sandhu, M. A., & Hussein, O. E. (2019). Beneficial effects of citrus flavonoids on cardiovascular and metabolic health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 5484138. <https://doi.org/10.1155/2019/5484138>.
- Martinez-Nicolas, J. J., Melgarejo, P., Legua, P., Garcia-Sanchez, F., & Hernández, F. (2016). Genetic diversity of pomegranate germplasm collection from Spain determined by fruit, seed, leaf and flower characteristics. *PeerJ*, 4, e2214. <https://doi.org/10.7717/peerj.2214>.
- Medjakovic, S., Hobiger, S., Ardjomand-Woelkart, K., Bucar, F., & Jungbauer, A. (2016). Pumpkin seed extract: Cell growth inhibition of hyperplastic and cancer cells, independent of steroid hormone receptors. *Fitoterapia*, 110, 150-156. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.03.010>.
- Meléndez-Martínez, A. J. (2019). An overview of carotenoids, apocarotenoids, and vitamin a in agro-food, nutrition, health, and disease. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(15), e1801045. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801045>.
- Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Rapid assessment of vitamin A activity through objective color measurements for the quality control of orange juices with diverse carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8), 2808-2815. <https://doi.org/10.1021/jf0635412>.
- Milella, L., Caruso, M., Galgano, F., Favati, F., Padula, M. C., & Martelli, G. (2011). Role of the cultivar in choosing Clementine fruits with a high level of health-promoting compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5293-5298. <https://doi.org/10.1021/jf104991z>.
- Mir, S. A., Wani, S. M., Wani, T. A., Ahmad, M., Gani, A., Masoodi, F. A., & Nazir, A. (2016). Comparative evaluation of the proximate composition and antioxidant properties of processed products of quince (*Cydonia oblonga* Miller). *International Food Research Journal*, 23(2).
- Mulvihill, E. E., Burke, A. C., & Huff, M. W. (2016). Citrus flavonoids as regulators of lipoprotein metabolism and atherosclerosis. *Annual Review of Nutrition*, 36, 275-299. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071715-050718>.
- Nakagawa T, Lanasp MA, Johnson RJ. The effects of fruit consumption in patients with hyperuricaemia or gout. *Rheumatology (Oxford)*. 2019 Jul 1;58(7):1133-1141. doi: 10.1093/rheumatology/kez128.
- Namdar H, Emaratkar E, Hadavand MB. Persian Traditional Medicine and Ocular Health. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2015 Winter;4(4):162-166.
- Nicolosi, E., Deng, Z. N., Gentile, A., La Malfa, S., Continella, G., & Tribulato, E. (2000). Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theor. Appl. Genet*, 100, 1155-1166..
- O'Neil, C. E., Nicklas, T. A., Rampersaud, G. C., & Fulgoni, V. L. (2011). One hundred percent orange juice consumption is associated with better diet quality, improved nutrient adequacy, and no increased risk for overweight/obesity in children. *Nutrition Research (New York, N.Y.)*, 31(9), 673-682. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2011.09.002>.
- Omura, M., & Shimada, T. (2016). Citrus breeding, genetics and genomics in Japan. *Breeding Science*, 66(1), 3-17. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.66.3>.
- Orhan, E., Nardemir, G., Agar, G., & Ercisli, S. (2014). Genetic variation among quince (*Cydonia oblonga* Mill.) genotypes sampled from the Coruh valley in Turkey. *Genetics and Molecular Research: GMR*, 13(1), 445-449. <https://doi.org/10.4238/2014.January.21.12>.

- Palou, L., Montesinos-Herrero, C., Tarazona, I., Besada, C., & Taberner, V. (2015). Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) in Spain. *Plant disease*, 99(10), 1416-1425.
- Panth, N., Manandhar, B., & Paudel, K. R. (2017). Anticancer activity of *punica granatum* (Pomegranate): A review. *Phytotherapy Research: PTR*, 31(4), 568-578. <https://doi.org/10.1002/ptr.5784>.
- Papandreou, D., Magriplis, E., Abboud, M., Taha, Z., Karavolia, E., Karavolias, C., & Zampelas, A. (2019). Consumption of raw orange, 100% fresh orange juice, and nectar- sweetened orange juice-effects on blood glucose and insulin levels on healthy subjects. *Nutrients*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/nu11092171>.
- Parhiz, H., Roohbakhsh, A., Soltani, F., Rezaee, R., & Iranshahi, M. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory properties of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin: An updated review of their molecular mechanisms and experimental models. *Phytotherapy Research: PTR*, 29(3), 323-331. <https://doi.org/10.1002/ptr.5256>.
- Persic, M., Jakopic, J., & Hudina, M. (2019). The effect of post-harvest technologies on selected metabolites in persimmon (*diospyros kaki thunb.*) fruit: The effect of post-harvest technologies on metabolites in persimmon fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 854-860. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9255>.
- Plaza, L., Colina, C., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., & Cano, M. P. (2012). Influence of ripening and astringency on carotenoid content of high-pressure treated persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 130(3), 591-597.
- Qi, G., Mi, Y., Fan, R., Li, R., Liu, Z., & Liu, X. (2019). Nobiletin protects against systemic inflammation-stimulated memory impairment via mapk and nf- κ b signaling pathways. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(18), 5122-5134. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00133>.
- Quesada, C., Bartolomé, B., Nieto, O., Gómez-Cordovés, C., Hernández, T., & Estrella, I. (1996). Phenolic inhibitors of α -amylase and trypsin enzymes by extracts from pears, lentils, and cocoa. *Journal of Food Protection*, 59(2), 185-192. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-59.2.185>.
- Ramos, Y. C., Stuchi, E. S., Girardi, E. A., GESTEIRA, A. D. S., PASSOS, O., & SOARES FILHO, W. D. S. (2015). Dwarfing rootstocks for Valencia sweet orange. *Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Ranganna, S., Govindarajan, V. S., & Ramana, K. V. (1983). Citrus fruits—Varieties, chemistry, technology, and quality evaluation. Part II. Chemistry, technology, and quality evaluation. A. *Chemistry. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 18(4), 313-386. <https://doi.org/10.1080/10408398309527366>.
- Reiland, H., & Slavin, J. (2015). Systematic review of pears and health. *Nutrition Today*, 50(6), 301-305. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000112>.
- Roohbakhsh, A., Parhiz, H., Soltani, F., Rezaee, R., & Iranshahi, M. (2014). Neuropharmacological properties and pharmacokinetics of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin—A mini-review. *Life Sciences*, 113(1-2), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.07.029>.
- Rubtsov, G. A. (1944). Geographical distribution of the genus *pyrus* and trends and factors in its evolution. *The American Naturalist*, 78(777), 358-366. <https://doi.org/10.1086/281206>.
- Saavedra MJ, Aires A, Dias C, Almeida JA, De Vasconcelos MC, Santos P, Rosa EA. Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds. *J Food Sci Technol*. 2015 Feb;52(2):1008-15. doi: 10.1007/s13197-013-1089-5.
- Sahebkar, A., Ferri, C., Giorgini, P., Bo, S., Nachtigal, P., & Grassi, D. (2017). Effects of pomegranate juice on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacological Research*, 115, 149-161. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.11.018>.
- Salehi, B., Fokou, P. V. T., Sharifi-Rad, M., Zucca, P., Pezzani, R., Martins, N., & Sharifi-Rad, J. (2019a). The therapeutic potential of naringenin: A review of clinical trials. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/ph12010011>.

- Sanchís, E., Ghidelli, C., Sheth, C. C., Mateos, M., Palou, L., & Pérez - Gago, M. B. (2017). Integration of antimicrobial pectin - based edible coating and active modified atmosphere packaging to preserve the quality and microbial safety of fresh - cut persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(1), 252-260.
- Sanjur, O. I., Piperno, D. R., Andres, T. C., & Wessel-Beaver, L. (2002). Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(1), 535-540. <https://doi.org/10.1073/pnas.012577299>.
- Santillo VM, Lowe FC. Role of vitamins, minerals and supplements in the prevention and management of prostate cancer. *Int Braz J Urol*. 2006 Jan-Feb;32(1):3-14.
- Sayed AE, Hamed HS. Induction of apoptosis and DNA damage by 4-nonylphenol in African catfish (*Clarias gariepinus*) and the antioxidant role of *Cydonia oblonga*. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2017 May;139:97-101. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.01.024.
- Sese-Minguez, S., Boesveld, H., Asins-Velis, S., Van der Kooij, S., & Maroulis, J. (2017). Transformations accompanying a shift from surface to drip irrigation in the Canyoles Watershed, Valencia, Spain. *Water Alternatives*, 10(1), 81-99.
- Shakeri, A., Hashempur, M. H., Mojibian, M., Aliasl, F., Bioos, S., & Nejatbakhsh, F. (2018). A comparative study of ranitidine and quince (*Cydonia oblonga* mill) sauce on gastroesophageal reflux disease (Gerd) in pregnancy: A randomised, open-label, active-controlled clinical trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology: The Journal of the Institute of Obstetrics and Gynaecology*, 38(7), 899-905. <https://doi.org/10.1080/01443615.2018.1431210>.
- Sharma, P., McClees, S. F., & Afaq, F. (2017). Pomegranate for prevention and treatment of cancer: An update. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 22(1). <https://doi.org/10.3390/molecules22010177>.
- Shayesteh, R., Kamalinejad, M., Adiban, H., Kardan, A., Keyhanfar, F., & Eskandari, M. R. (2017). Cytoprotective effects of pumpkin (*Cucurbita moschata*) fruit extract against oxidative stress and carbonyl stress. *Drug Research*, 67(10), 576-582. <https://doi.org/10.1055/s-0043-110484>.
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Ferreres, F., Domingues, A. L., Seabra, R. M., & Ferreira, M. A. (2002). Phenolic profile of quince fruit (*cydonia oblonga* miller)(Pulp and peel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4615-4618. <https://doi.org/10.1021/jf0203139>.
- Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L., & Costa de Oliveira, A. (2014). Origin, domestication, and dispersing of pear (*pyrus* spp.). *Advances in Agriculture*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/541097>.
- Song, H., & Sun, Z. (2017). Hypolipidaemic and hypoglycaemic properties of pumpkin polysaccharides. *3 Biotech*, 7(3), 159. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0843-1>.
- Sorrenti, V., Randazzo, C. L., Caggia, C., Ballistreri, G., Romeo, F. V., Fabroni, S., Timpanaro, N., Raffaele, M., & Vanella, L. (2019). Beneficial effects of pomegranate peel extract and probiotics on pre-adipocyte differentiation. *Frontiers in Microbiology*, 10, 660. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00660>.
- Stojanović BT, Mitić SS, Stojanović GS, Mitić MN, Kostić DA, Paunović DĐ, Arsić BB, Pavlović AN. Phenolic profiles and metal ions analyses of pulp and peel of fruits and seeds of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Food Chem*. 2017 Oct 1;232:466-475. doi:10.1016/j.foodchem.2017.04.041.
- Sut, S., Dall'Acqua, S., Poloniato, G., Maggi, F., & Malagoli, M. (2019). Preliminary evaluation of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit as extraction source of antioxidant phytoconstituents for nutraceutical and functional food applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1046-1054. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9271>.
- Takayanagi, K., Morimoto, S., Shirakura, Y., Mukai, K., Sugiyama, T., Tokuji, Y., & Ohnishi, M. (2011). Mechanism of visceral fat reduction in Tsumura Suzuki obese, diabetes (Tsod) mice orally administered β -cryptoxanthin from Satsuma mandarin oranges (*Citrus unshiu* Marc). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(23), 12342-12351. <https://doi.org/10.1021/jf202821u>.

- Tan, C. S., Loh, Y. C., Ch'ng, Y. S., Ng, C. H., Yeap, Z. Q., Ahmad, M., Asmawi, M. Z., & Yam, M. F. (2019). Vasorelaxant and chemical fingerprint studies of *Citrus reticulatae* pericarpium extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 232, 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.12.014>.
- Thangavelu, A., Elavarasu, S., Sundaram, R., Kumar, T., Rajendran, D., & Prem, F. (2017). Ancient seed for modern cure—Pomegranate review of therapeutic applications in periodontics. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 9(Suppl 1), S11-S14. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_101_17.
- Turrini E, Ferruzzi L, Fimognari C. Potential Effects of Pomegranate Polyphenols in Cancer Prevention and Therapy. *Oxid Med Cell Longev*. 2015; 2015 : 938475. doi: 10.1155/2015/938475.
- Vázquez-Rowe, I., Kahhat, R., Santillán-Saldívar, J., Quispe, I., & Bentín, M. (2017). Carbon footprint of pomegranate (*Punica granatum*) cultivation in a hyper-arid region in coastal Peru. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(4), 601-617. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1046-4>.
- Vieira, A. J., Beserra, F. P., Souza, M. C., Totti, B. M., & Rozza, A. L. (2018). Limonene: Aroma of innovation in health and disease. *Chemico-Biological Interactions*, 283, 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.02.007>.
- Vinha, A. F., Soares, M. O., Herdeiro, T., & Machado, M. (2012). Chemical composition and antioxidant activity of Portuguese diospyrus kaki fruit by geographical origins. *Journal of Agricultural Science*, 4(2), 281.
- Volk, G. M., & Cornille, A. (2019). Genetic Diversity and Domestication History in *Pyrus*. In *The Pear Genome* (pp. 51-62). Springer, Cham.
- Vučić, V., Grabež, M., Trchounian, A., & Arsić, A. (2019). Composition and potential health benefits of pomegranate: A review. *Current Pharmaceutical Design*, 25(16), 1817-1827. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190708183941>.
- Wang, F., Chen, L., Chen, H., Chen, S., & Liu, Y. (2019). Analysis of flavonoid metabolites in citrus peels (*Citrus reticulata* «Dahongpao») using uplc-esi-ms/ms. *Molecules* (Basel, Switzerland), 24(15). <https://doi.org/10.3390/molecules24152680>.
- Wang, L., He, F., Huang, Y., He, J., Yang, S., Zeng, J., Deng, C., Jiang, X., Fang, Y., Wen, S., Xu, R., Yu, H., Yang, X., Zhong, G., Chen, C., Yan, X., Zhou, C., Zhang, H., Xie, Z., ... Xu, Q. (2018). Genome of wild mandarin and domestication history of mandarin. *Molecular Plant*, 11(8), 1024-1037. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2018.06.001>.
- Wang, S., Lu, A., Zhang, L., Shen, M., Xu, T., Zhan, W., Jin, H., Zhang, Y., & Wang, W. (2017). Extraction and purification of pumpkin polysaccharides and their hypoglycemic effect. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 182-187. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.114>.
- Williamson, G. (2017). The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition Bulletin*, 42(3), 226-235. <https://doi.org/10.1111/nbu.12278>.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., & Bielicki, P. (2013). Polyphenolic composition, antioxidant activity, and polyphenol oxidase (Ppo) activity of quince (*Cydonia oblonga* Miller) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(11), 2762-2772. <https://doi.org/10.1021/jf304969b>.
- Wu, G. A., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., Borredá, C., Domingo, C., Tadeo, F. R., Carbonell-Caballero, J., Alonso, R., Curk, F., Du, D., Ollitrault, P., Roose, M. L., Dopazo, J., Gmitter, F. G., Rokhsar, D. S., & Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of Citrus. *Nature*, 554(7692), 311-316. <https://doi.org/10.1038/nature25447>.
- Wu, J., Wang, Y., Xu, J., Korban, S. S., Fei, Z., Tao, S., Ming, R., Tai, S., Khan, A. M., Postman, J. D., Gu, C., Yin, H., Zheng, D., Qi, K., Li, Y., Wang, R., Deng, C. H., Kumar, S., Chagné, D., ... Zhang, S. (2018). Diversification and independent domestication of Asian and European pears. *Genome Biology*, 19(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s13059-018-1452-y>.
- Wu, S., & Tian, L. (2017). Diverse phytochemicals and bioactivities in the ancient fruit and modern functional food pomegranate(*Punica granatum*). *Molecules* (Basel, Switzerland), 22(10). <https://doi.org/10.3390/molecules22101606>.

- Xiong, H., Wang, J., Ran, Q., Lou, G., Peng, C., Gan, Q., Hu, J., Sun, J., Yao, R., & Huang, Q. (2019). Hesperidin: A therapeutic agent for obesity. *Drug Design, Development and Therapy*, 13, 3855-3866. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S227499>.
- Yamada, M., Giordani, E., & Yonemori, K. (2012). Persimmon. In *Fruit Breeding* (pp. 663-693). Springer, Boston, MA.
- Yamagata, Y., Saito, K., Hirano, K., Kubota, Y., Yoshioka, R., Okuyama, T., Takeshita, E., Tagaya, N., Sameshima, S., Noie, T., & Oya, M. (2017). Obstruction in the third portion of the duodenum due to a diospyrobezoar: A case report. *BMC Surgery*, 17(1), 117. <https://doi.org/10.1186/s12893-017-0308-9>.
- Yan, M., Cheng, K., Yue, Q., Yan, Y., Rees, R. M., & Pan, G. (2016). Farm and product carbon footprints of China's fruit production—Life cycle inventory of representative orchards of five major fruits. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(5), 4681-4691. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5670-5>.
- Yanglar F. Production and evaluation of mineral and nutrient contents, chemical composition, and sensory properties of ice creams fortified with laboratory-prepared peach fibre. *Food Nutr Res*. 2016 Nov 3;60:31882. doi: 10.3402/fnr.v60.31882.
- Yonemori, K., Honsho, C., Kitajima, A., Aradhya, M., Giordani, E., Bellini, E., & Parfitt, D. E. (2008). Relationship of European persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) cultivars to Asian cultivars, characterized using AFLPs. *Genetic resources and crop evolution*, 55(1), 81-89.
- Yonemori, K., Sugiura, A., & Yamada, M. (2000). Persimmon genetics and breeding. *Plant Breeding Reviews*, 19, 191-225.
- Yüksel, C., Mutaf, F., Demirtaş, İ., Öztürk, G., Pektaş, M., & Ergül, A. (2013). Characterization of Anatolian traditional quince cultivars, based on microsatellite markers. *Genetics and Molecular Research: GMR*, 12(4), 5880-5888. <https://doi.org/10.4238/2013.November.22.16>.
- Zheng, G. D., Hu, P. J., Chao, Y. X., Zhou, Y., Yang, X. J., Chen, B. Z., Yu, X. Y., & Cai, Y. (2019). Nobiletin induces growth inhibition and apoptosis in human nasopharyngeal carcinoma C666-1 cells through regulating PARP-2/SIRT1/AMPK signaling pathway. *Food Science & Nutrition*, 7(3), 1104-1112. <https://doi.org/10.1002/fsn3.953>.
- Zhou, W., Abdurahman, A., Umar, A., Iskander, G., Abdusalam, E., Berké, B., Bégaud, B., & Moore, N. (2014). Effects of *Cydonia oblonga* Miller extracts on blood hemostasis, coagulation and fibrinolysis in mice, and experimental thrombosis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 154(1), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.056>.

Capítulo 5. Invierno

Rebeca Fernández Carrión, Ignacio Manuel Giménez Alba, Raúl Martínez Lacruz, Edurne de la Cámara Sahuquillo, Oscar Coltell Simón, Dolores Corella Piquer.

Como hemos mencionado en capítulos anteriores, actualmente se está consiguiendo que las muchas frutas no se produzcan en sólo una estación, sino que la existencia de distintas variedades, incluyendo variedades tempranas y tardías, posibilita su extensión a varias estaciones. Por ello, es frecuente, que muchas de las frutas típicas de otoño (en zonas con características climatológicas de inviernos suaves, sin temperaturas extremas) que hemos comentado en el capítulo 4, las podamos también tener en invierno, en otras variedades más tardías. En invierno encontramos también mandarinas, membrillos y peras que, junto con las naranjas, manzanas y uvas, son las frutas más consumidas en esta estación. En este capítulo nos centraremos en las manzanas, naranjas (mencionando también algunas características de los limones) y las uvas.

5.1. Manzana

5.1.1. Origen y distribución

La manzana (**Figura 5.1**) es uno de los cultivos más comunes y económicamente importantes de las zonas templadas. En el estudio de su origen, se sabe que había una especie de manzano silvestre en Asia central, denominada *Malus sieversii*. La manzana cultivada (*Malus domestica* Borkh.) tiene su origen en la de *Malus sieversii* en las montañas Tian Shan hace unos 4000–10,000 años, y que fue dispersada desde Asia Central hasta Europa Occidental a lo largo de la Ruta de la Seda (Cornille et al., 2012). Aunque *Malus sieversii* fue el origen silvestre de la manzana cultivada, al dispersarse territorialmente surgieron otras especies silvestres, entre ellas se han documentado cinco especies extendidas por Eurasia. En Europa, la especie silvestre (*Malus sylvestris* Mill.) fue una de las principales contribuyentes secundarias a la manzana cultivada actual (Duan et al., 2017). Posteriormente, siglos de explotación y selección humana han producido miles de cultivares de manzana con diversos tamaños y sabores de frutas. Las manzanas llegaron de Europa a América tras los primeros viajes del descubrimiento de dicho continente. Duan et al. (2017) han estudiado con detalle cómo el genoma de la manzana ha sido remodelado por las selecciones humanas y cómo los ancestros silvestres de manzana pequeños y ácido se han convertido en las modernas manzanas grandes y dulces que podemos disfrutar actualmente. Estos autores han identificado y seguido la evolución de los genes asociados con el contenido de azúcar de la fruta, la firmeza, el color, las hormonas y el metabolismo secundario de las distintas especies de manzana, destacando la selección constante de frutas dulces y firmes en la historia de

la domesticación de la manzana. Además de las frutas grandes, otra característica genética de la selección es preferir una textura crujiente y buena firmeza, no sólo como característica organoléptica en la gastronomía, sino también para una mejor conservación y transporte.

La piel de las manzanas también puede ser de distintos colores, y actualmente en el



Figura 5.1. Manzana.

mercado tenemos distintas variedades de sabores y texturas para que se consuman según preferencias. Tenemos las manzanas rojas, las amarillas, las mixtas y las de color verde. También podemos elegir en estas manzanas las de textura crujiente o más harinosa. Paralelamente también las podemos elegir más dulces o ácidas en función de nuestras preferencias, temporada, disponibilidad y si las vamos a consumir crudas, asadas o en repostería y dulces caseros. Actualmente se estima que existen más de 5000 variedades de manzana, según la zona geográfica y la selección específica de las mismas. En la Comunidad Valenciana tenemos una especie autóctona que es un cultivo propio del Rincón de Ademuz. Se denomina manzana esperiega y tiene unas características organolépticas únicas. Su pulpa es muy dura, tiene un gran aroma y dulzor y su característica diferencial es que al cortarla parece estar helada, debido a la alta concentración de azúcar que posee. Aunque sea originaria de esta zona, hay manzanos de esta variedad también en los municipios próximos de Cuenca y Teruel (Urrestarazu et al., 2015).

Los principales países productores de manzanas son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Francia, Polonia, Irán, Brasil y Argentina. Es una de las frutas más consumidas en el mundo. Cada día se consume más manzanas procesadas bien a través de la elaboración de zumos, manzana desecada, mermeladas y otros productos en los que se incluye. La manzana fresca es un fruto climatérico que admite una maduración lenta en almacenamiento prolongado en cámaras de frío. En condiciones controladas, su vida

postcosecha puede oscilar entre 2 y 8 meses. Esto puede incrementar su huella ecológica como veremos más adelante.

5.1.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 5.1** se resume el aporte calórico de la manzana, así como su composición promedio en macronutrientes y las principales vitaminas y minerales. Las manzanas contienen una cantidad apreciable de vitamina C y también vitaminas del grupo B, incluyendo riboflavina, tiamina y vitamina B6. Aportan vitamina K, mientras que a pesar de aportar vitamina E, ésta se encuentra en menores cantidades en las manzanas en comparación con otras vitaminas.

Tabla 5.1. Tabla de composición de nutrientes para la manzana por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	50	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	12	Retinol (vit. A)	0,004	Calcio	6
Fibra	2	Tiamina (vit. B ₁)	0,03	Hierro	0,4
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,04	Magnesio	5
Saturadas	0,2	Niacina (vit. B ₃)	0,2	Fósforo	9
Monoinsaturadas	0,15	Vitamina B ₆	0,04	Potasio	99
Poliinsaturadas	0,11	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,001	Sodio	2
Proteínas (g)	0,3	Vitamina C	3	Zinc	0,1
Agua (g)	85,7	Vitamina E	0,53		

En general, podemos afirmar que el contenido de vitaminas puede variar en función de la variedad de manzana, así como del nivel de maduración y del tratamiento postcosecha, entre otros factores. Otra variable a tener en cuenta es que diversos trabajos han indicado que el contenido en vitaminas, fundamentalmente la vitamina C, es más bajo en manzanas cultivadas que en manzanas silvestres (Fang et al., 2017; Berni et al., 2019). Los investigadores atribuyen este hecho a que la selección de variedades por su mayor tamaño, textura y otros atributos comerciales, ha resultado en una concentración de vitaminas y otros compuestos bioactivos más baja que las especies iniciales, insistiendo en que se tenga en cuenta este hecho para futuras selecciones de frutas.

En cuanto a los azúcares de la manzana, también se han observado algunas diferencias entre las variedades cultivadas y las silvestres. Así, Ma et al. (2015) en un estudio llevado a cabo en distintas especies de manzana utilizando para la medición cromatografía

líquida de alta resolución, observaron que la fructosa y la sacarosa fueron los principales componentes de los azúcares solubles en las frutas cultivadas mientras que, en las frutas silvestres, estos azúcares fueron fundamentalmente glucosa y fructosa. Paralelamente, las manzanas silvestres fueron significativamente más ácidas que las manzanas cultivadas. Además, el contenido de ácido málico se correlacionó positivamente con el contenido de glucosa y negativamente con el contenido de sacarosa. Estos resultados, al igual que los que hemos comentado anteriormente, indican que la selección de las manzanas por su acidez tuvo un efecto en su composición de azúcares.

Las manzanas tienen un contenido importante de fibra (2-3%). Son ricas en la denominada fibra insoluble, incluida la celulosa y la hemiculosa, con pectina como la principal fibra soluble que contiene homogalacturonanos. La pectina es relevante por sus propiedades en el tracto gastrointestinal, siendo un gelificante que influye en el tiempo de tránsito intestinal, en el vaciado gástrico y en la absorción de nutrientes. Se han encontrado también asociaciones entre la pectina y la microbiota intestinal, así como en los ácidos grasos de cadena corta generados (Koutsos et al., 2015). Actualmente se está demostrando cómo estos componentes de la manzana influyen sobre la microbiota intestinal y hasta qué punto puede ser la microbiota responsable de los efectos favorables de las manzanas como protectoras frente a distintos fenotipos de enfermedades cardiovasculares (Koutsos et al., 2017).

Las manzanas y los productos derivados de ellas también son una fuente importante de flavonoides diversos como los flavonoles, catequinas y procianidinas. Entre los primeros, el más abundante en esta fruta es la quercetina. Aunque trabajamos con valores promedio para los cálculos de composición e ingesta, también se ha detectado diferencias en el contenido de polifenoles de las manzanas y de sus productos derivados en función de la especie, la maduración, la conservación, el método de medida, etc. En general, se ha estimado que, en Estados Unidos, la manzana y sus productos derivados, se encuentran en los 3-4 primeros lugares como fuentes dietéticas de polifenoles, por lo que son muy relevantes para la salud (Hyson et al., 2011). Estos compuestos bioactivos contrarrestan el daño oxidativo y afectan positivamente la salud. En particular, las proantocianidinas poliméricas de manzana contribuyen sustancialmente a limitar la peroxidación lipídica y, por lo tanto, el estrés oxidativo. Las procianidinas oligoméricas de manzana también han mostrado efectos anticarcinógenos y antimutagénicos y antiinflamatorios en distintos modelos de células cultivadas en animales de experimentación y en algunos estudios en humanos (Braakhuis et al., 2016). En particular, los compuestos fenólicos floritina y su glucósido florizdina, se han mostrado potentes antiinflamatorios a nivel intestinal, provocando reducciones significativas de las interleukinas proinflamatorias y de otros compuestos relacionados con la inflamación (Zielinska et al., 2019).

En cuanto a los **efectos protectores frente a procesos tumorales** analizados en estudios *in vitro* y en modelos animales, éstos incluyen actividad antimutagénica, modulación del metabolismo carcinógeno, actividad antioxidante, mecanismos antiinflamatorios, modulación de las vías de transducción de señales, actividad antiproliferativa e inductora de apoptosis, así como también efectos epigenéticos e inmunidad innata (Gerhauser et al., 2009; Ribeiro et al., 2014). Aunque muchos estudios experimentales se han centrado en la pulpa de la manzana o en su zumo, la piel de la manzana contiene grandes cantidades de triterpenos pentacíclicos, epicatequina y catequina que también

aparecen en el fruto, pero en concentraciones más bajas (Koutsos et al., 2015), por lo que sería más protectora. La pulpa tiene un mayor contenido de ácidos clorogénicos. El zumo de manzana contiene solo pequeñas cantidades de glucósidos de quercetina y otros polifenoles, en relación con este contenido sería menos protector que el consumo de la fruta entera.

La manzana también ha sido objeto de la realización de múltiples estudios para conocer sus **efectos hipolipemiantes y antidiabéticos**. La mayoría de los estudios se han realizado *in vitro* y en modelos animales, existiendo pocos ensayos clínicos en humanos, o si los hay, el tamaño de muestra analizado es escaso. En los estudios llevados a cabo *in vitro* y en modelos animales, sí que se han observado muchas veces efectos hipolipemiantes de la manzana o de sus principales extractos. Los estudios del efecto de las manzanas (o sus principales compuestos) sobre el metabolismo lipídico en animales han sido revisados por Koutsos et al. (2015), concluyendo que la fibra, principalmente la pectina, se consideró inicialmente como el principal componente de la manzana responsable de las propiedades reductoras del colesterol total; también los polifenoles, en particular, la catequina y la epicatequina han mostrado efecto hipocolesterémico en varios estudios, sin embargo, todavía son necesarios más estudios con mayor estandarización para concluir efectos de dosis y compuestos con mayor nivel de evidencia. En humanos, se han realizado varios ensayos clínicos sobre los efectos de las manzanas y sus derivados en el metabolismo lipídico. Estos estudios han sido revisados por Gayer et al. (2019). Estos investigadores incluyeron en su metaanálisis 5 ensayos clínicos randomizados y controlados que examinaban el efecto de la intervención con manzanas sobre las concentraciones séricas de colesterol total, y no encontraron efectos estadísticamente significativos. Tampoco encontraron efectos significativos en los 4 ensayos clínicos randomizados y controlados que meta-analizaron para conocer el efecto de la intervención con manzanas frente al control en los niveles séricos de c-HDL. Igualmente fueron no concluyentes sus metaanálisis para los efectos sobre las concentraciones de c-LDL y triglicéridos en plasma, concluyendo que son necesarios más estudios con mayor homogeneidad en las intervenciones y con mayor tamaño de muestra. Sin embargo, los mismos autores (Gayer et al., 2019), al meta-analizar los estudios que analizaron el efecto del consumo de manzanas o sus derivados en la diabetes tipo-2, concluyeron que sí que existía un efecto protector significativo. Otros autores han investigado los posibles mecanismos que explicarían este efecto protector de la manzana frente a la hiperglucemia, y aunque se puede explicar por varias vías (Koutsos et al., 2015; Zielinska et al., 2019), el mecanismo que implicaría el potencial de las fracciones fenólicas para inhibir las α -glucosidasas y, posteriormente, el metabolismo de los carbohidratos, y la hiperglucemia posprandial está siendo muy investigado. Así, de Oliveira Raphaelli et al. (2019), evaluaron la inhibición de la α -glucosidasa y la actividad antioxidante de diferentes fracciones fenólicas de manzana utilizando la actividad de captación de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo e hidroxilo, llegando a la conclusión de que los extractos fenólicos de manzana inhiben fuertemente la actividad de la α -glucosidasa, aportado más evidencias de los efectos protectores de las manzanas sobre la diabetes tipo-2.

En relación con el **peso corporal**, igualmente se han realizado múltiples estudios testando el efecto de las manzanas sobre distintos fenotipos relacionados con el peso y obesidad. Asgary et al., (2018), realizaron una revisión sistemática de estudios en

animales, epidemiológicos y clínicos sobre el efecto de la manzana y sus derivados en el peso. Concluyeron que la intervención con manzanas ratas en diferentes formas, analizando 8 experimentos causó pérdida de peso durante varias semanas. También los estudios de intervención en humanos (5 estudios analizados), parecen concluir una disminución significativa del peso a corto plazo. Sin embargo, existió heterogeneidad en los grupos analizados, así como en las intervenciones analizadas y en los tamaños de muestra, por lo que es necesario estandarizar las intervenciones y aumentar el tamaño de muestra para llevar a tener un mayor nivel de evidencia en este sentido.

Aunque numerosos estudios, tanto in vitro como en modelos animales, así como algunos estudios observacionales o de intervención en humanos, han mostrado efectos favorables de las manzanas sobre distintos fenotipos; a la hora de estudiar los eventos duros, como por ejemplo **mortalidad total, incidencia de enfermedad cardiovascular o incidencia de cáncer**, se dispone de pocos datos. Estos datos proceden fundamentalmente de estudios observacionales a largo plazo, ya que estos eventos requieren de elevados períodos de seguimiento y difícilmente se pueden plantear con estudios de intervención. Como ya mencionamos en el capítulo de frutas de otoño, las manzanas se suelen analizar junto con las peras en estos estudios y es muy complejo obtener información sobre el efecto separado del consumo de manzanas sobre estos eventos duros. Concretamente, en el metaanálisis llevado a cabo por Aune et al. (2017) en el que se analizaba la influencia del consumo de frutas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad total, ofrece datos para el conjunto de peras y manzanas sin desglosarlas. En este metaanálisis, el consumo del grupo de manzanas y peras se asoció de manera estadísticamente significativa con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular global, siendo el RR de: 0,86; IC 95%: 0,80-0,93. También un mayor consumo del grupo manzanas y peras se asoció significativamente, de manera protectora con un menor riesgo de mortalidad por todas las causas (RR: 0,80; IC 95%: 0,70-0,91). El consumo de manzanas se ha analizado de manera separada en el estudio de la cohorte del denominado Estudio Danés de Dieta, Cáncer y Salud (Hansen et al., 2010). En este estudio se detectó una menor incidencia de síndrome coronario agudo en hombres con un mayor consumo de manzanas, sin embargo, los efectos, aunque también protectores, no alcanzaron la significación estadística en las mujeres de la misma cohorte.

En el caso de cáncer, aunque en muchos estudios se han analizado conjuntamente las manzanas con las peras u otras frutas, en el metaanálisis llevado a cabo por Fabiani et al. (2016), se ha podido estudiar el efecto de las manzanas y su posible relación con el riesgo de cáncer. Estos autores identificaron varios estudios observacionales analizando el efecto del consumo de manzanas en distintas localizaciones de cáncer y los meta-analizaron. En total incluyeron 20 estudios de casos y controles de cáncer (3 de pulmón, 5 colorectales, 5 de mama, 3 de cavidad oral y el resto, de otras localizaciones). También incluyeron 21 estudios prospectivos de cohorte (7 de cáncer de pulmón, 2 de colorectal, 3 de mama y el resto de otras localizaciones). Para el cáncer de pulmón encontraron un claro efecto protector del consumo alto de manzanas en comparación con el nivel más bajo. Este efecto protector se observó tanto en los estudios de casos y controles como en los estudios de cohortes. Para otras localizaciones de cáncer también se observaron algunos efectos protectores del consumo de manzanas, aunque fue sólo significativo en

los estudios de casos y controles y no en cohortes, por lo que es necesario seguir realizando estudios que aporten ese mayor nivel de evidencia.

5.1.3. Huellas

La huella de carbono y la huella hídrica de las manzanas son en general bajas en comparación con otras frutas producidas y consumidas en la misma región. Su huella aumenta con el transporte y también si no se consumen manzanas con maduración natural, sino que se consumen manzanas tras varios meses de conservación en cámaras frigoríficas. En un estudio muy completo llevado a cabo por Frankowska et al., (2019) han analizado las huellas ambientales (han estimado unos 19 impactos) de las frutas consumidas en el Reino Unido en función del ciclo de vida tanto a nivel de producto como de sector. Este estudio ha considerado frutas frescas y procesadas, producidas tanto Reino Unido como en el extranjero. Este escenario es muy interesante porque, en Reino Unido, sólo el 7% de las frutas se producen en el país, y el resto se importa, en gran parte (70%) desde fuera de Europa. En total, han analizado 21 tipos de fruta y 46 productos frescos y procesados. En este estudio concluyeron que las naranjas, los plátanos y las manzanas fueron responsables de más de la mitad de los impactos sectoriales, ya que representan el 64% del total de frutas consumidas en el país. Sin embargo, al ajustarlas por los kilos, en general, los plátanos, las manzanas y las naranjas tuvieron un bajo impacto. Lo que más contribuyó a aumentar la huella de carbono de las manzanas fue la etapa de almacenamiento, ya que no se consumen con maduración natural, sino que se hace en cámaras frigoríficas donde se almacenan durante varios meses. Concluyeron también que las manzanas desecadas tienen también una alta huella de carbono debido a la gran cantidad de energía que se utiliza en la deshidratación. El transporte aéreo de algunas frutas contribuía a aumentar mucho la huella de carbono.

Por otra parte, las huellas ambientales generadas en la producción de manzanas en España, se encuentra en un punto de inflexión comparación a la de otros países europeos. En el caso de la huella de carbono, se ha estimado que para las manzanas producidas en España es 0,40 kg de dióxido de carbono por cada kg de manzanas; mientras que en Italia se estima en 0,65 kg de dióxido de carbono por kg de manzanas. En cambio, se ha documentado que, en Francia, la huella de carbono de las manzanas es de 0,12 kg de dióxido de carbono por kg de manzanas, poniendo de manifiesto que todavía se puede mejorar más en la reducción de la huella de carbono (The International Environmental Product Declaration System, 2014; González et al., 2011).

La huella ecológica se reduce considerablemente también si el consumo de manzanas propias de la región o de proximidad a la misma se viera fomentado respecto al consumo de otros tipos de manzana que deban exportarse de otras comunidades, regiones o incluso países (Pereira-Lorenzo, et al., 2002). De esta forma la huella de carbono generada por el transporte se vería reducido, así como las estrategias que promuevan la producción lo más sostenible posible, con recolectas manuales frente a las mecanizadas y respetando los tiempos naturales de conservación para que maduren y alcancen los niveles óptimos respecto a sus características organolépticas sin utilizar cámaras (Figueiredo et al., 2013).

5.2. Naranja

5.2.1. Origen y distribución

En el capítulo de las frutas de otoño, al presentar las mandarinas ya indicábamos una visión general del género *Citrus*, por lo que remitimos a dicha fruta para tener un mayor detalle de las generalidades de las naranjas. Los cítricos están formados por los grandes grupos de las denominadas “naranjas”, “mandarinas”, “limas-limones” y “pomelos”. Las naranjas (**Figura 5.2**) representan el mayor porcentaje a nivel mundial, suponiendo aproximadamente un 53% en el grupo, seguidas de las mandarinas con un 21%. Según



Figura 5.2. Naranja.

la FAO, la producción mundial de cítricos en 2014 era de 131 millones de toneladas, siendo las naranjas las frutas más consumidas.

En cuanto al origen de las naranjas, ya hemos indicado en la descripción de las mandarinas que el género *Citrus* estuvo ampliamente distribuido en la región del monzón desde el oeste de Pakistán hasta el norte de China central, y, en el sur, a través las Indias Orientales. También se extendió hasta Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Melanesia y las islas de la Polinesia occidental (Wu et al., 2018). La clasificación de los cítricos es compleja y existen dos sistemas diferentes en los que no vamos a entrar en detalles, puesto que ya los mencionamos para las mandarinas.

La especie de mandarina inicial es la denominada *Citrus reticulata*. Esta mandarina salvaje inicial se cultivó en China. Los análisis filogenéticos que utilizan marcadores moleculares han mostrado que las especies de cítricos de naranja dulce, pomelo y limón (cultivadas actualmente) se derivan de tres especies de cítricos originales: *Citrus medica* (cidra), *Citrus reticulata* (mandarina) y *Citrus maxima* (pomelo). Así, podemos indicar que la naranja actual, *Citrus sinensis*, (también llamada naranja dulce” para distinguirla de la “naranja amarga”, *Citrus aurantium*), es el híbrido de retrocruzamiento de *Citrus maxima* (pomelo) y *Citrus reticulata* (mandarina) (Wang et al., 2015). Los árabes

introdujeron el naranjo amargo en Europa por el sur de España en el siglo X, sin embargo, el naranjo dulce no comenzó a cultivarse hasta los siglos XV-XVI. Posteriormente se extendió a América. Xu et al. (2012) han secuenciado el genoma de *Citrus sinensis* y han proporcionado gran detalle de la evolución de esta especie desde los orígenes silvestres hasta la situación actual, identificando también los genes responsables de las principales características de las naranjas, tanto organolépticas como de contenido de vitamina C y de otros nutrientes.

Citrus sinensis representa los mayores grupos de cultivares de cítricos que se cultivan en todo el mundo, y representa aproximadamente el 70% de la producción anual total de especies de cítricos. Aunque fue originaria de Asia, ahora está muy extendida en todo el Pacífico y en zonas cálidas en todos los continentes mundo. El fruto puede ser globoso a ovalado y madura a naranja o amarillo. Anatómicamente, la fruta consiste en dos regiones distintas, el pericarpio, también llamado cáscara, piel o corteza, y el endocarpio o pulpa con glándulas de saco de jugo (Fabela-Hernández et al., 2016). La piel posee numerosas glándulas sebáceas aromáticas que le dan su olor particular. La fruta generalmente contiene una pulpa dulce y un número variable de semillas según la variedad. El fruto es perenne y se ha adaptado a una variedad de climas. Además de la naranja dulce de color amarillo o naranja, existe también con consumo minoritario la denominada naranja roja (o sangre) (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Esta es una variedad de naranja dulce pigmentada típica del este de Sicilia (Italia), California y España. Posee una consistente coloración roja. El origen de las naranjas rojas no es bien conocido. Puede ser en China o en las regiones del mediterráneo. Es posible que, en China, el noreste de India y el sureste de Asia, los árboles de *Citrus sinensis* fueran transportados a lo largo de las rutas comerciales de Asia a África, la cuenca del mar Mediterráneo y Europa, donde se establecieron las naranjas, pero no es bien conocido. Sí que se sabe que existen mosaicos en las villas romanas (siglo IV) con árboles de cítricos (lima). Existen más datos acerca de los cítricos introducidos en Sicilia por comerciantes árabes durante el siglo VII y cultivados como adorno hasta el siglo XVI. La primera descripción de la naranja roja en Sicilia se observó en la ópera Hespérides del siglo XVII (Grosso et al., 2013). Los tres tipos más comunes de naranjas rojas son el Tarocco, el Moro (ambos nativos de Italia) y el Sanguinello (nativo de España). El Moro es la más colorida de las naranjas rojas, y se cree que se originó a principios del siglo XIX en Sicilia. La variedad Sanguinello, descubierta en España en 1929, es cercana a las características de la Moro en cuanto al color.

En la Comunidad Valenciana se cultivan diferentes variedades de naranja. Estas variedades se han seleccionado por sus propiedades organolépticas, por la necesidad de crear nuevas variedades tempranas o más tardías y también otro factor importante es por su resistencia a plagas. En la página Web del IVIA, cuya dirección es <http://www.ivia.gva.es/es/naranjos>, se ofrece información detallada de cada una de las variedades de naranja más cultivadas en la Comunidad Valenciana, así como su calendario de recolección. Entre estas variedades podemos mencionar la **Navelate**. Es una mutación de Washington originada en Vinaroz (Castellón). Los frutos poseen una gran calidad organoléptica y buena consistencia, aunque de calibre mediano y forma ligeramente alargada. También destaca la **Valencia Late**. Es una variedad posiblemente originada en Portugal. Es una variedad más tardía (marzo-junio). Por el contrario, la **Navelina**, es una variedad temprana (octubre-enero), procedente de una mutación de

Early Navel originada en California. El fruto tiene un color naranja intenso, con altos niveles de acidez. También podemos destacar por sus características organolépticas de color la variedad **Sanguinelli**. Procede de mutación de Doble Fina originada en Almenara (Castellón). La naranja posee manchas rojizas en el 50% o más de su superficie, tanto en la pulpa como en la piel. La coloración del fruto se acentúa con temperaturas bajas en el periodo de maduración. El zumo es muy aromático y de color rojo oscuro.

En la actualidad, los principales países productores de naranjas son Brasil, Estados Unidos, España (Valencia, Murcia, Sevilla y Huelva), Italia, México, India, Israel, Argentina y China. El consumo de naranja está aumentando en muchas partes del mundo, se consume tanto el fruto como su zumo natural (Yu et al., 2018). En los últimos años se han realizado importantes avances en la producción y conservación de las propiedades organolépticas de los zumos naturales de naranjas, fundamentalmente en Florida y en concentrados de fruta procedentes de Brasil. También se utilizan las naranjas para la producción de mermeladas, macedonias de frutas y para mezclas con otros zumos de frutas muy aceptados en Estados Unidos, como zumo de naranja y mango. La corteza o piel de la naranja también se utilizan para aromatizar distintas bebidas y platos ya que otorgan una nota muy especial y aromática.

5.2.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 5.2** se resumen la composición en energía, macronutrientes vitaminas y minerales de la naranja. Destaca su escaso valor energético y su riqueza de vitamina C, ácido fólico y minerales como el potasio, el magnesio y calcio (Rampersaud et al., 2017; Williamson G, 2017).

Las naranjas son también una fuente importante de fibra. Además de la vitamina C, son importantes los carotenoides (betacaroteno), la criptoxantina, la luteína y la zeaxantina,

Tabla 5.2. Tabla de composición de nutrientes para la naranja por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	38	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	8,6	Retinol (vit. A)	0,046	Calcio	36
Fibra	2	Tiamina (vit. B ₁)	0,1	Hierro	0,3
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,03	Magnesio	12
Saturadas	0,028	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	28
Monoinsaturadas	0,055	Vitamina B ₆	0,06	Potasio	200
Poliinsaturadas	0,076	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,037	Sodio	3
Proteínas (g)	0,8	Vitamina C	50	Zinc	0,18
Agua (g)	88,6	Vitamina E	0,2		

ácido fólico. Además de estos compuestos, destaca también su elevado contenido en sustancias fitoquímicas de alto poder inflamatorio y antioxidante. Las cifras presentadas en la **Tabla 5.2**, son valores promedio, y estos contenidos al igual que los aportes de fitoquímicos, pueden variar según las especies y según la temporalidad. Cardeñosa et al., (2015) analizaron 5 variedades de naranja dulce cultivadas en Huelva, recolectadas en dos estaciones durante dos años consecutivos con el objetivo de analizar la variabilidad en el contenido de vitamina C, vitamina E y la actividad antioxidante. Tras analizar los resultados concluyeron que sí que existían cambios en el contenido de vitaminas según la temporada de cosecha, siendo las naranjas muestreadas en enero las que presentaron los mayores valores de vitaminas y de actividad antioxidante. En cuanto a las variedades analizadas, los resultados fueron similares.

Antes de pasar a detallar el contenido de los principales compuestos bioactivos de las naranjas, presentaremos la composición en energía y nutrientes del limón (**Tabla 5.3**), ya que muchas veces en los estudios de componentes bioactivos de los cítricos

Tabla 5.3. Tabla de composición de nutrientes para el limón por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	8	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	1	Retinol (vit. A)	0,0018	Calcio	24
Fibra	2,8	Tiamina (vit. B ₁)	0,03	Hierro	0,6
Grasas (g)	0,2	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	8
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,2	Fósforo	22
Monoinsaturadas	Trazas	Vitamina B ₆	0,04	Potasio	144
Poliinsaturadas	0,1	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,010	Sodio	3
Proteínas (g)	0,6	Vitamina C	42	Zinc	0,1
Agua (g)	89,1	Vitamina E	0,8		

relacionados con la salud, se incluyen compuestos del limón. El grupo de limas-limones, representa un 11% dentro del grupo de cítricos en la producción mundial. España ha sido uno de los principales productores y exportadores de limón en Europa. El limón tiene un aporte de calorías muy bajo y destaca también por su aporte de vitaminas y minerales, así como por sus componentes bioactivos.

Retomando la composición de la naranja, *Citrus sinensis* es muy rica en los denominados metabolitos secundarios que contribuyen a las actividades farmacológicas atribuidas a esta planta. Como fuente de estos compuestos químicos bioactivos no sólo está la pulpa, sino también la piel, las hojas y las raíces. Se han identificado varios tipos de compuestos químicos en frutas, cáscaras, hojas, jugos y raíces. Según se detalla en la revisión sobre el tema realizada por Favela-Hernández et al., (2016). Los principales grupos de estos

compuestos bioactivos serían: flavonoides, esteroides, hidroxiamidas, alcanos y ácidos grasos, cumarinas, péptidos, carbohidratos, carbamatos y alquilaminas, carotenoides y compuestos volátiles.

Existen múltiples estudios que han testado cada uno de estos compuestos o su combinación en distintos modelos *in vitro*, en modelos animales, o incluso en estudios en humanos. En general estos estudios concluyen que la mayoría de los compuestos bioactivos de las naranjas poseen propiedades antioxidantes, crioprotectoras y antiinflamatorias (Chen et al., 2012; Favela-Hernández et al., 2016; Pepe et al., 2017; de Oliveira et al., 2019), a las que se unen para compuestos específicos propiedades antibacterianas, antifúngicas, antiproliferativas, antihipertensivas, hipolipemiantes, antidiabéticas, etc. (Mallick et al., 2016; Favela-Hernández et al., 2016; Sánchez-Recillas et al., 2017; Ahmed et al., 2017; Sathiyabama et al., 2018).

En los grandes estudios epidemiológicos que han testado el efecto del consumo de naranjas en eventos duros de salud como la mortalidad total, enfermedades cardiovasculares, cáncer o enfermedades neurodegenerativas. En general, se han analizado conjuntamente como grupo las naranjas y las mandarinas, incluyendo también en muchas ocasiones los limones, y denominando a este grupo de frutas, cítricos. Remitiéndonos a los datos mencionados con más detalle en el Capítulo 4 cuando analizábamos los efectos del consumo de mandarinas sobre la salud, ya indicamos el metaanálisis llevado a cabo por Aune et al., (2017) analizando múltiples estudios epidemiológicos observacionales para obtener estimaciones del efecto del consumo de frutas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y mortalidad por todas las causas. En dicho metaanálisis los autores incluyeron 142 publicaciones, correspondientes a estudios prospectivos. Además de dar estimaciones globales para el total de frutas consumidas, los autores analizaron también hasta donde fue posible por la disponibilidad o no de datos, los efectos de grupos de frutas en particular. No analizaron las naranjas de manera separada, sino que incluyeron la categoría de cítricos de manera conjunta. Encontraron que, un mayor consumo de cítricos se asoció con un efecto protector frente a total de enfermedades cardiovasculares de manera estadísticamente significativa. Este efecto protector se observó en varios tipos de enfermedades cardiovasculares, siendo muy protector para el ictus, con un RR=0,74; IC95%: 0,65-0,84). También encontraron un efecto protector estadísticamente significativo del consumo de cítricos para la mortalidad por todas las causas, con un RR= 0,90; IC95% (0,86-0,94). Para el cáncer, aunque el efecto fue protector en magnitud, los resultados no alcanzaron la significación estadística en este metaanálisis. Sin embargo, otros estudios analizando localizaciones específicas de cáncer sí que han reportado efectos protectores del consumo de cítricos. Entre estos estudios podemos citar el metaanálisis llevado a cabo por Cirmi et al., (2018) sobre el efecto del consumo de cítricos en el riesgo de cáncer oral, obteniendo una asociación protectora estadísticamente significativa. Igualmente, en el metaanálisis llevado a cabo por Zhao et al., (2018) el consume de cítrico también resultado protector de manera estadísticamente significativa frente al cáncer de esófago. Son necesarios más estudios para otras localizaciones de cáncer.

Aunque el efecto del consumo de cítricos en general o de naranjas en particular, tiene efectos protectores sobre distintas enfermedades y fenotipos intermedios de salud, actualmente existen controversias sobre si el **zum de naranja** puede tener también

efectos favorables, o si su capacidad protectora es más limitada que la del consumo de la fruta entera. Este es un aspecto muy debatido y son necesarios más estudios para obtener un mayor nivel de evidencia. En general, los zumos naturales de naranja poseen un importante contenido en compuesto bioactivos, entre los que se encuentran también la hesperidina y la naringina y poseen por ello importantes propiedades antioxidantes (Constants et al., 2015), así como una gran biodisponibilidad para los compuestos polifenólicos (Pereira-Caro et al., 2014). En comparación con la fruta entera o con extractos de las naranjas, incluyendo también la piel, los zumos de fruta, poseen menor contenido de algunos importante fitoquímicos (Fabela-Fernandez et al., 2016) y ello puede contribuir a tener una menor capacidad antioxidante total. Sin embargo, su contenido en otros compuestos bioactivos puede ser relevante para algunos efectos protectores que es necesario testar en ensayos clínicos. Entre estos ensayos podemos citar el llevado a cabo por Lima et al., (2019), quienes durante dos meses administraron zumo de naranja a mujeres aparentemente sanas. La ingesta diaria de zumo mejoró varios parámetros lipídicos, la glucemia y la sensibilidad a la insulina. Ello se acompañó de cambios favorables en las especies de la microbiota y en la producción de ácidos grasos de cadena corta. Sin embargo, no todos los ensayos realizados han llegado a conclusiones sobre efectos protectores (Papandreou et al., 2019), por lo que son necesarios más estudios comparativos entre zumos y frutas enteras. Un análisis más detallado de las diferencias entre el consumo de fruta y la ingesta de zumos de fruta 100% naturales sobre distintos fenotipos de salud, se puede encontrar en la revisión publicada por Hyson et al., (2015).

5.2.3. Huellas

En global, dentro de la producción de frutas, una de las de mayor huella de carbono (intervalos entre 180 a 250 toneladas de CO₂ por año) es el de las naranjas (Ángel, S., et al., 2015). Sin embargo, esta estimación hay que relativizarla, ya que las naranjas son unas de las mayores frutas producidas y consumidas. Si relativizamos la huella de carbono por kilo de fruta, entonces la huella de carbono de las naranjas es baja. Por ejemplo, si la comparamos con el melocotón, observamos que la huella del melocotón emite por encima de 1 kg de dióxido de carbono equivalente/kg de producto, mientras que la de las naranjas es del orden de 0,28 kg de dióxido de carbono equivalente por kg de naranjas producidos (Domínguez Gento et al., 2004).

Las naranjas de cultivo local tienen una huella de carbono relativamente baja. Pude aumentar un poco la huella hídrica si se utilizan sistemas de riego no optimizados. En España, la huella hídrica se ha minimizado mucho en los últimos años, sobre todo en la Comunidad Valenciana. El consumo local de naranjas cultivadas en la Comunidad Valenciana y maduras al natural, tiene una huella ambiental baja, pero sí consumimos naranjas importadas de otros países lejanos, la huella de carbono se incrementa muchísimo en función de la distancia recorrida y el medio de transporte. También se incrementa la huella de carbono, si las naranjas se han recolectado verdes y se han almacenado en cámaras frigoríficas para su conservación (Sanjuan et al., 2005; Ángel et al., 2015). Es por ello por lo que la primera medida para abordar la emisión de huella de carbono y fomentar su reducción consistirá en consumir las producciones de naranja más cercanas a la comunidad dónde nos situemos (Coto et al., 2018). De esta forma la huella generada con el transporte y distribución se reduce considerablemente. También

según los planes estratégicos de reducción de huella ecológica, potenciar la producción de las variedades recolectadas desde principios de noviembre hasta mediados de mayo, es la forma más eficiente y natural de llegar a disfrutar de las naranjas ya recolectadas y que alcancen su punto óptimo de maduración (Alcon et al., 2019).

5.3. Uva

5.3.1. Origen y distribución

La uva es el fruto de la vid y crece formando racimos, puede tener distintos colores, desde casi negro a blanco, pasando por un gran cromatismo (rojos, anaranjados, verdes, amarillos, etc.) relacionado con la especie y variedad (**Figura 5.3**). El origen de la vid es también debatido, pero en general se acepta que la uva silvestre (*Vitis vinifera sp.*



Figura 5.3. Uva.

Sylvestris) surgió en Eurasia. Posteriormente se domesticó y como *Vitis vinifera sp. vinifera* se convirtió en la base de la denominada cultura del vino, que se generalizó en Egipto y el Cercano Oriente (Myles et al., 2011). A pesar de que estas generalidades con conocidas desde hace tiempo, faltaba por concretar más el origen en estas zonas. El grupo de McGovern et al., (2017) investigó restos arqueológicos de la zona y realizaron análisis químicos de compuestos orgánicos antiguos absorbidos en la cerámica de varios lugares de Georgia en la región del Cáucaso del Sur, que databan del período neolítico temprano (aprox. 6,000-5,000 a.C.). Sus investigaciones proporcionaron evidencia arqueológica biomolecular de la localización del origen de la uva, su fermentación y su extensión hasta el oeste de Azerbaiyán y el norte de Armenia. Estas tierras se han descrito como el "centro mundial" de la uva euroasiática, en función de dónde prosperó la planta silvestre y alcanzó su mayor diversidad genética. Posteriormente se extendió a

Asia, y a través de los países del Mediterráneo se extendió al resto de Europa. De Europa llegó a América. Actualmente existen más de 9000 cultivares en distintas regiones del mundo. Debido a la importancia cultural y económica de la uva y de la cultura del vino, existe una amplia bibliografía sobre el tema detallando los orígenes históricos y la extensión del cultivo de vid en cada zona geográfica (Terral et al., 2010; de Andrés et al., 2012; McGovern et al., 2013; Aversano et al., 2017; Ramos-Madrigal et al., 2019). Concretamente para la conocer con más detalle el origen del cultivo de la uva y de la producción de vino en Francia, se puede consultar el trabajo sobre el tema de McGovern et al., (2013), en el que detalla cómo la viticultura se movió de este a oeste a través del mar Mediterráneo, llegando finalmente a Italia y Francia. En este proceso, los marinos mercantes, incluidos fenicios y griegos, fueron los principales transportadores, y que establecieron progresivamente colonias a lo largo de las costas a las que arribaban. Se sabe que al menos 800 años a. C., los etruscos del centro de Italia habían entrado en contacto con los fenicios, y utilizaron las ánforas fenicias como prototipo de las ánforas etruscas para contener vino de uva. Los celtas, habitantes de grandes partes de Europa occidental en el primer milenio antes de Cristo, fueron atraídos a la cultura del vino. La cultura del vino galo se extendió después de la conquista romana por los ríos Ródano y Rin hasta el resto de Europa. Siglos después, los monasterios (entre los que podemos destacar la abadía cisterciense de Vougeot (Borgoña), refinaron la viticultura convirtiéndose en un referente. A partir de estos orígenes ha habido una constante evolución y mejora hasta nuestros días.

Pero además de las uvas destinadas a la producción de vino, ha habido también un gran desarrollo de las denominadas uvas de mesa, que se producen para su consumo directo como fruto y no para su transformación en vino o su posterior secado como pasas. Se seleccionan sus características organolépticas relacionadas con poseer sabores más agradables e intensos, textura de la piel, color y también es muy apreciado en el comercio internacional que las uvas de mesa no tengan semillas. Según la FAO, la producción mundial de uva ocupa 75 866 kilómetros cuadrados (FAOSTAT; FAO, 2014). Aproximadamente el 71 % de la producción se utiliza para producir vino, un 27 % para consumo fresco y 2 % como fruta seca (fundamentalmente pasas). También se produce zumo de uva sin la fermentación alcohólica. Este zumo de uva se puede utilizar como tal (Blumberg et al., 2015), o fundamentalmente lo que se hace es añadirlo a otros zumos de frutas naturales, ya que tiene una gran capacidad de endulzar. Existen distintas variedades de uvas de mesa (como por ejemplo la Flame seedless que es una uva sin semillas; la Moscatel de Alejandría, la Concord, la Sultanina, la Cardinal, la Red globe, entre otras), muchas de ellas con denominación de origen. En la Comunidad Valenciana podemos destacar por sus características especiales la uva embolsada de mesa Vinalopó, que goza de Denominación de Origen. Se produce en la provincia de Alicante, comprendiendo los términos de Agost, Aspe, Honfón de los Frailes, Hondón de las Nieves, Monforte del Cid, Novelda y la Romana.

La uva se cosecha preferentemente a finales de verano principios de otoño en los climas mediterráneos y también puede extenderse a invierno según variedades (Pezzuto, 2016). Los países que más áreas de terreno tienen dedicados al cultivo de viñedos son en primer lugar, España, seguida de Francia e Italia y Turquía. Los viñedos de Estados Unidos, fundamentalmente en California, también se están experimentando aumento

en su producción año tras año, debido al interés comercial y a que las condiciones climatológicas son bastante similares a las mediterráneas.

5.3.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 5.4** se muestra el aporte de energía, así como la composición en macronutrientes y las vitaminas y minerales de las uvas. Se trata de unas estimaciones promedio, ya que composición varía ligeramente según se trate de uvas blancas o negras, y también del grado de maduración, de la época de recolección, del terreno y de las distintas variedades (Ramos et al., 2019; Perez-Alvarez et al., 2019). En ambas destacan dos tipos de nutrientes: los azúcares, principalmente glucosa y fructosa, más abundantes en las uvas blancas y las vitaminas (ácido fólico y vitamina B6), ésta última en una cantidad relevante. Las uvas cultivadas en regiones frías suelen tener menos

Tabla 5.4. Tabla de composición de nutrientes para la uva por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	72	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	15,5	Retinol (vit. A)	0,007	Calcio	4
Fibra	0,4	Tiamina (vit. B ₁)	0,04	Hierro	0,3
Grasas (g)	0,7	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	4
Saturadas	0,054	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	16
Monoinsaturadas	0,007	Vitamina B ₆	0,1	Potasio	320
Poliinsaturadas	0,048	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,027	Sodio	2
Proteínas (g)	0,6	Vitamina C	4	Zinc	0,1
Agua (g)	80,7	Vitamina E	0,7		

azúcares que las cultivadas en terrenos cálidos y secos (García-Estévez et al., 2017). La restricción en la cantidad de agua de riego también influye en la cantidad de azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y otros compuestos en las uvas (Ju et al., 2018). Entre los minerales, el potasio es el más abundante y se puede encontrar en mayor cantidad en la uva negra; mientras que el magnesio y el calcio están en cantidades moderadas y pueden ser más abundantes en las variedades blancas (Çetin, et al., 2011).

Las uvas poseen también una importante concentración de los denominados compuestos fitoquímicos. Los polifenoles son los fitoquímicos más importantes en la uva porque poseen muchas actividades biológicas y beneficios para la salud (Xia et al., 2010). Los compuestos fenólicos incluyen principalmente antocianinas, flavanoles, flavonoles, estilbenos (resveratrol) y ácidos fenólicos. Las antocianinas son pigmentos y existen principalmente en las pieles de uva (destacando la cianidina y la maldivina). Los flavonoides se encuentran en las distintas partes de en las uvas, especialmente en

semillas y tallos, y contienen principalmente catequinas y polímeros de epicatequina y procianidina. Las antocianinas son los principales polifenoles en las uvas rojas, mientras que los flavan-3-ols son más abundantes en las variedades blancas. Se ha estimado que el resveratrol, la quercetina, el kaempferol, la catequina, la epicatequina y las antocianinas constituyen más del 70% de los polifenoles de la uva (Singh et al., 2016). Estos polifenoles tienen excelentes propiedades antioxidantes que detallaremos más adelante. Recientemente se ha testado también el efecto prebiótico de residuos de uva roja y blanca, ricos en compuestos polifenólicos, llegando a la conclusión de que estos extractos aumentan las poblaciones de los microorganismos beneficiosos de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, aportando evidencias para el uso posterior de los mismos como prebióticos (Rodríguez-Costa et al., 2018).

Entre los distintos compuestos fenólicos de las uvas, el resveratrol (trans-3,5,4' - trihidroxistilbeno) es el antioxidante que ha suscitado un mayor interés. Aunque eran conocidas sus propiedades beneficiosas, alcanzó gran popularidad en la década de los 90 cuando se publicaron los resultados de la denominada paradoja francesa, consistente en la observación de que, en un estudio ecológico, Francia tenía una baja tasa de enfermedad coronaria a pesar de su alto consumo de grasa saturada, explicándose en parte esta observación por el elevado consumo de vino (rico en resveratrol) en Francia (Renaud et al., 1992). Este estudio era simplemente un estudio ecológico y su nivel de evidencia científica es muy bajo. Por ello se han realizado posteriores estudios para aumentar el nivel de evidencia, y el resveratrol ha sido y es muy analizado en distintos contextos y diseños, cuyo detalle no es objeto de esta Guía, remitiendo a algunas de las publicaciones más relevantes (Singh et al., 2015; Singh et al., 2016; Honari et al., 2019; Pourhanifeh et al., 2019; Zhou et al., 2019; Asgaray et al., 2019; Rafe et al., 2019; Breuss et al., 2019). Varios estudios han demostrado que el resveratrol es antioxidante y antimutagénico, induce enzimas metabolizadoras que reducen los efectos antiinflamatorios, reduce la proliferación celular en cáncer, tiene efectos antienvjecimiento, imitando a la restricción calórica en sus mecanismos, tiene propiedades protectoras frente distintos fenotipos cardiovasculares, se han descrito efecto antidiabéticos, efectos en el control del peso, efectos en la prevención del síndrome metabólicos, así como múltiples protectores frente distintos procesos neurodegenerativos, entre otros. En una excelente y amplia revisión sobre el tema, Singh (2015) et al. sintetiza y comenta con detalle todos estos estudios que van desde ensayos in vitro, estudios experimentales en modelos animales, estudios epidemiológicos observacionales e incluso ensayos clínicos en humanos. Además, recomienda que, aunque múltiples estudios se han centrado en el análisis del resveratrol como molécula, la ingesta conjunta de los demás componentes de la uva (muy rica en otros compuestos bioactivos), potenciaría los efectos favorables del resveratrol ya que se han demostrado efectos sinérgicos donde el todo es mejor que la suma de sus partes. Singh et al. (2015) recomiendan, por ello, el consumo de la uva entera por la sinergia del resveratrol con el resto de los componentes antioxidantes que también contiene la uva. Desde el punto de vista de salud pública, es también más recomendable el consumo de uva (preferentemente de las variedades que aporten más resveratrol y más compuestos bioactivos protectores), que el consumo de vino. Ello es debido a que, aunque en el vino tinto se pueda encontrar resveratrol, éste se acompaña de una cantidad adicional de etanol que puede ser perjudicial para muchas personas y

enfermedades. Aunque la cantidad de resveratrol en las uvas puede resultar baja en comparación con algunos extractos o preparados comerciales de resveratrol concentrado, se prefiere recomendar el consumo de la fruta natural en la dieta en lugar de los suplementos.

En una revisión centrada en ensayos clínicos que son los que proporcionan el mayor nivel de evidencia, Singh et al., (2019), recopilan la evidencia procedente de múltiples ensayos clínicos centrados en el resveratrol en distintos problemas de salud. Concretamente, incluyeron 244 ensayos clínicos y otros con 27 ensayos clínicos todavía en cursos, con resultados preliminares. En estos ensayos se concluyen efectos favorables del resveratrol en obesidad, cáncer colorrectal, cáncer de mama, síndrome metabólico, hipertensión, enfermedades renales, enfermedades cardiovasculares, enfermedades inflamatorias y rinofaringitis. Los autores realizan también estudios de la dosis, administración y discuten los posibles mecanismos.

El contenido del resveratrol en las uvas también es diferente según distintos factores comentados anteriormente, siendo más alto en las uvas negras que en las uvas blancas. Existen pocos ensayos clínicos que comparen los efectos sobre la salud de estos dos tipos de uvas. Entre ellos podemos citar el llevado a cabo por Rahbar et al. (2015) en el que a través de un ensayo clínico controlado en tres grupos de personas compararon un grupo de consumo de 500 g de uvas rojas, frente a otro grupo consumiendo uvas blancas y también tenían un grupo control. El ensayo duró 8 semanas y compararon los efectos en glucemia, lípidos plasmáticos, capacidad antioxidante total, y las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS). Observaron que el TBARS se redujo en ambos grupos de estudio en comparación con el grupo control, y la reducción fue mayor en el grupo que consumió uvas rojas en comparación con las uvas blancas. La capacidad antioxidante total, aumentó en ambos tipos de uvas en comparación con el control. El colesterol disminuyó más en el grupo de uva roja. En general, estos resultados indican que el efecto protector del consumo de uva en estos parámetros es un poco más consumiendo uvas rojas, aunque con las uvas blancas también se encuentran diferencias respecto al control. Estos y otros ensayos clínicos y en modelos animales, soportan con más detalle mecanístico las observaciones en los grandes estudios epidemiológicos como el llevado a cabo por Aune et al., (2017) en el que examinó el efecto del consumo de uvas (en general, sin distinguir blancas o negras) y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, encontrando un efecto protector en el límite de la significación estadística (RR=0,86; P=0.07), posiblemente debido al bajo número de estudios que se incluyeron en el meta-análisis conteniendo información desglosada el consumo de uvas. Actualmente se están realizando más estudios para obtener más evidencia epidemiológica de los efectos favorables del consumo de uvas, no sólo en enfermedad cardiovascular, sino también en otras enfermedades prevalentes.

5.3.3. Huellas

Las huellas ambientales de las uvas no son en general muy altas y depende del lugar de cultivo, y de los lugares de consumo de la uva. Recientemente se han realizado varios estudios del cálculo de huellas de carbono, huellas hídricas y huellas ecológicas en relación con la vid y la uva, pero focalizadas en la producción de vino. Se considera que las huellas ambientales deben de ser unas de las principales en mejorarse y reducirse.

Si consideramos la producción de vino a partir de la uva, la huella ambiental se ve aumentada con respecto a la producción de uva para consumo como fruta se ve aumentada. En el sector vitivinícola existen emisiones de gases de efecto invernadero de muy diverso origen, pudiéndose hallar en las todas las etapas del proceso de vinificación (Rugani et al., 2013). La huella de carbono ligada a la producción de uva y vinos ecológicos supone un 75% menos del sistema de producción tradicional, confirmando la mayor sostenibilidad de este sistema de producción. Además de la producción, hay que tener en cuenta la emisión de gases con efecto invernadero durante el transporte de la uva (o en su caso del zumo, u otros derivados de la uva). También debe tenerse en cuenta la huella hídrica para la posible reducción de la huella ecológica en su totalidad. La huella hídrica media mundial de las uvas es de 610 litros/kg (waterfootprint.org) (Di Martino, 2013), por lo que conviene reducir dichas huellas en todas las etapas.

5.4. Bibliografía

- Ahmed, O. M., Hassan, M. A., Abdel-Twab, S. M., & Abdel Azeem, M. N. (2017). Navel orange peel hydroethanolic extract, naringin and naringenin have anti-diabetic potentials in type 2 diabetic rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie*, 94, 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.094>.
- Asgary, S., Karimi, R., Momtaz, S., Naseri, R., & Farzaei, M. H. (2019). Effect of resveratrol on metabolic syndrome components: A systematic review and meta-analysis. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 20(2), 173-186. <https://doi.org/10.1007/s11154-019-09494-z>
- Asgary, S., Rastqar, A., & Keshvari, M. (2018). Weight loss associated with consumption of apples: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(7), 627-639. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1447411>.
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029-1056. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>.
- Aversano, R., Basile, B., Buonincontri, M. P., Carucci, F., Carputo, D., Frusciante, L., & Di Pasquale, G. (2017). Dating the beginning of the Roman viticultural model in the Western Mediterranean: The case study of Chianti (Central Italy). *PloS One*, 12(11), e0186298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186298>
- Berni, R., Cantini, C., Guarnieri, M., Nepi, M., Hausman, J.-F., Guerriero, G., Romi, M., & Cai, G. (2019). Nutraceutical characteristics of ancient *malus x domestica* borkh. Fruits recovered across Siena in Tuscany. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/medicines6010027>.
- Braakhuis, A. J., Campion, P., & Bishop, K. S. (2016). Reducing breast cancer recurrence: The role of dietary polyphenolics. *Nutrients*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/nu8090547>.
- Breuss, J. M., Atanasov, A. G., & Uhrin, P. (2019). Resveratrol and its effects on the vascular system. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/ijms20071523>
- Cardenosa, V., Barreira, J. C. M., Barros, L., Arenas-Arenas, F. J., Moreno-Rojas, J. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Variety and harvesting season effects on antioxidant activity and vitamins content of citrus *sinensis* macfad. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 20(5), 8287-8302. <https://doi.org/10.3390/molecules20058287>.
- Çetin, E. S., Altinöz, D., Tarçan, E., & Baydar, N. G. (2011). Chemical composition of grape canes. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 994-998.

- Chen, Z.-T., Chu, H.-L., Chyau, C.-C., Chu, C.-C., & Duh, P.-D. (2012). Protective effects of sweet orange (*Citrus sinensis*) peel and their bioactive compounds on oxidative stress. *Food Chemistry*, 135(4), 2119-2127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.041>.
- Cirmi, S., Navarra, M., Woodside, J. V., & Cantwell, M. M. (2018). Citrus fruits intake and oral cancer risk: A systematic review and meta-analysis. *Pharmacological Research*, 133, 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.05.008>.
- Constans, J., Bennetau-Pelissero, C., Martin, J.-F., Rock, E., Mazur, A., Bedel, A., Morand, C., & Bérard, A. M. (2015). Marked antioxidant effect of orange juice intake and its phytomicro nutrients in a preliminary randomized cross-over trial on mild hypercholesterolemic men. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 34(6), 1093-1100. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.12.016>.
- Cornille, A., Gladieux, P., Smulders, M. J. M., Roldán-Ruiz, I., Laurens, F., Le Cam, B., Nersesyan, A., Clavel, J., Olonova, M., Feugey, L., Gabrielyan, I., Zhang, X.-G., Tenaillon, M. I., & Giraud, T. (2012). New insight into the history of domesticated apple: Secondary contribution of the European wild apple to the genome of cultivated varieties. *PLoS Genetics*, 8(5), e1002703. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002703>.
- De Andrés, M. T., Benito, A., Pérez-Rivera, G., Ocete, R., Lopez, M. A., Gaforio, L., Muñoz, G., Cabello, F., Martínez Zapater, J. M., & Arroyo-García, R. (2012). Genetic diversity of wild grapevine populations in Spain and their genetic relationships with cultivated grapevines. *Molecular Ecology*, 21(4), 800-816. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05395.x>.
- de Oliveira Caland, R. B., Cadavid, C. O. M., Carmona, L., Peña, L., & de Paula Oliveira, R. (2019). Pasteurized orange juice rich in carotenoids protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative stress and β -amyloid toxicity through direct and indirect mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 5046280. <https://doi.org/10.1155/2019/5046280>.
- de Oliveira Raphaelli, C., dos Santos Pereira, E., Camargo, T. M., Vinholes, J., Rombaldi, C. V., Vizzotto, M., & Nora, L. (2019). Apple phenolic extracts strongly inhibit α -glucosidase activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(3), 430-435. <https://doi.org/10.1007/s11330-019-00757-3>.
- Duan, N., Bai, Y., Sun, H., Wang, N., Ma, Y., Li, M., Wang, X., Jiao, C., Legall, N., Mao, L., Wan, S., Wang, K., He, T., Feng, S., Zhang, Z., Mao, Z., Shen, X., Chen, X., Jiang, Y., ... Chen, X. (2017). Genome re-sequencing reveals the history of apple and supports a two-stage model for fruit enlargement. *Nature Communications*, 8(1), 249. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00336-7>.
- Fabiani, R., Minelli, L., & Rosignoli, P. (2016). Apple intake and cancer risk: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Public Health Nutrition*, 19(14), 2603-2617. <https://doi.org/10.1017/S136898001600032X>.
- Fang, T., Zhen, Q., Liao, L., Owiti, A., Zhao, L., Korban, S. S., & Han, Y. (2017). Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. *Food Chemistry*, 225, 132-137. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.014>.
- Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferriño, P. C., & Camacho-Corona, M. del R. (2016). Chemistry and pharmacology of *Citrus sinensis*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 21(2), 247. <https://doi.org/10.3390/molecules21020247>.
- Figueiredo, F., Castanheira, É. G., Feliciano, M., Rodrigues, M. A., Peres, A. M., Maia, F., et al. (2013). Carbon footprint of apple and pear: orchards, storage and distribution. *Energy for Sustainability 2013 Sustainable Cities: Designing for People and the Planet*, 1-5.
- Frankowska, A., Jeswani, H. K., & Azapagic, A. (2019). Life cycle environmental impacts of fruits consumption in the UK. *Journal of Environmental Management*, 248, 109111. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.012>.
- García-Estévez I, Quijada-Morín N, Rivas-Gonzalo JC, Martínez-Fernández J, Sánchez N, Herrero-Jiménez CM, Escribano-Bailón MT. Relationship between hyperspectral indices, agronomic parameters and phenolic composition of *Vitis vinifera* cv Tempranillo grapes. *J Sci Food Agric*. 2017 Sep;97(12):4066-4074. doi: 10.1002/jsfa.8366.
- Gayer, B. A., Avendano, E. E., Edelson, E., Nirmala, N., Johnson, E. J., & Raman, G. (2019). Effects of intake of apples, pears, or their products on cardiometabolic risk factors and clinical outcomes:

- A systematic review and meta-analysis. *Current Developments in Nutrition*, 3(10), nzz109. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzz109>.
- Gerhauser, C. (2008). Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components. *Planta Medica*, 74(13), 1608-1624. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088300>.
- Grosso, G., Galvano, F., Mistretta, A., Marventano, S., Nolfo, F., Calabrese, G., Buscemi, S., Drago, F., Veronesi, U., & Scuderi, A. (2013). Red orange: Experimental models and epidemiological evidence of its benefits on human health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2013/157240>.
- Hansen, L., Dragsted, L. O., Olsen, A., Christensen, J., Tjønneland, A., Schmidt, E. B., & Overvad, K. (2010). Fruit and vegetable intake and risk of acute coronary syndrome. *The British Journal of Nutrition*, 104(2), 248-255. <https://doi.org/10.1017/S0007114510000462>.
- Honari, M., Shafabakhsh, R., Reiter, R. J., Mirzaei, H., & Asemi, Z. (2019). Resveratrol is a promising agent for colorectal cancer prevention and treatment: Focus on molecular mechanisms. *Cancer Cell International*, 19, 180. <https://doi.org/10.1186/s12935-019-0906-y>
- Hyson, D. A. (2011). A comprehensive review of apples and apple components and their relationship to human health. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 2(5), 408-420. <https://doi.org/10.3945/an.111.000513>.
- Hyson, D. A. (2015a). A review and critical analysis of the scientific literature related to 100% fruit juice and human health. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 6(1), 37-51. <https://doi.org/10.3945/an.114.005728>.
- Ju, Y.-L., Xu, G.-Q., Yue, X.-F., Zhao, X.-F., Tu, T.-Y., Zhang, J.-X., & Fang, Y.-L. (2018). Effects of regulated deficit irrigation on amino acid profiles and their derived volatile compounds in cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/molecules23081983>.
- Koutsos, A., Lima, M., Conterno, L., Gasperotti, M., Bianchi, M., Fava, F., Vrhovsek, U., Lovegrove, J. A., & Tuohy, K. M. (2017). Effects of commercial apple varieties on human gut microbiota composition and metabolic output using an in vitro colonic model. *Nutrients*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/nu9060533>.
- Koutsos, A., Tuohy, K. M., & Lovegrove, J. A. (2015). Apples and cardiovascular health—Is the gut microbiota a core consideration? *Nutrients*, 7(6), 3959-3998. <https://doi.org/10.3390/nu7063959>.
- Lima, A. C. D., Cecatti, C., Fidélis, M. P., Adorno, M. A. T., Sakamoto, I. K., Cesar, T. B., & Sivieri, K. (2019). Effect of daily consumption of orange juice on the levels of blood glucose, lipids, and gut microbiota metabolites: Controlled clinical trials. *Journal of Medicinal Food*, 22(2), 202-210. <https://doi.org/10.1089/jmf.2018.0080>.
- Ma, B., Chen, J., Zheng, H., Fang, T., Ogutu, C., Li, S., Han, Y., & Wu, B. (2015). Comparative assessment of sugar and malic acid composition in cultivated and wild apples. *Food Chemistry*, 172, 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.032>.
- Mallick, N., & Khan, R. A. (2016). Antihyperlipidemic effects of *Citrus sinensis*, *Citrus paradisi*, and their combinations. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 8(2), 112-118. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.171727>.
- McGovern, P. E., Luley, B. P., Rovira, N., Mirzoian, A., Callahan, M. P., Smith, K. E., Hall, G. R., Davidson, T., & Henkin, J. M. (2013). Beginning of viticulture in France. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(25), 10147-10152. <https://doi.org/10.1073/pnas.1216126110>.
- McGovern, P., Jalabadze, M., Batiuk, S., Callahan, M. P., Smith, K. E., Hall, G. R., Kvavadze, E., Maghradze, D., Rusishvili, N., Bouby, L., Failla, O., Cola, G., Mariani, L., Boaretto, E., Bacilieri, R., This, P., Wales, N., & Lordkipanidze, D. (2017). Early neolithic wine of georgia in the south caucasus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(48), E10309-E10318. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714728114>.
- Myles, S., Boyko, A. R., Owens, C. L., Brown, P. J., Grassi, F., Aradhya, M. K., Prins, B., Reynolds, A., Chia, J.-M., Ware, D., Bustamante, C. D., & Buckler, E. S. (2011). Genetic structure and

- domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3530-3535. <https://doi.org/10.1073/pnas.1009363108>.
- Papandreou, D., Magriplis, E., Abboud, M., Taha, Z., Karavolia, E., Karavolias, C., & Zampelas, A. (2019). Consumption of raw orange, 100% fresh orange juice, and nectar- sweetened orange juice-effects on blood glucose and insulin levels on healthy subjects. *Nutrients*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/nu11092171>.
- Pepe, G., Pagano, F., Adesso, S., Sommella, E., Ostacolo, C., Manfra, M., Chieppa, M., Sala, M., Russo, M., Marzocco, S., & Campiglia, P. (2017). Bioavailable citrus sinensis extract: Polyphenolic composition and biological activity. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 22(4). <https://doi.org/10.3390/molecules22040623>.
- Pereira-Caro, G., Borges, G., van der Hooft, J., Clifford, M. N., Del Rio, D., Lean, M. E. J., Roberts, S. A., Kellerhals, M. B., & Crozier, A. (2014a). Orange juice (Poly)phenols are highly bioavailable in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(5), 1378-1384. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.090282>.
- Pereira-Lorenzo, S., Ascasíbar-Errasti, J., Ramos-Cabrer, A. M., & Piñeiro-Andión, J. (2002). Colección de cultivares autóctonos gallegos de manzano (*Malus xdomestica*) del Banco de Germoplasma de Mabegondo (No. 9). INIA.
- Pérez-Álvarez, E. P., Martínez-Vidaurre, J. M., & Garde-Cerdán, T. (2019). Anthocyanin composition of grapes from three different soil types in cv. Tempranillo A.O.C. Rioja vineyards. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(10), 4833-4841. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9741>.
- Pourhanifeh, M. H., Shafabakhsh, R., Reiter, R. J., & Asemi, Z. (2019). The effect of resveratrol on neurodegenerative disorders: Possible protective actions against autophagy, apoptosis, inflammation and oxidative stress. *Current Pharmaceutical Design*, 25(19), 2178-2191. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190717110932>.
- Rafe, T., Shawon, P. A., Salem, L., Chowdhury, N. I., Kabir, F., Bin Zahur, S. M., Akhter, R., Noor, H. B., Mohib, M. M., & Sagor, M. A. T. (2019). Preventive role of resveratrol against inflammatory cytokines and related diseases. *Current Pharmaceutical Design*, 25(12), 1345-1371. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190410153307>.
- Rahbar, A. R., Mahmoudabadi, M. M. S., & Islam, M. S. (2015). Comparative effects of red and white grapes on oxidative markers and lipidemic parameters in adult hypercholesterolemic humans. *Food & Function*, 6(6), 1992-1998. <https://doi.org/10.1039/c5fo00100e>.
- Ramos, M. C., & Martínez de Toda, F. (2019). Variability of Tempranillo grape composition in the Rioja DOCa (Spain) related to soil and climatic characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1153-1165. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9283>.
- Ramos-Madrigal, J., Runge, A. K. W., Bouby, L., Lacombe, T., Samaniego Castruita, J. A., Adam-Blondon, A.-F., Figueiral, I., Hallavant, C., Martínez-Zapater, J. M., Schaal, C., Töpfer, R., Petersen, B., Sicheritz-Pontén, T., This, P., Bacilieri, R., Gilbert, M. T. P., & Wales, N. (2019). Palaeogenomic insights into the origins of French grapevine diversity. *Nature Plants*, 5(6), 595-603. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0437-5>.
- Rampersaud GC, Valim MF. 100% citrus juice: Nutritional contribution, dietary benefits, and association with anthropometric measures. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017 Jan 2;57(1):129-140. Review. PubMed PMID: 25831042.
- Renaud, S., & de Lorgeril, M. (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet (London, England)*, 339(8808), 1523-1526. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)91277-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)91277-f).
- Ribeiro, F. A. P., Gomes de Moura, C. F., Aguiar, O., de Oliveira, F., Spadari, R. C., Oliveira, N. R. C., Oshima, C. T. F., & Ribeiro, D. A. (2014). The chemopreventive activity of apple against carcinogenesis: Antioxidant activity and cell cycle control. *European Journal of Cancer Prevention: The Official Journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*, 23(5), 477-480. <https://doi.org/10.1097/CEJ.0000000000000005>.
- Rodríguez-Costa, S., Cardelle-Cobas, A., Roca-Saavedra, P., Porto-Arias, J. J., Miranda, J. M., & Cepeda, A. (2018). In vitro evaluation of the prebiotic effect of red and white grape polyphenolic

extracts. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 74(1), 101-110.
<https://doi.org/10.1007/s13105-017-0573-1>.

- Sánchez-Recillas, A., Arroyo-Herrera, A. L., Araujo-León, J. A., Hernández Núñez, E., & Ortiz Andrade, R. (2017). Spasmolytic and antibacterial activity of two citrus *sinensis* osbeck varieties cultivated in Mexico. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2017, 3960837. <https://doi.org/10.1155/2017/3960837>.
- Sathiyabama, R. G., Rajiv Gandhi, G., Denadai, M., Sridharan, G., Jothi, G., Sasikumar, P., Siqueira Quintans, J. de S., Narain, N., Cuevas, L. E., Coutinho, H. D. M., Ramos, A. G. B., Quintans-Júnior, L. J., & Gurgel, R. Q. (2018). Evidence of insulin-dependent signalling mechanisms produced by *Citrus sinensis* (L.) Osbeck fruit peel in an insulin resistant diabetic animal model. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 116(Pt B), 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.03.050>.
- Singh, A. P., Singh, R., Verma, S. S., Rai, V., Kaschula, C. H., Maiti, P., & Gupta, S. C. (2019). Health benefits of resveratrol: Evidence from clinical studies. *Medicinal Research Reviews*, 39(5), 1851-1891. <https://doi.org/10.1002/med.21565>.
- Singh, C. K., Liu, X., & Ahmad, N. (2015). Resveratrol, in its natural combination in whole grape, for health promotion and disease management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1348(1), 150-160. <https://doi.org/10.1111/nyas.12798>.
- Singh, C. K., Siddiqui, I. A., El-Abd, S., Mukhtar, H., & Ahmad, N. (2016). Combination chemoprevention with grape antioxidants. *Molecular Nutrition & Food Research*, 60(6), 1406-1415. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500945>.
- Terral, J.-F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., Figueiral, I., Picq, S., Chevance, J.-B., Jung, C., Fabre, L., Tardy, C., Compan, M., Bacilieri, R., Lacombe, T., & This, P. (2010). Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: New morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*, 105(3), 443-455. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp298>.
- The International Environmental Product Declaration System. 2014. Consulta: 12 noviembre 2019. <<http://www.environdec.com/en/EPD-Search/>>.
- Urrestarazu, J., Miranda, C., Ortún, E., Santesteban, L. G., & Royo, J. B. (2015, June). Study of the genetic diversity of apples collected in a nearly unexplored area in Northeastern Spain. In XIV EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics 1172 (pp. 259-262).
- Vislocky, L. M., & Fernandez, M. L. (2010). Biomedical effects of grape products. *Nutrition Reviews*, 68(11), 656-670. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00335.x>.
- Wang, Y., Zhou, L., Li, D., Dai, L., Lawton-Rauh, A., Srimani, P. K., Duan, Y., & Luo, F. (2015). Genome-wide comparative analysis reveals similar types of NBS genes in hybrid *Citrus sinensis* genome and original *Citrus clementine* genome and provides new insights into non-TIR NBS genes. *PloS One*, 10(3), e0121893. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121893>.
- Wightman, J. D., & Heuberger, R. A. (2015). Effect of grape and other berries on cardiovascular health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1584-1597. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6890>.
- Williamson G. The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutr Bull.* 2017 Sep;42(3):226-235. doi: 10.1111/nbu.12278.
- Wu, G. A., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., Borredá, C., Domingo, C., Tadeo, F. R., Carbonell-Caballero, J., Alonso, R., Curk, F., Du, D., Ollitrault, P., Roose, M. L., Dopazo, J., Gmitter, F. G., Rokhsar, D. S., & Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of *Citrus*. *Nature*, 554(7692), 311-316. <https://doi.org/10.1038/nature25447>.
- Xia, E.-Q., Deng, G.-F., Guo, Y.-J., & Li, H.-B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(2), 622-646. <https://doi.org/10.3390/ijms11020622>.
- Xu, Q., Chen, L.-L., Ruan, X., Chen, D., Zhu, A., Chen, C., Bertrand, D., Jiao, W.-B., Hao, B.-H., Lyon, M. P., Chen, J., Gao, S., Xing, F., Lan, H., Chang, J.-W., Ge, X., Lei, Y., Hu, Q., Miao, Y., ...

Ruan, Y. (2013). The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). *Nature Genetics*, 45(1), 59-66. <https://doi.org/10.1038/ng.2472>.

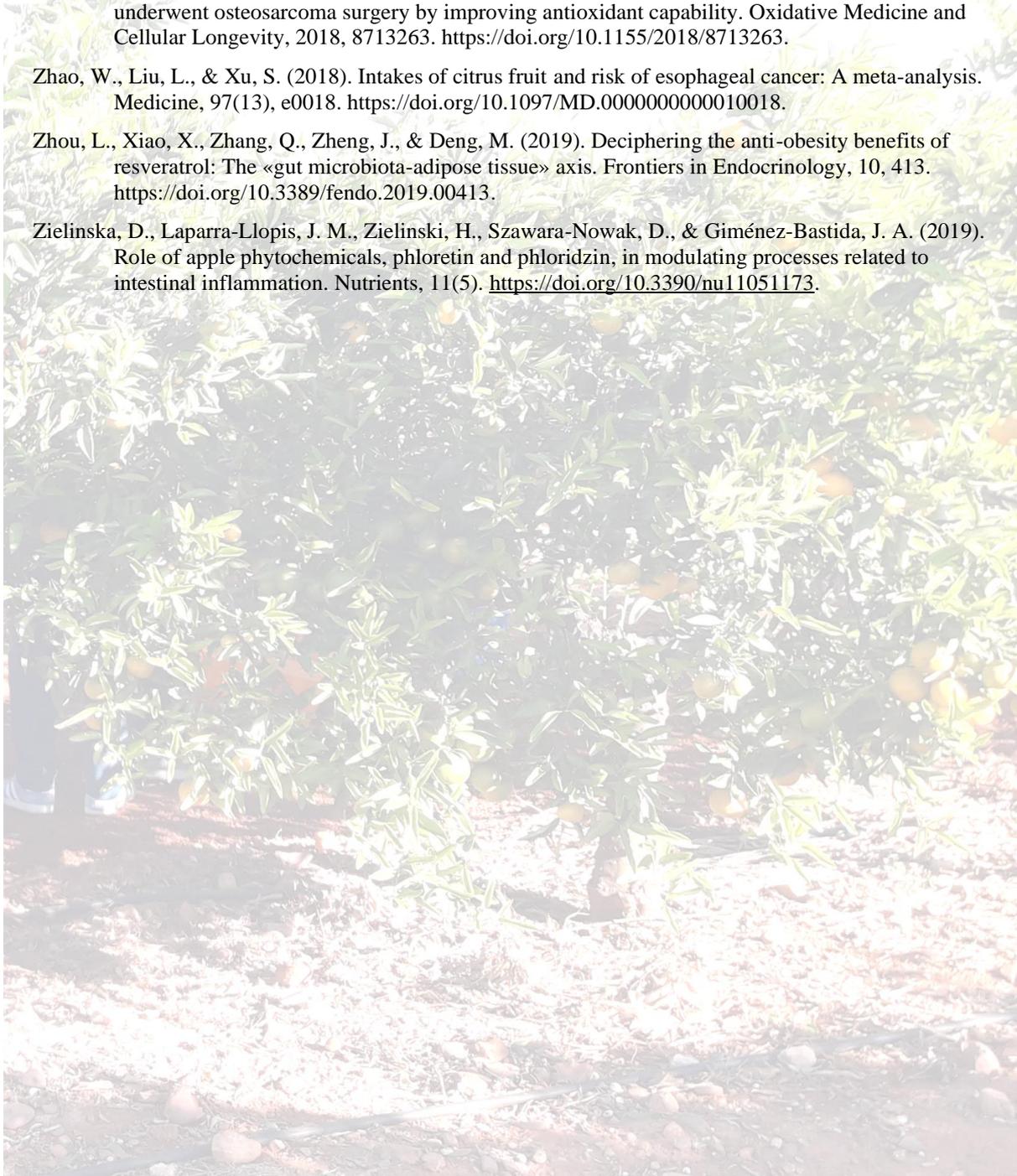
Yu Y, Bai J, Chen C, Plotto A, Baldwin EA, Gmitter FG. Comparative analysis of juice volatiles in selected mandarins, mandarin relatives and other citrus genotypes. *J Sci Food Agric*. 2018 Feb;98(3):1124-1131. doi: 10.1002/jsfa.8563.

Zhang, L., Xu, X., Jiang, T., Wu, K., Ding, C., Liu, Z., Zhang, X., Yu, T., & Song, C. (2018). Citrus aurantium naringenin prevents osteosarcoma progression and recurrence in the patients who underwent osteosarcoma surgery by improving antioxidant capability. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 8713263. <https://doi.org/10.1155/2018/8713263>.

Zhao, W., Liu, L., & Xu, S. (2018). Intakes of citrus fruit and risk of esophageal cancer: A meta-analysis. *Medicine*, 97(13), e0018. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010018>.

Zhou, L., Xiao, X., Zhang, Q., Zheng, J., & Deng, M. (2019). Deciphering the anti-obesity benefits of resveratrol: The «gut microbiota-adipose tissue» axis. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 413. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00413>.

Zielinska, D., Laparra-Llopis, J. M., Zielinski, H., Szawara-Nowak, D., & Giménez-Bastida, J. A. (2019). Role of apple phytochemicals, phloretin and phloridzin, in modulating processes related to intestinal inflammation. *Nutrients*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/nu11051173>.



Capítulo 6. Primavera

Rebeca Fernández Carrión, Eva María Asensio Márquez, Carolina Ortega Azorín, Rocío Barragán Bernal, Ignacio Manuel Giménez Alba, Oscar Coltell Simón, Dolores Corella Piquer.

Tal como comentamos para las temporadas anteriores, las frutas que podemos encontrar en primavera cada vez son un poco más numerosas debido a la extensión de la temporalidad de frutas de invierno por la existencia de variedades tardías y también del adelanto de frutas de verano, por la selección de variedades tempranas. En este capítulo, nos centraremos en las fresas en general (contemplando las variedades más consumidas en la actualidad), y mencionaremos conjuntamente los aspectos más destacados de otras frutas de primavera como son los albaricoques, ciruelas y nísperos.

6.1. Fresas y fresones

6.1.1. Origen y distribución

Las fresas y los fresones (**Figura 6.1**) pertenecen a la familia *Rosaceae* y al género



Figura 6.1. Fresas.

Fragaria. Las especies silvestres de *Fragaria* se encuentran dispersas en todo el hemisferio norte, y también en América del sur. El origen de la fresa silvestre no está bien documentado, pero estudios arqueobotánicos la ha encontrado en dos lugares precolombinos en el este de América del Norte (Gremillion et al., 1996). En Chile la denominada *Fragaria chiloensis*, fue domesticada por los mapuche y picunche hace más

de 1000 años. En Europa, también existen datos del cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en los jardines al menos desde la época de los romanos (Liston et al., 2014). Sin embargo, los antecedentes de la moderna fresa cultivada, denominada *Fragaria* × *ananassa*, (nombre que indica que es un híbrido casual de una conexión sexual facilitada por los humanos), se remontan al siglo XVIII en Francia, donde fueron transportadas las fresas americanas por los colonos procedentes del Nuevo mundo. Este híbrido resultó de dos especies americanas distantes: La *Fragaria virginiana* (de América del norte) y la *Fragaria chiloensis* (de América del sur) (Njuguna et al., 2013). Esta moderna fresa cultivada reemplazó rápidamente a las especies silvestres locales y a la especie Euroasiáticas *Fragaria vesca*, ya que tenía frutos de mayor tamaño y mejores características organolépticas y que se considera el origen del denominado fresón. Actualmente el fresón se considera un tipo de fresa de mayor tamaño, que poco a poco ha ido ganando también en sabor y actualmente presenta unas características organolépticas muy agradables.

Existen diferentes tipos de variedades de fresas. Entre ellas podemos destacar las siguientes:

- **-Reina de los valles.** Es una fresa pequeña, muy aromática y de gran sabor cultivada principalmente en España. Su origen es *Fragaria vesca*, y se dice que fue un capricho que trajeron los Borbones a Aranjuez, dónde se cultiva también actualmente.
- **-Camarosa:** Es más grande, tiene origen californiano y es la variedad de mayor cultivo de fresón. Tiene un color muy brillante y posee también muy buen sabor y firmeza. Es una variedad temprana.
- **-Pájaro:** Es una variedad de fresones típica del Maresme, de forma cónica y de color rojo brillante uniforme. Se caracteriza por tener muy buen sabor.

La fresa cultivada es una de las plantas domesticadas más jóvenes. De manera paralela también podemos indicar que, a nivel de análisis genéticos de secuenciación, en comparación con otras frutas, la fresa comercial ha tardado en atraer la atención de la investigación molecular para la secuenciación de su genoma. De manera que, hasta febrero de 2019, no se publicó la secuencia completa de *Fragaria* × *ananassa*, concretamente del cultivar de California “Camarosa” (Folta et al., 2019). Actualmente se están mejorando las distintas variedades para adaptarse a las preferencias del consumidor y actualmente la familia de las *Fragarias* es muy numerosa.

En España, la provincia de Huelva es la más especializada en el cultivo de fresas y fresones. Las ventajas de esta zona gozan de reconocimiento mundial. La producción de fresones onubense representa más del 65% del volumen nacional (Martorell et al., 2011). La comarca del Maresme (Barcelona), Valencia y Extremadura son otras regiones nacionales con importantes fresaes (Martorell et al., 2011; Akhatou et al., 2014). España es el primer productor europeo de fresas y el segundo a nivel mundial, siendo el primero Estados Unidos. La provincia de Huelva sigue siendo la más especializada en el cultivo de fresas y fresones (Akhatou et al., 2017). Se estima que, en el año 2016, el mercado mundial de fresa ascendió a 9,2 millones de toneladas, suponiendo un incremento respecto al año anterior y confirmando la tendencia creciente del consumo de estas frutas (según el informe “World: Strawberries – Market Report. Analysis and Forecast To 2025”).

6.1.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

Las fresas y los fresones son frutas que aportan muy pocas calorías. En la **Tabla 6.1** se

Tabla 6.1. Tabla de composición de nutrientes para para las fresas por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	36	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	7	Retinol (vit. A)	0,001	Calcio	25
Fibra	2,2	Tiamina (vit. B ₁)	0,02	Hierro	0,8
Grasas (g)	0,5	Riboflavina (vit. B ₂)	0,04	Magnesio	12
Saturadas	0,032	Niacina (vit. B ₃)	0,20	Fósforo	26
Monoinsaturadas	0,063	Vitamina B ₆	0,06	Potasio	190
Poliinsaturadas	0,24	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,02	Sodio	2
Proteínas (g)	0,7	Vitamina C	60	Zinc	0,1
Agua (g)	89,6	Vitamina E	2		

presenta un aporte promedio de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales. De entre todas las vitaminas, destaca el elevado contenido de vitamina C, siendo las fresas y fresones una fuente excelente de esta vitamina. Es fuente relevante de ácido fólico, y también destaca su aporte de fibra y de algunos minerales como potasio, magnesio y calcio. Los valores presentados, son los promedios incluidos en la base de datos, pero estos valores pueden variar según la variedad de la fruta, el grado de maduración, la temporalidad en su recogida y el tipo de terreno y cultivo. Por ejemplo, en el trabajo de Hossain et al., (2015), se documentan datos de la variabilidad en el contenido de macronutrientes y micronutrientes de las fresas según 4 variantes genotípicas analizadas cultivadas en las mismas condiciones y en el mismo lugar. Se encontró que los contenidos de proteínas, grasas y cenizas varían podían variar significativamente, mientras que la variación en humedad, fibra dietética y azúcar total fue insignificante. Se observaron también algunas variaciones en el contenido de vitamina C. El contenido de carotenoides fue tan bajo que no se detectó variabilidad. El contenido de minerales sí que presentó variaciones significativas para algunos de ellos.

Las fresas son también ricas en compuestos fitoquímicos bioactivos. El contenido de estos compuestos también puede cambiar según la variedad y las condiciones de cultivo (Giamperi et al., 2012; Padula et al., 2013), por ello algunos autores recomiendan seleccionar las variedades más ricas en los compuestos bioactivos más saludables, así como las condiciones de cultivo y consumo que los enriquezcan, para una mejor promoción de la salud, ya que para algunos compuestos se han observado variaciones de hasta 4 veces en magnitud (Pincemail et al., 2012). También se ha demostrado que

las condiciones de almacenamiento de las fresas incluyen en su contenido en compuestos bioactivos (Van de Velde et al., 2019), siendo este otro factor relevante a tener en cuenta. Pero esta selección de las fresas con la composición óptima para la salud no es sencilla ya que es difícil obtener este conocimiento, pero es una tendencia que puede llegar con la nutrición más personalizada.

Los compuestos fitoquímicos presentes en las fresas son principalmente compuestos fenólicos incluyendo ácidos fenólicos, flavonoides (como antocianinas y flavonoles) y taninos. Estos compuestos, además de la vitamina C, son los compuestos bioactivos más relevantes de las fresas, a pesar de que en su composición se pueden destacar otros compuestos (Giampieri et al., 2014; Morales-Quintana et al., 2019).

Se han realizado muchos estudios tanto en células cultivadas como en animales de experimentación, así como estudios epidemiológicos observacionales e incluso ensayos clínicos para analizar el efecto del consumo de fresas o de algunos de sus componentes y distintos fenotipos de salud enfermedad. Entre estos estudios queremos mencionar varias revisiones que nos resumen y comparan la información disponible. Una revisión muy detallada e informativa sobre el efecto del consumo de fresas o sus principales componentes en distintos fenotipos relacionados con la salud fue publicada por Giampieri et al. (2015). En ella incluyen la evidencia disponible procedente de estudios en animales de experimentación y también en estudios realizados en humanos, incluyendo tanto los observacionales como algún estudio experimental. Estos autores se centran también no sólo en los resultados de asociación, sino que también revisan los posibles mecanismos de acción que pueden contribuir a los efectos observados. Los investigadores concluyen que existe evidencia aportada por alguno de estos tipos de estudios para apoyar los efectos antiinflamatorios de las fresas, así como para apoyar efectos beneficiosos sobre distintos fenotipos de riesgo cardiovascular, como concentraciones plasmáticas de lípidos, presión arterial, y del agregado de componentes en el síndrome metabólico. También existen algunos estudios en animales que soportan un efecto protector frente a distintos procesos y mecanismos relacionados con el cáncer, y alguna evidencia en animales y estudios observacionales de efectos protectores en deterioro cognitivo. En cuanto a los mecanismos más reconocidos, podemos destacar:

- Un efecto neutralizando los radicales libres y el estrés oxidativo;
- Un efecto en la expresión de genes relevantes participando en procesos clave de las protecciones observadas; y
- Un efecto en protector en los mecanismos de reparación del daño ocasionado en el ADN.

Siguiendo en la misma línea de Giampieri et al., (2015), en otra excelente revisión sobre el tema (Afrin et al., 2016), se destaca el relevante papel de las fresas en la promoción de la salud, ya que sus componentes pueden actuar a través de los mecanismos anteriormente indicados en la prevención de los trastornos de inflamación y el estrés oxidativo, de protección frente a distintos factores de riesgo cardiovascular e incluso en algunos tipos de cáncer. También se detalla el papel de los distintos compuestos bioactivos de la fresa, tanto nutritivos como no nutritivos, y describen además los factores que afectan a su contenido y a su biodisponibilidad.

Actualizando los estudios anteriores, en la reciente revisión de los efectos de las fresas sobre la salud realizada por Miller et al. (2019), estos autores se centran solamente en los estudios de intervención realizados en humanos, excluyendo tanto los estudios in vitro como los llevados a cabo en animales. También comparan los efectos de las fresas con los arándanos. Revisan 16 ensayos clínicos y se centran en los siguientes fenotipos de enfermedad:

- **Inflamación:** Identifican 7 ensayos clínicos en humanos, con distinta duración y fenotipos analizados, en los que se testa el efecto de la intervención con fresas en varios marcadores de inflamación, incluyendo entre otros las interleukinas 6 y 1, la proteína C reactiva, las concentraciones de TNF-alfa y algunos marcadores de estrés oxidativo como el malondialdehído. A pesar de la heterogeneidad de las intervenciones, 5 de los 7 ensayos clínicos concluyeron que existían efectos antiinflamatorios de las fresas disminuyendo significativamente algunos de los marcadores anteriormente mencionados.
- **Factores de riesgo cardiovascular:** Identificaron 5 ensayos de intervención analizando como resultado las concentraciones plasmáticas de lípidos, la presión arterial y la glucemia, entre otros. Los estudios no fueron consistentes para todos los parámetros, observándose de manera más significativa un efecto del consumo de fresas en la reducción en las concentraciones plasmáticas de lípidos.
- **Deterioro cognitivo y enfermedades neurodegenerativas:** Los autores indican que no han hallado ensayos clínicos de intervención con fresas en las que se testen sus efectos en parámetros relacionados con el deterioro cognitivo y enfermedades relacionadas.

Todos estos datos contribuyen a aumentar la evidencia para la recomendación del consumo frecuente de fresas, fundamentalmente en su época de temporada y animan a realizar más estudios para aquellas enfermedades todavía menos investigadas.

El contenido en ácido cítrico hace del pomelo una fruta con propiedades antisépticas sobre las vías digestivas y urinarias (Zarfeshany A, et al., 2014). Esta sustancia, junto con otros ácidos orgánicos, le proporcionan el característico sabor ácido al pomelo, por lo que su consumo puede provocar molestias a quienes sufren hernia de hiato, acidez de estómago, gastritis y úlcera gástrica (Merga Y, et al., 2014; BenSaad LA, et al., 2017; Owczarek D, et al., 2016).

6.1.3. Huellas

El cultivo de fresas está suponiendo un importante impacto ambiental en algunos lugares debido al elevado uso de agua con el incremento que supone en la huella hídrica, y también el aumento en el uso de plaguicidas, y un elevado uso de energía. Según un reciente informe realizado por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de la Junta de Andalucía (Romero-Gámez et al., 2019), en el que se ha realizado un amplio estudio para identificar el impacto ambiental asociado al cultivo de la fresa, en la provincia de Huelva se ha concluido que existe un riesgo de eutrofización y de ecotoxicidad en determinadas prácticas agrícolas empleadas en el cultivo intensivo de fresas. Estas prácticas es necesarios corregirlas y promocionar más los cultivos ecológicos de fresas en la provincia para minimizar estos impactos.

En la Comunidad Valenciana, se encuentran también varios municipios en los que existen importantes cultivos de fresas y fresones. Dentro de las fresas se dispone del

plan de fomento de la ecoagricultura, con la alimentación de 'kilómetro cero'. Esta mención pretende concienciarnos para, cuando sea posible, indagaremos el origen de los productos que adquiramos y escogeremos siempre los que tengan un origen local respecto a la ubicación de origen (Mok et al., 2014). De esta forma se reducen notablemente las emisiones de dióxido de carbono producidas en el transporte y distribución del producto (Suh et al., 2012).

6.2. Albaricoques, ciruelas y nísperos

6.2.1. Origen y distribución

6.2.1.1. Albaricoques

Los albaricoques (*Prunus sp*) son los frutos del albaricoquero, árbol de la familia de las Rosáceas. Estos frutos tienen forma redondeada y piel de color amarillo-anaranjado con algunos matices de color rojo. El origen del albaricoque se sitúa en tres regiones interconectadas de Asia: la primera es China, donde algunas variedades de tipo silvestre todavía crecen allí de manera natural y dónde se atribuye la primera domesticación inicial. La segunda región es Asia central, y la tercera es la región del cercano Oriente, incluyendo también Irán (Hagen et al., 2002). Los albaricoques europeos parece que se originaron de los de la región del cercano Oriente. Fueron las variedades europeas las que se introdujeron luego en América, aunque hay una compleja taxonomía entre variedades europeas y americanas (Mustafa et al., 2019). Paralelamente algunas variedades del sur de Europa también parece que se reintrodujeron en el norte de África, donde inicialmente habrían llegado desde el Cáucaso. El nombre de albaricoque en lenguas latinas deriva del árabe "al-barquq". Esta fruta tiene una pulpa, jugosa y de sabor dulce, presentando también una consistencia harinosa cuando el albaricoque está muy maduro (Zhebentyayeva et al., 2012). El género *Prunus* se ha dividido recientemente en tres subgéneros después de que contenía cinco anteriormente. El albaricoque común es el *Prunus armeniaca*, mientras que el denominado albaricoque japonés es el *Prunus mume*.

Actualmente el albaricoque se cultiva fundamentalmente en la cuenca mediterránea, a la que se suman otros países de Asia, siendo Turquía el principal país productor seguido de Irán, Italia, Pakistán, Francia, Argelia, España, Marruecos y Japón, según datos de la FAO. Además de su consumo como fruta fresca, los albaricoques se dejan secar sin hueso y se elaboran los denominados "orejones", muy consumidos también en España (Kan et al., 2010). El secado de la fruta se puede realizar de forma tradicional en grandes superficies extendidas sin ningún tratamiento, o someterlas a un tratamiento con vapor de azufre que ayuda a preservar los colores de la fruta y extender su período de almacenamiento. Desde el punto de vista de la salud y de huellas ambientales es preferible el secado natural.

6.2.1.2. Ciruelas

Las ciruelas (**Figura 6.2**) son los frutos del ciruelo, de la familia de las *Rosaceas*. Son frutos redondeados u ovoides con un hueso leñoso en su interior. La ciruela europea, llamada *Prunus domestica* L. se cree que se originó en el Medio Oriente,



Figura 6.2. Ciruelas.

específicamente, en el área al sur del Cáucaso, aunque no existe total unanimidad en cuanto a su origen. Posteriormente, desde Persia, sería introducida en Italia (149 a.C.), extendiéndose pronto por toda Europa. Esta especie de ciruela, comúnmente conocida como "ciruelas europeas", es distinta de las denominadas "ciruelas japonesas" que son más grandes y redondas (*Prunus salicina*). Las ciruelas europeas suelen ser de color verde claro o morado (al que pertenecen las ciruelas para secar porque tienen poca agua); mientras que las ciruelas japonesas, en general tienen epidermis rojiza y negra, aunque algunas pueden ser de color amarillo claro pajizo, tienen más agua y son variedades más tempranas (Zhebentyayeva et al., 2019).

Actualmente las ciruelas se cultivan en todo el mundo para una gran variedad de usos, incluyendo su uso como fruta fresca, como ciruelas pasas, como componentes para otros derivados de frutas e incluso para destilación. En función del color de su piel, las ciruelas pueden clasificarse en amarillas, rojas, negras y verdes (Bae H et al., 2014).

Los principales países productores son Argentina, Chile, Sudáfrica, Estados Unidos y, en España. En nuestro país destaca su cultivo en Aragón. También hay cultivo de ciruelas en la zona mediterránea, principalmente en la Comunidad Valenciana y en Murcia. Destacan también las provincias de Lérida y Sevilla (Badenes et al., 2012).

En la actualidad, existen más de 200 variedades, tanto de ciruela europea como de la llamada ciruela japonesa. De las variedades de ciruela europea destacan las llamadas

“Claudias”. Estas ciruelas tienen color verde claro y son muy cultivadas y apreciadas por su sabor. Dentro de ellas se distingue la denominada:

- **Reina Claudia verde.** Tiene un tamaño medio redondeado, color verde y pulpa fina y jugosa con un hueso que se desprende fácilmente de la pulpa. En España se suele recolectar en junio-agosto.
- **Reina Claudia de Oullins.** Es una variedad francesa, de fruto más grande y con color verde más claro, con tonos dorados. El hueso no se desprende tan fácilmente de la pulpa. El sabor menos azucarado. También se cultiva en España (fundamentalmente en Zaragoza), pero la variedad Reina Claudia es la más apreciada de las ciruelas por su sabor y calidad.

6.2.1.3. Nísperos

El níspero es originario del Lejano Oriente, siendo primero utilizado como árbol ornamental. Aunque su nombre *Eryobotria japónica*, hace mención de Japón, su origen se sitúa en el sureste de China desde hace más de 2000 años, pasando desde allí a Japón. Según el libro de los "registros históricos" de la historia china, los nísperos se habían cultivado en los jardines reales para que se refrescaran el rey y la princesa en la dinastía Han de China. Desde Japón se extendió a Europa llegando a este continente en el siglo XVIII, fundamentalmente como ornamental (Lin et al., 2007). Posteriormente, en el siglo XIX, se extendió su cultivo y su consumo en los países europeos, fundamentalmente en las zonas mediterráneas, donde se adaptó con facilidad por las buenas condiciones climáticas (Sharpe, 2010).

Actualmente no es una fruta muy consumida a nivel mundial, aunque está aumentando su cultivo por la creciente demanda y rentabilidad en algunas zonas. La FAO, agrupa al níspero junto a otras frutas de escaso impacto económico global, entre las que se encuentran la carambola, chirimoya, litchi, feijoa, guayaba, mangostán, fruta de la pasión y rambután, entre otras. Aunque el principal continente productor de estas frutas es Asia (más de un 80% del total), el cultivo de los nísperos también ha estado muy extendido en el litoral mediterráneo español, fundamentalmente en la Comunidad Valenciana. En esta Comunidad, podemos destacar la denominación de Origen Protegida para el Níspero de Callosa de Ensarriá, creada en 1991, y que protege e identifica el cultivo del níspero en diecinueve municipios de la Comunidad Valenciana pertenecientes a las comarcas de la Marina Baja y el Campo de Alicante en la provincia de Alicante, España (Fenollosa-Gallardo, 2015; Gómez-Carpio, 2019).

6.2.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

6.2.2.1. Albaricoques

En las **Tabla 6.2** se presente el aporte de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales de los albaricoques. Comparado con otras frutas, su aporte energético es bastante bajo, dada su elevada cantidad de agua y modesto aporte de hidratos de

Tabla 6.2. Tabla de composición de nutrientes para el albaricoque por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	42	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	9,5	Retinol (vit. A)	0,026	Calcio	17
Fibra	2,1	Tiamina (vit. B ₁)	0,05	Hierro	0,5
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,07	Magnesio	12
Saturadas	0,01	Niacina (vit. B ₃)	0,6	Fósforo	24
Monoinsaturadas	0,04	Vitamina B ₆	0,07	Potasio	293
Poliinsaturadas	0,02	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,005	Sodio	1
Proteínas (g)	0,8	Vitamina C	7	Zinc	0,1
Agua (g)	87,6	Vitamina E	0,7		

carbono. Destaca por la abundancia de fibra, que mejora el tránsito intestinal (Lambeau et al., 2017). Entre los minerales que contiene, es rico en potasio y, en menor proporción, en magnesio y en calcio, este último de más baja biodisponibilidad, pero gracias a su contenido en ácidos orgánicos como el ácido málico y el cítrico, se favorece la absorción de calcio en el intestino. El albaricoque es una de las frutas más ricas en carotenos con actividad provitamínica A (Lietz al, 2012), sobre todo en betacarotenos, aunque también contiene proporciones menores de otros como alfa y gamma carotenos y criptoxantina. También contiene pequeñas cantidades de flavonoides, entre los que se encuentra la quercetina (flavona), que podría jugar un papel importante en la prevención de la enfermedad cardiovascular (Lambeau et al., 2017). También se han realizado trabajos que han evaluado la protección cardiovascular de los albaricoques a través de los efectos del ácido nítrico (Waldbauer et al., 2018). Por otra parte, varios estudios han investigado las propiedades antibacterianas y antioxidantes de los compuestos fenólicos de los albaricoques, fundamentalmente nueve ácidos fenólicos, trece antocianinas y trece flavonoides, obteniendo excelentes resultados (Qin et al., 2019).

6.2.2.2. Ciruelas

En la **Tabla 6.3**, se presenta el aporte energético, los macronutrientes, las vitaminas y los minerales de las ciruelas. Tal como hemos mencionado para las demás tablas, se trata de valores promedio, ya que puede haber diferencias según origen de la fruta, grado de maduración, especies, etc. Las ciruelas tienen un bajo contenido calórico y un valor nutritivo relativamente alto. Contienen carbohidratos, en primer lugar, sacarosa, glucosa y fructosa, ácidos orgánicos, por ejemplo, ácidos cítrico y málico. Las ciruelas son muy ricas en fibra soluble (compuesta fundamentalmente por pectina), tiene un efecto laxante suave y se recomiendan las ciruelas en casos de estreñimiento (Erdogan et al., 2016).

Tabla 6.3. Tabla de composición de nutrientes para la ciruela por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	54	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	12	Retinol (vit. A)	0,020	Calcio	12,5
Fibra	2,3	Tiamina (vit. B ₁)	0,055	Hierro	0,45
Grasas (g)	0,2	Riboflavina (vit. B ₂)	0,035	Magnesio	11,5
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,5	Fósforo	29
Monoinsaturadas	Trazas	Vitamina B ₆	0,05	Potasio	236,5
Poliinsaturadas	Trazas	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,003	Sodio	0,5
Proteínas (g)	0,75	Vitamina C	6	Zinc	0,4
Agua (g)	82,35	Vitamina E	0,5		

Las ciruelas tienen abundancia de otros compuestos bioactivos no nutritivos como ácidos fenólicos y antocianinas (fundamentalmente en las ciruelas rojas ya que se encuentran en más cantidad por el color). Los compuestos fenólicos predominantes en las ciruelas son derivados del ácido cafeico: ácido neoclorogénico, ácido clorogénico y ácido criptoclorogénico, así como también ácido cafeico, con pequeñas cantidades de antocianinas, flavanoles y flavonoles (Kayano et al., 2002). Estas frutas se están adquiriendo relevancia en varios nutricionales en humanos y animales, para evaluar sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios favorables, ya que tradicionalmente se han utilizado en la medicina india para varias enfermedades. Sin embargo, los estudios realizados explorando sus efectos sobre factores de riesgo cardiovascular, diabetes, cáncer, y enfermedades neurodegenerativas entre otros son todavía poco numerosos y es necesaria más investigación tanto en modelos animales como en humanos (Kayano et al. 2002; Saleem et al., 2018; Enogieru et al., 2018; Iglesias-Carres et al., 2019).

Un terreno prometedor de los efectos protectores de las ciruelas son algunos procesos relacionados con las enfermedades neurodegenerativas, recientes investigaciones sobre las aplicaciones de la rutina en estos procesos, ha mostrado resultados favorables. La rutina es un glucósido de la quercetina, que se encuentra en muchas plantas y frutas, especialmente en ciruelas y también en albaricoques que hemos comentado anteriormente. En un trabajo llevado a cabo por Enogieru et al., (2018), se presentan los conocimientos más recientes obtenidos de la revisión de estudios farmacológicos sobre los mecanismos neuroprotectores de la rutina en varios modelos experimentales de enfermedades neurodegenerativas. Estos mecanismos incluirían la modulación de citokinas proinflamatorias, la acción antioxidante, la regulación de diversos genes implicados en procesos clave, y la restauración de las actividades de las enzimas complejas mitocondriales. Aunque son necesarios muchos más estudios para confirmar estos efectos protectores, al menos se parte de estos resultados favorables.

6.2.2.3. Nísperos

En la **Tabla 6.4** se presenta el aporte de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales de los nísperos. Además de la glucosa y fructosa que aportan carbohidratos, y algunos

Tabla 6.4. Tabla de composición de nutrientes para los nísperos por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	53	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	12,1	Retinol (vit. A)	0,218	Calcio	16
Fibra	1,7	Tiamina (vit. B ₁)	0,2	Hierro	0,28
Grasas (g)	0,2	Riboflavina (vit. B ₂)	0,06	Magnesio	13
Saturadas	Trazas	Niacina (vit. B ₃)	0,1	Fósforo	27
Monoinsaturadas	Trazas	Vitamina B ₆	0,1	Potasio	266
Poliinsaturadas	0,09	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,014	Sodio	1
Proteínas (g)	0,4	Vitamina C	2	Zinc	0,05
Agua (g)	85,6	Vitamina E	0,89		

minerales como potasio, magnesio y calcio, posee algunas vitaminas en baja concentración y destaca su riqueza en fibra, pectina principalmente, así como taninos, sustancias de acción astringente. Los nísperos pueden acumular carotenoides tanto en la cáscara como en la pulpa, lo que los hace ricos en estos compuestos. Sin embargo, se ha descrito también que existe una gran variabilidad en el aporte de carotenoides entre los cultivares. Los cultivares de níspero de carne blanca tienen pocos carotenoides carne, mientras que otros de color rojo, tienen más contenido. Ello no se atribuye solamente a la expresión de genes carotenogénicos, sino que se han identificado otros genes específicos, cuyo detalle escapa de los objetivos de esta Guía y remitimos a las referencias (Fu et al., 2014).

Los nísperos poseen importantes propiedades para la salud, reconocidas ya en la antigua China y documentadas durante miles de años. Los extractos de níspero poseen muchos antioxidantes, y diferentes extractos exhiben bioactividad capaz de contrarrestar inflamación, diabetes, cáncer, infecciones bacterianas, envejecimiento, dolor, alergias y otros problemas de salud (Zhou et al., 2019; Chiang et al., 2018). Lui et al., (2016) y Zhu et al. (2019), han publicado una importante revisión sobre el tema detallando los estudios realizados para cada uno de los fenotipos de enfermedad comentados, incluyendo también los posibles mecanismos de acción y la situación de la evidencia científica para cada uno. Tanto es así que los nísperos están siendo objeto de múltiples estudios a distintos niveles tanto in vitro, como en modelos animales y en humanos para obtener más evidencia al respecto para sus potenciales aplicaciones. Dentro de los múltiples efectos favorables de los nísperos, podemos destacar sus efectos protectores de la piel a múltiples niveles. Esta acción se atribuye preferentemente a sus triperpenoides y está siendo objeto de importantes investigaciones. Un mayor detalle sobre estos estudios y los mecanismos de protección sobre la piel se pueden encontrar en el trabajo de Tan et al. (2017).

6.2.3. Huellas

Para los albaricoques se dispone de datos relativos a la huella de carbono calculados por Peris-Martínez M.B. (2015) en España. La huella de carbono en España generada en los cultivos de albaricoque eran 1,16 kg de dióxido de carbono por cada kg de albaricoques que se producen. Además, también se han cuantificado los distintos sectores emisores referentes a transporte, residuos, aguas residuales, consumo de combustibles y consumo eléctrico (Cerutti et al., 2013). La huella de carbono en los cultivos de albaricoque es similar a las emisiones producidas en otros cultivos que hemos mencionado. De nuevo calcular las huellas ambientales resulta útil para conocer mejor las estrategias de mejora y apostar por fomentar la producción local “km cero”, mejor distribución de los pozos y aguas de riego necesarios, así como la reutilización y ahorro de energías siempre que sea posible (Chang, 2017).

La huella de carbono en los cultivos de albaricoque es similar a las emisiones producidas en otros cultivos que hemos mencionado (ciruelas y nísperos), se trata de cultivos más minoritarios que los de naranjas, peras o manzanas y por ello cuantitativamente en conjunto para el planeta el impacto es menor. Cada uno de ellos sin embargo tiene sus particularidades y además la huella de carbono puede aumentar por el transporte. Afortunadamente, en la Comunidad Valenciana disponemos de cultivo cercanos de albaricoques, ciruelas y nísperos, y si los consumimos de temporada y de proximidad el impacto ambiental será bajo. De nuevo calcular la huella ambiental en factores como el consumo de agua para el cultivo, la necesidad de pesticidas o agentes químicos y físicos, envasado, residuos, así como otras fuentes de energía y para el transporte resulta fundamental.

6.3. Bibliografía

Afrin, S., Gasparini, M., Forbes-Hernandez, T. Y., Reboredo-Rodriguez, P., Mezzetti, B., Varela-López, A., Giampieri, F., & Battino, M. (2016). Promising health benefits of the strawberry: A focus on

- clinical studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(22), 4435-4449. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00857>.
- Akhatou I, Fernández-Recamales A. Nutritional and nutraceutical quality of strawberries in relation to harvest time and crop conditions. *J Agric Food Chem*. 2014 Jun 25;62(25):5749-60. doi: 10.1021/jf500769x.
- Akhatou I, Sayago A, González-Domínguez R, Fernández-Recamales Á. Application of Targeted Metabolomics to Investigate Optimum Growing Conditions to Enhance Bioactive Content of Strawberry. *J Agric Food Chem*. 2017 Nov 1;65(43):9559-9567. doi: 10.1021/acs.jafc.7b03701.
- Asgary, S., Karimi, R., Momtaz, S., Naseri, R., & Farzaei, M. H. (2019). Effect of resveratrol on metabolic syndrome components: A systematic review and meta-analysis. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 20(2), 173-186. <https://doi.org/10.1007/s11154-019-09494-z>.
- Aversano, R., Basile, B., Buonincontri, M. P., Carucci, F., Carputo, D., Frusciante, L., & Di Pasquale, G. (2017). Dating the beginning of the Roman viticultural model in the Western Mediterranean: The case study of Chianti (Central Italy). *PloS One*, 12(11), e0186298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186298>.
- Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). *Fruit breeding (Vol. 8)*. Springer Science & Business Media.
- Bae, H., Yun, S. K., Yoon, I. K., Nam, E. Y., Kwon, J. H., & Jun, J. H. (2014). Assessment of organic acid and sugar composition in apricot, plumcot, plum, and peach during fruit development. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87.
- Breuss, J. M., Atanasov, A. G., & Uhrin, P. (2019). Resveratrol and its effects on the vascular system. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/ijms20071523>.
- Cerutti, A. K., Beccaro, G. L., Bagliani, M., Donno, D., & Bounous, G. (2013). Multifunctional ecological footprint analysis for assessing eco-efficiency: A case study of fruit production systems in Northern Italy. *Journal of Cleaner Production*, 40, 108-117.
- Chang, J. H. (2017). *Climate and agriculture: an ecological survey*. Routledge.
- Chiang, J.-T., Badrealam, K. F., Shibu, M. A., Cheng, S.-F., Shen, C.-Y., Chang, C.-F., Lin, Y.-M., Viswanadha, V. P., Liao, S.-C., & Huang, C.-Y. (2018). Anti-apoptosis and anti-fibrosis effects of *eriobotrya japonica* in spontaneously hypertensive rat hearts. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6). <https://doi.org/10.3390/ijms19061638>.
- De Andrés, M. T., Benito, A., Pérez-Rivera, G., Ocete, R., Lopez, M. A., Gaforio, L., Muñoz, G., Cabello, F., Martínez Zapater, J. M., & Arroyo-García, R. (2012). Genetic diversity of wild grapevine populations in Spain and their genetic relationships with cultivated grapevines. *Molecular Ecology*, 21(4), 800-816. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05395.x>.
- Enogieru, A. B., Haylett, W., Hiss, D. C., Bardien, S., & Ekpo, O. E. (2018). Rutin as a potent antioxidant: Implications for neurodegenerative disorders. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 6241017. <https://doi.org/10.1155/2018/6241017>.
- Erdogan A, Rao SS, Thiruvaiyaru D, Lee YY, Coss Adame E, Valestin J, O'Banion M. Randomised clinical trial: mixed soluble/insoluble fibre vs. psyllium for chronic constipation. *Aliment Pharmacol Ther*. 2016 Jul;44(1):35-44. doi:10.1111/apt.13647.
- Fenollosa Gallardo A, (2015). Estudio de viabilidad de un proyecto empresarial turístico referido al producto gastronómico en la ciudad de Gandía. Una apuesta por el gastroturismo (Doctoral dissertation).
- Folta, K. M., & Barbey, C. R. (2019). The strawberry genome: A complicated past and promising future. *Horticulture Research*, 6, 97. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0181-z>.
- Fu, X., Feng, C., Wang, C., Yin, X., Lu, P., Grierson, D., Xu, C., & Chen, K. (2014). Involvement of multiple phytoene synthase genes in tissue- and cultivar-specific accumulation of carotenoids in loquat. *Journal of Experimental Botany*, 65(16), 4679-4689. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru257>.
- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., & Battino, M. (2014). Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18), 3867-3876. <https://doi.org/10.1021/jf405455n>.

- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparri, M., Alvarez-Suarez, J. M., Afrin, S., Bompadre, S., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: An evidence based review. *Food & Function*, 6(5), 1386-1398. <https://doi.org/10.1039/c5fo00147a>.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 28(1), 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.009>.
- Gremillion, K. J., & Sobolik, K. D. (1996). Dietary variability among prehistoric forager-farmers of eastern north america. *Current Anthropology*, 37(3), 529-539. <https://doi.org/10.1086/204515>.
- Hagen, S., Khadari, B., Lambert, P., & Audergon, J.-M. (2002). Genetic diversity in apricot revealed by AFLP markers: Species and cultivar comparisons. *TAG. Theoretical and Applied Genetics. Theoretische Und Angewandte Genetik*, 105(2-3), 298-305. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0910-8>.
- Honari, M., Shafabakhsh, R., Reiter, R. J., Mirzaei, H., & Asemi, Z. (2019). Resveratrol is a promising agent for colorectal cancer prevention and treatment: Focus on molecular mechanisms. *Cancer Cell International*, 19, 180. <https://doi.org/10.1186/s12935-019-0906-y>.
- Hossain, A., Begum, P., Salma Zannat, M., Hafizur Rahman, M., Ahsan, M., & Islam, S. N. (2016). Nutrient composition of strawberry genotypes cultivated in a horticulture farm. *Food Chemistry*, 199, 648-652. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.056>.
- Hui Tan, Tamrakar Sonam, & Kuniyoshi Shimizu. (2017). The potential of triterpenoids from loquat leaves (*Eriobotrya japonica*) for prevention and treatment of skin disorder. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(5), 1030. <https://doi.org/10.3390/ijms18051030>.
- Iglesias-Carres, L., Mas-Capdevila, A., Bravo, F. I., Bladé, C., Arola-Arnal, A., & Muguerza, B. (2019). Optimization of extraction methods for characterization of phenolic compounds in apricot fruit (*Prunus armeniaca*). *Food & Function*, 10(10), 6492-6502. <https://doi.org/10.1039/c9fo00353c>.
- Ju, Y.-L., Xu, G.-Q., Yue, X.-F., Zhao, X.-F., Tu, T.-Y., Zhang, J.-X., & Fang, Y.-L. (2018). Effects of regulated deficit irrigation on amino acid profiles and their derived volatile compounds in cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/molecules23081983>.
- Kan, T., & Bostan, S. Z. (2010). Changes of contents of polyphenols and vitamin a of organic and conventional fresh and dried apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.). *World J Agric Sci*, 6, 120-126.
- Kayano, S., Kikuzaki, H., Fukutsuka, N., Mitani, T., & Nakatani, N. (2002). Antioxidant activity of prune (*Prunus domestica* L.) constituents and a new synergist. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(13), 3708-3712. <https://doi.org/10.1021/jf0200164>.
- Lambeau KV, McRorie JW Jr. Fiber supplements and clinically proven health benefits: How to recognize and recommend an effective fiber therapy. *J Am Assoc Nurse Pract*. 2017 Apr;29(4):216-223.
- Lietz G, Oxley A, Leung W, Hesketh J. Single nucleotide polymorphisms upstream from the β -carotene 15,15'-monooxygenase gene influence provitamin A conversion efficiency in female volunteers. *J Nutr*. 2012 Jan;142(1):161S-5S.
- Lin, S., Huang, X., Cuevas, J., & Janick, J. (2007). An ancient fruit crop with a promising future. *Chronica Horticulturae*, 47(2), 12-15.
- Liston, A., Cronn, R., & Ashman, T.-L. (2014). *Fragaria*: A genus with deep historical roots and ripe for evolutionary and ecological insights. *American Journal of Botany*, 101(10), 1686-1699. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400140>.
- Liu, W., Zhang, J., Jiao, C., Yin, X., Fei, Z., Wu, Q., & Chen, K. (2019). Transcriptome analysis provides insights into the regulation of metabolic processes during postharvest cold storage of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruit. *Horticulture Research*, 6, 49. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0131-9>.
- Liu, Y., Zhang, W., Xu, C., & Li, X. (2016). Biological activities of extracts from loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12). <https://doi.org/10.3390/ijms17121983>.

- Martorell, I., Perelló, G., Martí-Cid, R., Llobet, J. M., Castell, V., & Domingo, J. L. (2011). Human exposure to arsenic, cadmium, mercury, and lead from foods in Catalonia, Spain: temporal trend. *Biological trace element research*, 142(3), 309-322.
- McGovern, P. E., Luley, B. P., Rovira, N., Mirzoian, A., Callahan, M. P., Smith, K. E., Hall, G. R., Davidson, T., & Henkin, J. M. (2013). Beginning of viniculture in France. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(25), 10147-10152. <https://doi.org/10.1073/pnas.1216126110>.
- McGovern, P., Jalabadze, M., Batiuk, S., Callahan, M. P., Smith, K. E., Hall, G. R., Kvavadze, E., Maghradze, D., Rusishvili, N., Bouby, L., Failla, O., Cola, G., Mariani, L., Boaretto, E., Bacilieri, R., This, P., Wales, N., & Lordkipanidze, D. (2017). Early neolithic wine of georgia in the south caucasus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(48), E10309-E10318. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714728114>.
- Miller, K., Feucht, W., & Schmid, M. (2019). Bioactive compounds of strawberry and blueberry and their potential health effects based on human intervention studies: A brief overview. *Nutrients*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/nu11071510>.
- Mok, H. F., Williamson, V. G., Grove, J. R., Burry, K., Barker, S. F., & Hamilton, A. J. (2014). Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: a review. *Agronomy for sustainable development*, 34(1), 21-43.
- Morales-Quintana, L., & Ramos, P. (2019). Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*): An integrative and comprehensive review. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 119, 769-776. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.059>.
- Moustafa, K., & Cross, J. (2019). Production, pomological and nutraceutical properties of apricot. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 12-23. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3481-7>.
- Myles, S., Boyko, A. R., Owens, C. L., Brown, P. J., Grassi, F., Aradhya, M. K., Prins, B., Reynolds, A., Chia, J.-M., Ware, D., Bustamante, C. D., & Buckler, E. S. (2011). Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3530-3535. <https://doi.org/10.1073/pnas.1009363108>.
- Njuguna, W., Liston, A., Cronn, R., Ashman, T.-L., & Bassil, N. (2013a). Insights into phylogeny, sex function and age of *Fragaria* based on whole chloroplast genome sequencing. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66(1), 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.08.026>.
- Njuguna, W., Liston, A., Cronn, R., Ashman, T.-L., & Bassil, N. (2013b). Insights into phylogeny, sex function and age of *Fragaria* based on whole chloroplast genome sequencing. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66(1), 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.08.026>.
- Padula, M. C., Lepore, L., Milella, L., Ovesna, J., Malafrente, N., Martelli, G., & de Tommasi, N. (2013). Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. *Food Chemistry*, 140(4), 639-646. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.025>.
- Pérez-Álvarez, E. P., Martínez-Vidaurre, J. M., & Garde-Cerdán, T. (2019). Anthocyanin composition of grapes from three different soil types in cv. Tempranillo A.O.C. Rioja vineyards. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(10), 4833-4841. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9741>.
- Peris-Martínez, M. B. (2015). Contribución de la agricultura valenciana al calentamiento global. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la Agenda"*, 38, 1-20.
- Pincemail, J., Kevers, C., Tabart, J., Defraigne, J.-O., & Dommès, J. (2012). Cultivars, culture conditions, and harvest time influence phenolic and ascorbic acid contents and antioxidant capacity of strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Journal of Food Science*, 77(2), C205-210. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02539.x>.
- Pourhanifeh, M. H., Shafabakhsh, R., Reiter, R. J., & Asemi, Z. (2019). The effect of resveratrol on neurodegenerative disorders: Possible protective actions against autophagy, apoptosis, inflammation and oxidative stress. *Current Pharmaceutical Design*, 25(19), 2178-2191. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190717110932>.
- Qin, F., Yao, L., Lu, C., Li, C., Zhou, Y., Su, C., Chen, B., & Shen, Y. (2019). Phenolic composition, antioxidant and antibacterial properties, and in vitro anti-HepG2 cell activities of wild apricot

- (*Armeniaca sibirica* L. Lam) kernel skins. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 129, 354-364. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.05.007>.
- Rafe, T., Shawon, P. A., Salem, L., Chowdhury, N. I., Kabir, F., Bin Zahur, S. M., Akhter, R., Noor, H. B., Mohib, M. M., & Sagor, M. A. T. (2019). Preventive role of resveratrol against inflammatory cytokines and related diseases. *Current Pharmaceutical Design*, 25(12), 1345-1371. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190410153307>.
- Rahbar, A. R., Mahmoudabadi, M. M. S., & Islam, M. S. (2015). Comparative effects of red and white grapes on oxidative markers and lipidemic parameters in adult hypercholesterolemic humans. *Food & Function*, 6(6), 1992-1998. <https://doi.org/10.1039/c5fo00100e>.
- Ramos, M. C., & Martínez de Toda, F. (2019). Variability of Tempranillo grape composition in the Rioja DOCa (Spain) related to soil and climatic characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1153-1165. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9283>.
- Ramos-Madrigal, J., Runge, A. K. W., Bouby, L., Lacombe, T., Samaniego Castruita, J. A., Adam-Blondon, A.-F., Figueiral, I., Hallavant, C., Martínez-Zapater, J. M., Schaal, C., Töpfer, R., Petersen, B., Sicheritz-Pontén, T., This, P., Bacilieri, R., Gilbert, M. T. P., & Wales, N. (2019). Palaeogenomic insights into the origins of French grapevine diversity. *Nature Plants*, 5(6), 595-603. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0437-5>.
- Renaud, S., & de Lorgeril, M. (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet (London, England)*, 339(8808), 1523-1526. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)91277-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)91277-f).
- Rodríguez-Costa, S., Cardelle-Cobas, A., Roca-Saavedra, P., Porto-Arias, J. J., Miranda, J. M., & Cepeda, A. (2018). In vitro evaluation of the prebiotic effect of red and white grape polyphenolic extracts. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 74(1), 101-110. <https://doi.org/10.1007/s13105-017-0573-1>.
- Romero-Gámez, M., Miranda-Enamorado, L., & Suárez-Rey, E. (2019). Eutrofización y ecotoxicidad en el cultivo de la fresa (1.ª ed.). *Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*; ebook.
- Saleem, M., Asif, J., Asif, M., & Saleem, U. (2018). Amygdalin from apricot kernels induces apoptosis and causes cell cycle arrest in cancer cells: An updated review. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 18(12), 1650-1655. <https://doi.org/10.2174/1871520618666180105161136>.
- Sharpe, R. H. (2010). Loquat: botany and horticulture. *Horticult Rev*, 23, 233.
- Singh, A. P., Singh, R., Verma, S. S., Rai, V., Kaschula, C. H., Maiti, P., & Gupta, S. C. (2019). Health benefits of resveratrol: Evidence from clinical studies. *Medicinal Research Reviews*, 39(5), 1851-1891. <https://doi.org/10.1002/med.21565>.
- Singh, C. K., Liu, X., & Ahmad, N. (2015). Resveratrol, in its natural combination in whole grape, for health promotion and disease management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1348(1), 150-160. <https://doi.org/10.1111/nyas.12798>.
- Singh, C. K., Siddiqui, I. A., El-Abd, S., Mukhtar, H., & Ahmad, N. (2016). Combination chemoprevention with grape antioxidants. *Molecular Nutrition & Food Research*, 60(6), 1406-1415. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500945>.
- Suh N, Pezzuto JM. Strawberry fields forever? *Cancer Prev Res (Phila)*. 2012 Jan;5(1):30-3. doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-11-0534.
- Terral, J.-F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., Figueiral, I., Picq, S., Chevance, J.-B., Jung, C., Fabre, L., Tardy, C., Compan, M., Bacilieri, R., Lacombe, T., & This, P. (2010). Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: New morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*, 105(3), 443-455. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp298>.
- Van de Velde, F., Esposito, D., Overall, J., Méndez-Galarraga, M. P., Grace, M., Éliða Pirovani, M., & Lila, M. A. (2019). Changes in the bioactive properties of strawberries caused by the storage in oxygen- and carbon dioxide-enriched atmospheres. *Food Science & Nutrition*, 7(8), 2527-2536. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1099>.

- Vislocky, L. M., & Fernandez, M. L. (2010). Biomedical effects of grape products. *Nutrition Reviews*, 68(11), 656-670. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00335.x>.
- Waldbauer, K., Seiringer, G., Sykora, C., Dirsch, V. M., Zehl, M., & Kopp, B. (2018). Evaluation of apricot, bilberry, and elderberry pomace constituents and their potential to enhance the endothelial nitric oxide synthase (Enos) activity. *ACS Omega*, 3(9), 10545-10553. <https://doi.org/10.1021/acsomega.8b00638>.
- Wightman, J. D., & Heuberger, R. A. (2015). Effect of grape and other berries on cardiovascular health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1584-1597. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6890>.
- Xia, E.-Q., Deng, G.-F., Guo, Y.-J., & Li, H.-B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(2), 622-646. <https://doi.org/10.3390/ijms11020622>.
- Zhebentyayeva, T., Ledbetter, C., Burgos, L., & Llácer, G. (2012). Apricot. In *Fruit Breeding* (pp. 415-458). Springer, Boston, MA.
- Zhebentyayeva, T., Shankar, V., Scorza, R., Callahan, A., Ravelonandro, M., Castro, S., DeJong, T., Saski, C. A., & Dardick, C. (2019). Genetic characterization of worldwide *Prunus domestica* (Plum) germplasm using sequence-based genotyping. *Horticulture Research*, 6, 12. <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0090-6>.
- Zhou, J.-X., Braun, M. S., Wetterauer, P., Wetterauer, B., & Wink, M. (2019). Antioxidant, cytotoxic, and antimicrobial activities of glycyrrhiza glabra l. , Paeonia lactiflora pall. , And eriobotrya japonica(Thunb.) lindl. Extracts. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/medicines6020043>.
- Zhou, L., Xiao, X., Zhang, Q., Zheng, J., & Deng, M. (2019). Deciphering the anti-obesity benefits of resveratrol: The «gut microbiota-adipose tissue» axis. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 413. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00413>.



Capítulo 7. Verano

Rebeca Fernández Carrión, José Vicente Sorlí Guerola, Olga Portolés Reparaz, Rocío Barragán Bernal, Raúl Martínez Lacruz, Ignacio Manuel Giménez Alba, Oscar Coltell Simón, Dolores Corella Piquer.

En verano podemos encontrar gran variedad de frutas, de todas ellas vamos a detallar algunas de las más consumidas como son melocotón, sandía, melón, piña, plátanos y kiwi.

7.1. Melocotón

7.1.1. Origen y distribución

El melocotón (**Figura 7.1**) o *Prunus persica L.* es una de las frutas más típicas del verano. En general, aunque con diferencias según la variedad, el melocotón tiene una piel lisa



Figura 7.1. Melocotón.

con textura aterciopelada. El color de su piel habitualmente va del amarillo al naranja, incluyendo también variaciones cromáticas rosadas. Es el fruto del árbol melocotonero, y procede originalmente de China. Durante varios años se ha estado analizando el posible lugar en el que se originó el melocotonero, realizando varias publicaciones. Entre ellas, la que concreta más el lugar es la llevada a cabo por Zheng et al. (2014), a través del análisis y datación de la edad de hueso de melocotones en distintos lugares de China y otros países. En este estudio los huesos de melocotón más antiguos se encontraron en

Kuahujiao (8000-7000 a.C.), correspondientes a especies silvestres, proponiendo la región el valle del río Yangzi en China como el lugar de selección y domesticación de melocotones tempranos, en un proceso que comenzó al menos hace 7500 años.

El melocotón domesticado en China se dispersó hacia el oeste a Europa por la antigua Ruta de la Seda a través de Persia (actual Irán), y de Europa llegó a las Américas durante el siglo XVI. Hoy en día, los melocotoneros se cultivan en zonas templadas y subtropicales en todo el mundo (Yu et al., 2018). Después de la domesticación en China, el melocotón sido sometido a un largo período de selección por parte de los agricultores nativos, y en las últimas décadas, la cría específica dirigida por objetivos ha llevado a un aumento notable en la calidad de la fruta. El aumento en el tamaño de las frutas ha sido un factor clave en la historia de reproducción del melocotón, aumentando más de 10 veces desde el grupo silvestre a las variedades actuales (Li et al., 2019). Se sabe también que el sabor del melocotón ha sido otra de las variables clave para su selección, pasando del sabor amargo de los melocotones silvestres a los cultivares mejorados, que no son amargos y tienen un alto contenido de azúcar y una proporción diferentes de ácidos (Yu et al., 2018; Li et al., 2019).

El melocotón es un cultivo climatérico típico en el que también es importante la firmeza como rasgo. Los melocotones maduros se pueden dividir en tres fenotipos basados en el ablandamiento del mesocarpio: "blando", "no blando" y "duro como una piedra". Existe también un fenotipo intermedio que se caracteriza por el aumento de la suavidad con la madurez causada por la actividad de la endopoligalacturonasa durante las etapas avanzadas de maduración (Callaghan et al., 2004). La modulación de esta actividad es relevante para conseguir la firmeza óptima. Actualmente las variedades de melocotón más consumidas son:

- **Baby Gold:** con una piel rojiza amarillenta. La pulpa es dura y jugosa, pero al madurar tiende a ponerse blanda.
- **May Crest, Quee Crest:** tiene una piel rojo-anaranjada, la pulpa es amarilla y la textura es consistente, no tiende al reblandecimiento.
- **Merryl y Elegant lady:** tienen carne amarilla con piel aterciopelada de color rojo intenso, la pulpa es de color amarillo, tiene un sabor muy dulce y es tersa.
- El melocotón de **Calanda** tiene denominación de origen protegida y proceden de la variedad autóctona "Amarillo tardío" y sus clones seleccionados (Jesca, Evaisa y Calante). Su cultivo se localiza en la comarca del Bajo Aragón entre las provincias de Teruel y Zaragoza y la comprenden 46 municipios. Destaca por sus excelentes propiedades organolépticas de sabor, olor y textura. Es una variedad tardía que se comercializa a principios de septiembre. Su característica es que, durante los 2 últimos meses de crecimiento en el árbol, cada melocotón es embolsado uno a uno dentro de una bolsa protectora para garantizar su pureza y que no entre en contacto con productos químicos, y otros agentes que lo podrían alterar.

Actualmente en el mundo, el melocotón es uno de los cultivos frutales más importantes económicamente en regiones templadas. Su producción se estima en unos 25 millones de toneladas en 2016 (FAOSTAT; <http://faostat.fao.org>). A nivel internacional, son países productores de melocotón: China, Estados Unidos, Argentina, Chile, Grecia, Francia y España.

En la Comunidad Valenciana, desde 1994, existe “La Red Experimental Frutícola de la Comunidad Valenciana”, que cuenta con 15 fincas experimentales, abarcando las especies con más interés. En concreto, en el caso del melocotón, se ha establecido un proyecto I + D más completo (Llácer, et al., 2009). La Ribera Alta, El Camp de Turia y Les Valls representan las tres zonas agroclimáticas (precoz, semi-precoz y media, respectivamente) donde el cultivo del melocotonero se desarrolla. Los melocotones en la Comunidad Valenciana tienen una estacionalidad correspondiente a la primera quincena de mayo (Reig et al., 2013). No obstante, en otras regiones como Murcia, Extremadura, Tarragona o Barcelona, la estacionalidad es en julio, y en Lérida y Aragón en septiembre. Hoy día es el uno de los frutales más tecnificado y difundido del mundo.

7.1.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 7.1** se muestran los valores promedio de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales aportados por el melocotón. Los melocotones son una fuente importante de vitamina C y de carotenoides con actividad provitamínica A (alfa-caroteno, betacaroteno, luteína o zeaxantina) (Cao S et al., 2017; Gasparotto et al.,

Tabla 7.1. Tabla de composición de nutrientes para el melocotón por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	39	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	9	Retinol (vit. A)	0,0017	Calcio	8
Fibra	1,4	Tiamina (vit. B ₁)	0,03	Hierro	0,4
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,05	Magnesio	9
Saturadas	0,018	Niacina (vit. B ₃)	1	Fósforo	22
Monoinsaturadas	0,061	Vitamina B ₆	0,02	Potasio	260
Poliinsaturadas	0,079	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,003	Sodio	3
Proteínas (g)	0,6	Vitamina C	8	Zinc	0,06
Agua (g)	89	Vitamina E	0,5		

2014). Es también una fuente relevante de fibra. Esta fibra es una mezcla de ambos tipos de fibra, soluble e insoluble (con predominio de esta última), por lo que se produce una mejoría del tránsito intestinal y una posible reducción del riesgo de cáncer de colon (Lee et al., 2017; Cassiem et al., 2019). También contiene minerales, siendo el mayoritario el potasio.

Además de estos nutrientes, los melocotones también se caracterizan por ser una importante fuente de distintos polifenoles, muchos de ellos con gran potencial antioxidante. Zhao et al (2015) evaluaron el contenido en polifenoles de melocotones

procedentes de distintas variedades chinas y encontraron que los más relevantes fueron el ácido neoclorogénico, ácido clorogénico, procianidina B1, catequina, cianidin-3-O-glucósido, quercetina-3-O-galactósido, quercetina-3-O-glucósido, quercetina-3-O-rutinósido y kaempferol-3-O-rutinósido. Los midieron en la piel y en la fruta, y en general, la piel mostró más capacidad antioxidante. Hubo algunas diferencias en contenido según las variedades analizadas. En general, los cultivares e melocotones con concentraciones más altas de hidroxycinamatos y flavan-3-ols, presentaron actividades antioxidantes más elevadas que los demás, siendo considerados importantes fuentes de antioxidantes naturales. De manera similar, Belhadj et al., (2016), analizaron los compuestos fenólicos de cuatro variedades de melocotón considerando además el grado de maduración (de verde a rojo). Confirmaron el gran potencial de los compuestos fenólicos del melocotón como antioxidantes y también la influencia de la variedad y el grado de maduración en el contenido y la actividad de estos compuestos fenólicos, siendo este un factor a tener en cuenta a la hora de decidir qué tipo de melocotón consumir para promocionar mejor la salud.

El contenido en compuestos bioactivos del melocotón los hace candidatos a poseer efectos favorables frente a las principales enfermedades en las que tienen un papel importante la inflamación y el estrés oxidativo como la diabetes, fenotipos intermedios de enfermedades cardiovasculares, cáncer y otros procesos (Kono et al., 2013; Noratto et al., 2014; Noratto et al., 2015; Redondo et al., 2017; Rodríguez-González et al., 2018). Existen varios estudios en animales y algunos en humanos que han analizado estos efectos protectores, pero todavía son escasos y hay que seguir realizando más investigaciones.

7.1.3. Huellas

La mayor producción de melocotones tiene lugar en China. En dicho país, existen tres áreas geográficas principales de producción, la del norte, la región del noreste y la región del sureste. Sin embargo, las condiciones de producción de melocotones, incluido el clima, los tipos de suelo, los cultivares y las prácticas de cultivo son diferentes en cada región. No existían datos comparativos del impacto ambiental del cultivo de melocotón en China comparando las distintas áreas, y por ello Guo et al. (2018), realizaron un trabajo para calcular las huellas ambientales asociadas al cultivo de melocotones en China en estas áreas. Comparando estas tres regiones, la que tuvo una mayor emisión de gases con efecto invernadero fue la del Norte: 15,67 equivalentes de dióxido de carbono por ha., siendo las más bajas (2,5 veces las del norte) en la región del sureste. Al analizar los factores contribuyentes, se detectó que el uso de fertilizantes fue el principal factor contribuyente a las emisiones de gases con efecto invernadero, seguido del consumo de electricidad para el riego y para otros procesos. El uso de pesticidas también contribuyó a las huellas de carbono, pero sólo en un 5%. Por todo ello se concluyó que se puede mejorar y disminuir todavía más las huellas ambientales de los melocotones en China para que sea más sostenible.

En la Comunidad Valenciana hay datos de fijación y emisión directa e indirecta proporcionados por el CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y se ha consultado el balance de CO₂ de los melocotoneros, estimando que actúa retirando de la atmósfera, 128.753 toneladas de dióxido de carbono al año (Peris Martínez, 2015).

Desde distintos organismos también se está trabajando en el cálculo detallado de las huellas ambientales de los distintos cultivos de melocotones en España, así como en la mejora de su reducción. Además de estos valores, el consumo de melocotones de proximidad también es un importante factor para reducir la huella final de carbono en el ciclo de vida de los melocotones, así como comprarlos sin envases de plástico en su distribución.

7.2. Sandía y Melón

7.2.1. Origen y distribución

La familia *Cucurbitaceae* incluye numerosos cultivos ampliamente cultivados como la sandía *Citrullus lanatus* (Thunb.) y melón (*Cucumis melo* L.). Se describen a continuación.

7.2.1.1. Sandía

La sandía, también conocida como melón de agua, es uno de los frutos de mayor tamaño. Algunas variedades de sandías a veces pueden confundirse con los melones. Las características más destacadas que los distinguen son el grosor de la corteza de la fruta, la pulpa de la fruta por su color y forma, también el color y distribución de semillas dentro del fruto. Adicionalmente se distinguen por la forma de las láminas de las hojas, la distribución de flores en la planta, la forma de la fruta y las características de la superficie de la fruta. También se distinguen por otras características más técnicas de su cultivo y maduración en el campo (Sheng et al., 2012; Miller et al., 2013).

Aunque se acepta que el género *Citrullus* es de origen africano, ha habido un gran desacuerdo sobre en qué lugar de África se originó la sandía (Paris, 2015). Se han encontrado evidencias de su origen en el valle del Nilo unos 3000 años a.C. A través del Nilo pudo extenderse hasta llegar al Mediterráneo se distribuyó en los países ribereños como Italia o Grecia. Existen evidencias en la literatura que indican que, en la época romana, las sandías dulces de postre eran apreciadas en la tierra de Israel y en otros lugares del Mediterráneo. Se comían crudas y eran muy dulces (Paris, 2015). La extensión detallada del cultivo de la sandía por el Mediterráneo, así como sus usos y costumbres, ha sido revisada por Paris et al. (2013) en una investigación en la que analiza 13 manuscritos de la Europa mediterránea, que datan de 1300-1472, conteniendo ilustraciones originales y realistas de sandía, *Citrullus lanatus*, indicando un importante uso de esta fruta en la época medieval y en el Renacimiento. Tras el descubrimiento de América fueron los pobladores europeos los que introdujeron la sandía en el Nuevo Mundo, extendiendo su cultivo por todo el continente. Actualmente en Estados Unidos ha alcanzado una gran popularidad. Entre los rasgos seleccionados, en los últimos años se han preferido las sandías sin semillas, estando muy extendida esta variedad (Liu et al., 2017).

Los principales productores de sandía en el mundo son muchos de los primeros países que la cultivaron en Europa (Italia, España o Grecia), así como en Turquía, y también en China y Japón

7.2.1.2. Melón

El melón, *Cucumis melo* es una de las cucurbitáceas cultivadas más importantes desde hace miles de años. Se cultivan principalmente por su fruta, que generalmente tiene un sabor aromático dulce, con gran diversidad y tamaño. El color de la carne puede ser naranja, verde, blanco e incluso rosa. El color de la corteza también varía, así como la forma (redonda, o alargada). *Cucumis melo* se puede dividir en siete tipos distintos basados en las variaciones indicadas (Nuñez-Palenius et al., 2009). En cada región geográfica hay preferencias por el consumo de melones con unas u otras características.

El origen del melón todavía es objeto de debate. Se piensa que las formas verdaderamente salvajes de *Cucumis melo* se encuentran en África, Asia y Australia. Los resultados de análisis filogenéticos (Sebastian et al., 2010) sugieren que el ancestro salvaje de los melones domesticados es de Asia. Sin embargo, sobre la base del alto número de especies silvestres de *Cucumis* en África y su diversidad, el melón puede haber sido domesticado por primera vez en el continente africano (Endl et al., 2018). Apoyando esta domesticación en África están los hallazgos de las semillas de melón africanas en el Bajo Egipto son, que son más antiguas que los restos de melón asiático, que datan de 3700 a 3500 a.C. También en Australia se han encontrado restos de melones silvestres muy antiguos que soportan la tercera vía potencial del origen en Australia (Sebastian et al., 2010). Posteriormente su cultivo ha ido extendiéndose por Europa y de allí a las Américas. El nombre fue introducido por Lineo (1753) para las plantas domesticadas cultivadas en Suecia. Posteriormente, se describieron plantas morfológicamente similares en otros continentes y fueron incluidas en *Cucumis melo*. Para tener datos más detallados de las especies y variedades, así como de su origen y evolución en el tiempo, se dispone ya de resultados de estudios asociación de genoma completo para diferentes rasgos agronómicos que han identificado los genes y su selección asociados con la el tamaño de fruta, la calidad y los caracteres morfológicos y organolépticos, añadiendo más información sobre la historia de la domesticación del melón y proporciona información muy interesante para la mejora de nuevas variedades (Zhao et al., 2019). Actualmente se cultivan distintas variedades de melón de piel lisa como **Honeydew**, **Crenshaw** y **Casaba**. También se cultivan variedades de piel áspera como melón persa, y melón de Santa Claus. Sobresale el denominado melón **Cantaloupe**, que es muy consumido por su sabor dulce y es conocido por su forma y color característico, fundamentalmente en Italia y Estados Unidos.

En 2016, se cosecharon alrededor de 1,9 millones de toneladas de melón en el área mediterránea, con España, Italia y Francia representando a los principales productores europeos. En España existen diferentes variedades de melón. En el municipio de Torre Pacheco se cultivan más del 60 % de los melones de la Región de Murcia. La historia de estas plantaciones se remonta a comienzos del siglo XX, aunque en aquellos momentos tan sólo se destinaban al autoconsumo. Pero en los últimos años comenzó a cultivarse de forma extendida, y en la década de 1970 ya se comercializaban en los mercados nacionales y europeos. Otras variedades son la Futuro, Categoría y Piel de sapo. Se caracterizan por poseer frutos uniformes, alargados con pulpa blanca amarillenta, compacta, crujiente y muy dulce, aunque poco aromática. La corteza es de color verde y muy fina, en ocasiones reticulada. Las tres variedades albergan en su cavidad central centenares de semillas de color amarillo pálido. Su sabor es dulce y refrescante. Son

zonas productoras: Almería, Valencia, Castellón, Cuenca, Ciudad Real y Madrid (Callejón-Ferre et al., 2011).

7.2.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

7.2.2.1. Sandía

En la **Tabla 7.2** se presenta el aporte promedio de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales de la **sandía**. Es la fruta que mayor cantidad de agua contiene (95% de su peso), por lo que aporta muy poca energía (18 kcal por 100 gramos de porción

Tabla 7.2. Tabla de composición de nutrientes para la sandía por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	20	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	4,5	Retinol (vit. A)	0,0018	Calcio	7
Fibra	0,5	Tiamina (vit. B ₁)	0,02	Hierro	0,3
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	11
Saturadas	0,1	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	5,5
Monoinsaturadas	0	Vitamina B ₆	0,07	Potasio	120
Poliinsaturadas	0,1	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,003	Sodio	4
Proteínas (g)	0,4	Vitamina C	5	Zinc	0,1
Agua (g)	94,6	Vitamina E	0,1		

comestible). Contiene algunas cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales. En su composición es relevante su contenido en carotenoides sin actividad provitamínica (luteína y licopeno), entre los que destaca el licopeno (Naz et al., 2014), siendo este alimento una de las principales fuentes dietéticas del mismo (Shashirekha et al., 2015).

Varios estudios han asociado el licopeno con un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, ya que puede actuar favorablemente en el metabolismo del colesterol endógeno y también inhibir la oxidación del colesterol-LDL (Massa et al., 2016; Hong et al., 2018). Igualmente se ha descrito asociación del licopeno con la protección frente algunos tipos de cáncer (Dammak et al., 2019). Sin embargo, aunque existen múltiples estudios analizando los efectos del licopeno en estudios experimentales in vitro o en animales, así como en distintos tipos de diseños epidemiológicos, todavía falta aumentar el nivel de evidencia. Para conocer con más detalle el estado actual de la evidencia científica del papel protector del licopeno de la sandía en distintos tipos de enfermedades, no sólo cardiovasculares y cáncer, sino otras como diabetes, y

enfermedades oculares, entre otras, se recomienda la excelente revisión llevada a cabo con detalle sobre el tema y publicada por Naz et al. (2014).

Además del licopeno, las sandías contienen también otros compuestos fitoquímicos con propiedades, antioxidantes y antiinflamatorias que confieren protección frente a distintas enfermedades en varios tipos de estudios (Jayaprakasha et al., 2016; Jimoh et al., 2017), y que todavía requieren más consistencia en las investigaciones.

7.2.2.2. Melón

En la **Tabla 7.3** se presenta el aporte promedio de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales del melón. Al igual que la sandía, contiene también una altísima cantidad de

Tabla 7.3. Tabla de composición de nutrientes para el melón por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	27	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	6	Retinol (vit. A)	0,004	Calcio	14
Fibra	1	Tiamina (vit. B ₁)	0,04	Hierro	0,4
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	17
Saturadas	0,026	Niacina (vit. B ₃)	0,5	Fósforo	18
Monoinsaturadas	0,013	Vitamina B ₆	0,07	Potasio	320
Poliinsaturadas	0,015	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,003	Sodio	14
Proteínas (g)	0,6	Vitamina C	25	Zinc	0,1
Agua (g)	92,4	Vitamina E	0,1		

agua (90-95%) y una cantidad de azúcar menor que la de otras frutas, por lo que su contenido calórico es bajo.

Su aporte de vitamina C también es destacable, como lo es también su aporte de ácido fólico. Es de destacar también el alto contenido de esta fruta en provitamina A (principalmente betacaroteno) (Patel et al., 2017) para la que se han descrito efectos beneficiosos en distintas enfermedades oculares.

Además de estos compuestos, los melones son ricos en sustancias fitoquímicas que tienen un alto potencial bioactivo como potentes antioxidantes, antiinflamatorios, protectores de los ácidos nucleicos, antitumorales, y moduladores de enzimas en enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (Rolim et al., 2018; Ganji et al., 2019). Estos compuestos bioactivos se encuentran fundamentalmente en la piel y en las semillas, aunque también se pueden encontrar cantidades menores en la pulpa. En un reciente trabajo, Vella et al. (2019), nos muestran con gran detalle la composición en sustancias fitoquímicas de las principales partes del melón, así como señalan sus

potenciales efectos sobre la salud. Estos autores evaluaron el contenido total de polifenoles, orto-difenoles, flavonoides y taninos, así como la actividad antioxidante, concluyendo que las distintas partes del melón son una fuente de fitoquímicos naturales de utilidad en relación con la salud.

7.2.3. Huellas

Al estimar las huellas ambientales de la producción y consumo de melones y sandías en España y en la Comunidad Valenciana, hay que tener en cuenta especialmente la huella hídrica, ya que puede ser elevada en algunos cultivos (Zarei et al., 2017). La huella de carbono no es muy elevada si se realiza el consumo local de estas frutas, y aumentar con la exportación. Considerando el global de ciclo de vida de sandías y melones, hay que considerar la huella que producen sus desperdicios, ya que se genera un volumen elevado de basura por su corteza y piel. Como diversos estudios han demostrado que estos residuos contienen una parte importante de compuestos bioactivos, se están preparando estrategias para reutilizarlos y obtener extractos fitoquímicos (Vella et al., 2019).

7.3. Piña

7.3.1. Origen y distribución

La piña (**Figura 7.2**) es una de las frutas tropicales más consumidas. Pertenece al género *Ananas*, que significa “fruta excelente” en el idioma guaraní de Paraguay. Este género



Figura 7.2. Piña.

forma parte de la familia *Bromeliaceae*, que incluye más de 3,000 especies agrupadas en más de 50 géneros (Givnish et al., 2014). La piña un fruto compuesto de gran tamaño,

que tiene una cáscara escamosa, gruesa y dura. La parte comestible de la pulpa tiene color amarillo con distintas gamas según las especies y/o maduración. El sabor de las frutas maduras es muy agradable con matices dulces y ácidos. Destacan también sus hojas verdes rígidas en uno de sus extremos. La piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) se originó y domesticó en América del Sur. La domesticación tuvo lugar hace más de 6,000 años (Cheng et al., 2019). La piña se propaga clonalmente usando la corona de fruta frondosa u otras partes de la misma. Las formas silvestres de *Ananas comosus* se pueden encontrar en las tierras bajas neotropicales al este de los Andes, desde las costas del norte de América del Sur hasta el sur de Brasil y Paraguay, y se han desarrollado cultivares específicos para las laderas andinas, donde todavía son importantes en Colombia, Venezuela y Perú. Se observa también una mayor variación morfológica, fisiológica y genética al norte del río Amazonas, con dos variedades botánicas de piña silvestres, *Ananas comosus* var. *parguazensis* y *Ananas comosus* var. *Ananassoides* (Ming et al., 2015).

En el siglo del descubrimiento de América, la piña (*Ananas comosus* var. *Comosus* (L.) Merr., *Bromeliaceae*) se cultivaba ampliamente desde Mesoamérica y las Antillas hacia el sur hasta Paraguay y los valles húmedos a lo largo de la costa del Pacífico del Perú. Cuando Cristóbal Colón, en 1493, en su segundo viaje a América, llegó a Guadalupe en las Antillas, se encontró con los frutos de piña que es sorprendieron por su excelente sabor y fragancia y los llevaron al viejo continente. A finales del siglo XVI, la piña era pantropical y su desarrollo como primer cultivo mundial de frutas se basó en cultivares nativos americanos anteriores a al descubrimiento de América (Clement et al., 2010). En siglos posteriores, gracias al gran aumento de la producción y exportación de la piña en Hawai, se extendió el consumo de este fruto por muchas zonas del mundo. Hoy en día, la piña se cultiva en más de un millón de hectáreas de tierra en más de 80 países en todo el mundo, y se producen anualmente 24,8 millones de toneladas según datos de la FAO.

Los principales países productores de piña actualmente son las regiones tropicales de América, Asia y Oceanía, destacando Costa Rica, México, Brasil, Hawai, Tailandia, Filipinas y también en África, Kenia y Nigeria. En España se cultiva muy poca piña por las características que requiere este cultivo. La mayoría de las piñas consumidas son importadas. Existe cultivo de piña tropical importante en Canarias (fundamentalmente en el Valle del Golfo, en el hierro por su clima subtropical), representando el segundo cultivo más exportado en Canarias.

El cultivo de piña requiere unas condiciones climáticas muy específicas, no siendo viable en otros climas. Necesita temperaturas cálidas, con una media anual de 25-32°C, una humedad ambiental por encima del 60%, y también lluvias regulares durante todo el año. Actualmente es posible encontrar piña fresca en los mercados de España en cualquier parte del año, debido a que su cultivo está extendido en países de los dos hemisferios y se puede importar de los países que en cada momento tengan producción de temporada. Además de la piña fresca, existe una parte importante de comercialización de la piña en forma de fruta en conserva y también en zumo de piña natural y otras presentaciones de jugos.

7.3.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 7.4** se presenta el aporte promedio de energía, macronutrientes y vitaminas y minerales de la piña. La piña es rica en azúcares, y como es una fruta no climatérica, se debe cosechar cuando está lista para consumirse, ya que sólo madura en la planta. Si se colecta cuando está verde, tendrá poco azúcar y resultará demasiado ácida, con sabor poco agradable y tendrá también menos nutrientes. Un contenido mínimo de sólidos solubles de 12% y una acidez máxima de 1% asegurarán un sabor mínimo aceptable a los consumidores. Las vitaminas más abundantes son la C, B1 y B6, siendo también una fuente destacable de ácido fólico y de potasio y magnesio (Pérez Rodrigo et al., 2001).

La piña es extraordinariamente rica en compuestos bioactivos, lo cual le confiere interesantes propiedades protectoras para la salud. Uno de estos componentes

Tabla 7.4. Tabla de composición de nutrientes para la piña por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	49	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	11,5	Retinol (vit. A)	0,010	Calcio	12
Fibra	1,2	Tiamina (vit. B ₁)	0,07	Hierro	0,5
Grasas (g)	Trazas	Riboflavina (vit. B ₂)	0,02	Magnesio	14
Saturadas	0	Niacina (vit. B ₃)	0,3	Fósforo	11
Monounsaturadas	0,1	Vitamina B ₆	0,09	Potasio	250
Poliinsaturadas	0,1	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,011	Sodio	2
Proteínas (g)	0,5	Vitamina C	20	Zinc	0,15
Agua (g)	86,8	Vitamina E	0,1		

bioactivos es la bromelaína, que es una enzima proteolítica que degrada los enlaces peptídicos de las proteínas. Tiene muchos usos y aplicaciones a nivel industrial y se extrae del fruto, del tallo o de otras partes de la piña. Se emplea en la industria alimentaria para ablandar carnes, pero su interés está también en su efecto protector sobre varios procesos al ingerir la fruta. Actúa favoreciendo la digestión. También algunos estudios han mostrado que tiene capacidad de inhibición de la formación de nitrosaminas (Hatano, 2018). Ello es favorable porque las nitrosaminas pueden tener acción cancerígena y la inhibición de las mismas puede tener efectos protectores. Otros trabajos han investigado otros mecanismos de la bromelaína de la piña como protector frente a procesos tumorales en varios modelos de experimentación (Romano et al., 2014; Lee et al., 2019).

Otros compuestos bioactivos relevantes en la piña son los compuestos fenólicos (fundamentalmente ácidos fenólicos, como el ácido p-cumarico, ácido cafeico y otros fenólicos), los cuales destacan por sus propiedades antioxidantes y protectoras frente a distintos procesos relacionados con el estrés oxidativo, que convierten a esta fruta en

una excelente fuente de los mismos para protección cardiovascular, frente a síndrome metabólico y otros procesos relacionados (Riya et al., 2014; Dang et al., 2015; Septiembre-Malaterre et al., 2016). Todavía son necesarios más estudios en humanos para aumentar el nivel de evidencia.

7.3.3. Huellas

La piña se cultiva fundamentalmente en los países tropicales, por lo que salvo la que se pueda cultivar en Canarias, no disponemos de cultivos de proximidad y la huella de carbono al importar la fruta por el transporte al que se tiene que someter será alta. En origen, las huellas ambientales del cultivo de piña también pueden ser altas, según el tipo de cultivo. Normalmente los cultivos de piñas se distribuyen en grandes plantaciones comerciales, cuyas necesidades hídricas y nutritivas son dependientes de las condiciones climáticas de la estación. Estas grandes plantaciones, por medio de diversas técnicas agrícolas, mantienen la producción y distribución en todo el año, por tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero emergentes también aumentan o disminuyen en función de las energías y fertilizantes que se utilicen para que la producción se desarrolle (Paull et al., 2011). En un trabajo realizado para el cálculo de la huella de carbono de la producción de piña fresca y enlatada en una zona central Tailandia (Usubharatana et al., 2017), estimaron la huella de carbono del cultivo de piña era de 172 g de equivalentes de dióxido de carbono por kg de piña fresca. Siendo el uso de fertilizantes el factor que más contribuía al aumento de la huella de carbono (con un 58-79%). Además, para la piña enlatada había que sumar más equivalente de dióxido de carbono por el proceso de enlatado (738 g de equivalente de dióxido de carbono por lata), siendo la principal contribución la producción de envases (40%). Los autores indican que son valores altos y que es necesario introducir estrategias de mejorar en la producción de piñas para disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero en la producción.

En esta línea, debemos ampliar el conocimiento sobre los orígenes de los cultivos de este fruto e intentar fomentar la elección de cultivos producidos de la forma más ecológica posible (Usubharatana et al., 2017). Si bien es cierto, las plantaciones de piña en España se ven reducidas frente a otras producciones de fruta o países especializados en este cultivo (Lobo, M. G., et al., 2017). Debemos tomar conciencia de la huella ecológica que supone el consumo de este fruto y preservar la idea de reducir esta huella derivada en la medida de lo posible. Debemos intentar consumir las piñas producidas en las regiones más cercanas a nuestro país, o que empleen medios de transporte con menores emisiones de gases con efecto invernadero, así como las más ecológicas y que no supongan un riesgo al consumo sostenible (Brenton et al., 2010; Xu et al., 2015).

7.4. Plátano

7.4.1. Origen y distribución

El plátano (**Figura 7.3**) es una fruta tropical que tiene forma alargada o ligeramente curvada con piel gruesa, de color amarillo y con una característica que facilita su consumo, es muy fácil de pelar. La pulpa es blanca o amarillenta y carnosa y dulce. Los

plátanos y bananas (muchas veces se utilizan como sinónimos estos términos, aunque hay algunas diferencias según la variedad a la que nos refiramos), son plantas



Figura 7.3. Plátano.

monocotiledóneas del género *Musa* (*Musaceae*). Son originarios del sudeste asiático, donde se encuentran desde India hasta Polinesia. Estudios arqueológicos han indicado que el banano cultivado fue domesticado inicialmente por agricultores en el sudeste asiático hace unos 7,000 años, y posteriormente introducido en otras regiones del mundo por viajeros (Perrier et al., 2011). Existe discusión extensa sobre cuáles son los progenitores salvajes de las modernas bananas, habiéndose propuesto *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* han sido propuestas como los padres silvestres de los plátanos modernos (Heslop-Harrison et al., 2007).

Actualmente, el nombre científico *Musa × paradisiaca* (o *Musa paradisiaca*), con los nombres comunes de banana, banano o plátano, entre otros, hacen referencia a un gran número de plantas herbáceas del género *Musa*, híbridos obtenidos horticulturalmente que se originaron a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* (Perrier et al., 2011). A veces, se realiza una diferencia entre la denominación de banana, para referirnos a las frutas que se consumen crudas, mientras que se reserva el nombre de plátanos para aquellos que por su mayor contenido en fécula tienen que consumirse cocinados. Desde Indonesia se propagaron hacia el sur y el este, alcanzando Hawái y la Polinesia por etapas. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían el platanero a Sudamérica allá por el siglo XVI (Li et al., 2013).

Los plátanos cultivados difieren de sus parientes silvestres en ser sin semillas y partenocarpicos. Para proporcionar un marco para la clasificación del banano, Simmonds y Shepherd en 1955, dividieron los bananos cultivados en genotipos AA, AB, AAA, AAB y ABB sobre la base de descriptores morfológicos cualitativos y composición del genoma. Este sistema proporciona una clasificación clara y coherente para el banano

cultivado y, por lo tanto, ha sido ampliamente aceptado. Básicamente consiste en lo siguiente: los bananos son monocotiledóneas, originadas de cruces intra e interespecíficas entre *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B). A partir de ellas, y por orden de importancia económica, existen bananos triploides (AAA, AAB y ABB), diploides (AA y AB) y tetraploides (AAAA, AAAB y AABB) (Li et al., 2013).

Por otra parte, la taxonomía de las aproximadamente 50 especies dentro del género *Musa* es todavía confusa, debido a la reproducción vegetativa generalizada y la ocurrencia natural de muchos híbridos. Varios autores dividen este género en cuatro secciones: *Eumusa* y *Rhodochlamys* con un número básico de cromosomas de $x=11$, *Australimusa* ($x=10$) y *Callimusa* ($x=10$ o $x=9$) (Heslop-Harrison et al., 2007).

Los primeros países productores de bananas son India, China, Filipinas y los países latinoamericanos. Son estos países, desde los que más se importan las bananas a Europa (Sáez et al., 2014). España es el primer productor de plátanos en Europa gracias a la producción de plátanos de Canarias. Se estima que existen unos 9000 productores de plátanos en Canarias con una cosecha anual algo superior a las 400.000 toneladas. El plátano de canarias es el único plátano que ha conseguido el reconocimiento europeo como Indicación Geográfica Protegida (<https://platanodecanarias.es/>).

A Canarias llegaron los plátanos procedentes de Guinea Ecuatorial, y actualmente la variedad que se cultiva es la de los cultivares triploides de *Musa acuminata*, identificados en la terminología de variedades de plátano con las letras AAA (tres juegos de cromosomas procedentes de *Musa acuminata* y ninguno de *Musa balbisiana*). Los plátanos de canarias tienen un tamaño mediano, con piel amarilla y sus características motitas. Son plátanos aptos para frutos de tamaño medio, piel amarilla delgada con características motitas y que son aptos para consumirse crudos.

7.4.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 7.5** se muestran los valores promedio de energía, macronutrientes, vitaminas y minerales que aportan los plátanos. Son ricos en hidratos de carbono, siendo el almidón es el hidrato de carbono mayoritario en los estadios previos de maduración del plátano, y a medida que se produce esta maduración, el almidón pasa a disacáridos como sacarosa o monosacáridos como glucosa y fructosa, dando el sabor dulce característico (Pérez-Rodrigo et al., 2001).

Además, el plátano es muy rico en fibras, tanto soluble como insoluble (Agama-Acevedo et al., 2015) por lo que tiene utilidad para regular el tránsito intestinal. El plátano contiene cantidades apreciables de provitamina A y vitaminas del grupo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina y piridoxina (B6). Aporta también ácido fólico y vitamina C. El plátano es muy rico en potasio y magnesio. Además, posee una cantidad de sodio muy baja (Qamar, et al., 2018; Ashokkumar et al., 2018).

El plátano también contiene inulina, un tipo de fructooligosacárido no digerible por las enzimas intestinales, que alcanzan el tracto final del intestino y tienen efectos beneficiosos (Hekmat et al., 2015; Shalini et al., 2017).

El plátano, además de relevancia nutricional, tiene también una gran relevancia fenofarmacológica, ya que posee unos usos terapéuticos aclamados. La piel del plátano

Tabla 7.5. Tabla de composición de nutrientes para el plátano por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	89	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	20	Retinol (vit. A)	0,018	Calcio	9
Fibra	3,4	Tiamina (vit. B ₁)	0,06	Hierro	0,6
Grasas (g)	0,3	Riboflavina (vit. B ₂)	0,07	Magnesio	38
Saturadas	0,11	Niacina (vit. B ₃)	0,8	Fósforo	28
Monoinsaturadas	0,04	Vitamina B ₆	0,51	Potasio	350
Poliinsaturadas	0,09	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,022	Sodio	1
Proteínas (g)	1,2	Vitamina C	10	Zinc	0,23
Agua (g)	75,1	Vitamina E	0,2		

es conocida por su uso local en las zonas tropicales y subtropicales para promover la curación de heridas, principalmente de quemaduras. En una reciente revisión sobre su uso fenofarmacológico, Pereira et al., (2015), evalúan las propiedades fitoquímicas y las actividades biológicas de la pulpa y piel de varias especies del género *Musa*. Indicaron que la composición química de la cáscara y la pulpa del plátano comprende principalmente carotenoides, compuestos fenólicos y aminos biogénicas. El potencial biológico de estas frutas está directamente relacionado con su composición química, particularmente como suplementos de provitamina A, como antioxidantes potenciales atribuidos a sus constituyentes fenólicos, así como en su contribución al tratamiento de la enfermedad de Parkinson, ya que contienen en l-dopa y dopamina, por lo que pueden tener importantes desarrollos en fitomedicina. En la misma línea se han publicado otras revisiones de los efectos protectores para la salud de los compuestos bioactivos de los plátanos, fundamentalmente a través de sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios, entre otros (Singh et al., 2016; Nwidi et al., 2019).

Pero más allá de los efectos de los compuestos bioactivos en forma de extractos, interesa el efecto saludable del consumo de plátano como fruta, fundamentalmente fresca, aunque también hay un consumo más minoritario de fruta en forma de puré, o desecada. Aunque algunos estudios han analizado en diseños epidemiológicos observacionales o en estudios de intervención a corto plazo los efectos de los distintos tipos de bananas sobre fenotipos de obesidad, diabetes, síndrome metabólico, enfermedades digestivas y de enfermedades cardiovasculares, todavía son necesarios más estudios en humanos para tener mayor nivel de evidencia (Falcomer et al., 2019).

7.4.3. Huellas

La reducción de la huella ecológica en los cultivos de plátanos reside en tener en cuenta y priorizar el consumo de plátanos que se produzcan lo más cercano posible a nuestra localización. En este sentido, tal como hemos visto en el origen de esta fruta, las condiciones de clima que necesita lo ubican en regiones tropicales y subtropicales (Roibás et al., 2016), por ello, intentar reducir la huella de carbono generada en el transporte es el punto de referencia principal que podemos abordar cuando hacemos toma de decisión en la adquisición de este tipo de frutos (Reay D., 2019).

En esta misma línea, se priorizará el consumo de plátanos de Canarias, puesto que este producto llega a la península generando una huella de emisión de gases de efecto invernadero menor que si consumimos los producidos en otros continentes o regiones mucho más lejanas al punto de consumo. Además, en el cultivo de estos plátanos ya se están aplicando estrategias de reducción de la huella de carbono y de la huella hídrica (Bockel, 2018).

7.5. Kiwi

7.5.1. Origen y distribución

Los kiwis (**Figura 7.4**), son los frutos de la *actinidia* que es un árbol de la familia de las *Actinidiáceas* y del género *Actinidia*. Existen distintas especies y variedades. En general el más consumido es el de piel de color marrón oscuro, conteniendo una pulpa verde, de sabor ácido agradable y unas semillas muy numerosas de color pardo, muy oscuro, casi negro (Rosen, 2008) (*Actinidia deliciosa*). Existen también variedades con pulpa de color amarillo, más dulces que la anterior (*Actinidia chinensis* var. *Chinensis*) y se suelen llamar comúnmente variedad dorada o gold. El kiwi es originario del valle del río Yangtze en el norte de China y la provincia de Zhejiang en la costa del este de China, lugares en los que crecía de forma silvestre hace miles de años (Ferguson, 2013). Las primeras semillas de kiwi fueron llevadas por los misioneros a Nueva Zelanda a principios de 1900. Allí, Alexander Allison, Bruno Just y Hayward Wright, reconocieron el potencial de la fruta y pronto se convirtió en un cultivo popular. La especie *Actinidia deliciosa*, comúnmente llamada kiwi verde, originaria de China fue introducida en Nueva Zelanda en 1904 y fue cultivada desde entonces en muchas regiones templadas (Nishiyama et al., 2007). De allí, se remitieron varias plantas a California, donde se cultivaron y se siguen cultivando actualmente. Además de Nueva Zelanda y Estados Unidos, el kiwi también se cultiva comercialmente en Sudáfrica, Chile y algunos países mediterráneos como Italia, donde se introdujo a principios de 1970. Poco después el kiwi también se introdujo en España. Actualmente el primer productor mundial de kiwi es China, seguido de Italia, Nueva Zelanda, Chile, Grecia, Turquía, Irán y Francia.

En España el cultivo del kiwi va despertando cada vez más interés y se están superando algunas dificultades iniciales en el mismo. Los primeros lugares del cultivo del kiwi



Figura 7.4. Kiwi.

estuvieron en Galicia y se extendió por la cornisa cantábrica. Primero, por toda la cornisa cantábrica (Galicia, Asturias y País Vasco). Posteriormente, se cultivó en Navarra, la Rioja y Aragón. Le siguió el Mediterráneo con Cataluña, Valencia y las Islas Baleares), incorporándose también Extremadura y Canarias.

7.5.2. Perfil de nutrientes y relación con la salud

En la **Tabla 7.6** se presentan los valores promedio del aporte de energía, macronutrientes, vitaminas y mineral del kiwi. El kiwi es una fuente muy importante de fibra, fundamentalmente de tipo insoluble que provoca un efecto laxante suave y además protector intestinal (Cunillera et al., 2015).

En cuanto a la composición vitamínica, cabe destacar la elevada cantidad de vitamina C en el kiwi que lo hace muy recomendable como fuente de ésta. Además, en cuanto a vitaminas destaca también en el kiwi el aporte de vitamina E (Drummond et al., 2013). Existen también trabajos que han comparado el aporte de nutrientes según las variedades de kiwi, focalizando en el kiwi verde y el kiwi dorado. En general, aunque existe alguna pequeña variación en algunos nutrientes, en cuanto al aporte de vitamina C, éste es muy alto en ambas especies de kiwi (Sivakumaran et al., 2018). En el kiwi también se han aislado ácidos orgánicos como el ácido actinídico (Lahlou, 2001), que posee actividad antibiótica, entre otras (Drummond et al., 2013).

Actualmente existe mucha investigación sobre los efectos favorables del kiwi para la salud. Además de los estudios in vitro y en animales de experimentación para estar el potencial bioactivo de los compuestos antioxidantes, antiinflamatorios,

anticancerígenos, etc., existen también múltiples ensayos clínicos realizados en humanos, fundamentalmente para testar los efectos del kiwi en el intestino y su acción protectora frente a distintos problemas intestinales (Chang et al., 2010; Eady et al., 2019).

Además de estos fenotipos intestinales, son muy numerosos otros fenotipos analizados como la reducción del estrés oxidativo, protección frente a resfriados, reducción de la

Tabla 7.6. Tabla de composición de nutrientes para el kiwi por la base de datos española de composición de alimentos (BEDCA), siguiendo los estándares europeos de la red de excelencia europea EuroFir y la coordinación y financiación de AESAN.

Valor nutricional por cada 100g					
Energía (kcal)	52	Vitaminas (mg)		Minerales (mg)	
Carbohidratos (g)	10,6	Retinol (vit. A)	0,003	Calcio	25
Fibra	1,9	Tiamina (vit. B ₁)	0,01	Hierro	0,4
Grasas (g)	0,5	Riboflavina (vit. B ₂)	0,03	Magnesio	15
Saturadas	0,1	Niacina (vit. B ₃)	0,6	Fósforo	35
Monoinsaturadas	0,1	Vitamina B ₆	0,15	Potasio	290
Poliinsaturadas	0,4	Ácido fólico (vit. B ₉)	0,0293	Sodio	4
Proteínas (g)	1,1	Vitamina C	59	Zinc	0,1
Agua (g)	85,9	Vitamina E	1,12		

presión arterial, reducción de triglicéridos y colesterol plasmático, y otras propiedades beneficiosas ampliamente revisadas por Stonehouse et al. (2013), aunque también advierten de que puedan existir personas alérgicas a esta fruta. En relación con los efectos protectores del kiwi sobre la salud, Richardson et al., (2018), no presentan una revisión más actualizada y completa sobre el tema, cuya lectura se aconseja para tener una visión global integrada de la evidencia científica al respecto.

7.5.3. Huellas

Actualmente, aunque se producen kiwis en España, la mayoría de su consumo es importado. En la producción de kiwis, según los resultados observados tras la valoración de la huella carbónica producida (Vinyes et al., 2018), es en la etapa de fertilización donde se identifica el principal contribuyente a la huella de carbono (44%). El impacto del uso de maquinaria y la infraestructura involucrada en la producción de kiwis son factores importantes a tener en cuenta cuando se comparan los sistemas de capacitación, ya que dependiendo del rendimiento pueden aumentar las emisiones de dióxido de carbono por kg de fruta producida (Guroo et al., 2017). En este sentido, y de igual forma que para otras frutas tropicales y subtropicales, consideradas de ecosistemas cálidos y húmedos (Guroo et al., 2017), debemos reforzar las políticas de mercado que refuercen el consumo de productos locales o lo más próximos posible,

teniendo en cuenta también las huellas de carbono y huellas hídricas de dichos cultivos en origen, para seleccionar aquellos en los que las huellas ambientales de producción sean menores. Si esto no es posible, hay que tener información y comprender las distancias (en km) que supone la exportación de dichas frutas, y entender las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen al consumir este producto frente a otros (Michos et al., 2018; Cazarro, et al., 2019). De esta forma, se pretende el aumento de la concienciación por parte de los consumidores y su aportación en la reducción de la huella carbónica e hídrica que emerge de los cultivos de frutas en general, y, en este caso, del kiwi.

7.6. Bibliografía

- Agama-Acevedo, E., Nuñez-Santiago, M. C., Alvarez-Ramirez, J., & Bello-Pérez, L. A. (2015). Physicochemical, digestibility and structural characteristics of starch isolated from banana cultivars. *Carbohydrate polymers*, 124, 17-24.
- Ashokkumar, K., Elayabalan, S., Shobana, V. G., Sivakumar, P., & Pandiyan, M. (2018). Nutritional value of cultivars of Banana (*Musa spp.*) and its future prospects. *J Pharmacogn Phytochem*, 7, 2972-2977.
- Belhadj, F., Somrani, I., Aissaoui, N., Messaoud, C., Boussaid, M., & Marzouki, M. N. (2016). Bioactive compounds contents, antioxidant and antimicrobial activities during ripening of *Prunus persica* L. varieties from the North West of Tunisia. *Food Chemistry*, 204, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.111>.
- Belhadj, F., Somrani, I., Aissaoui, N., Messaoud, C., Boussaid, M., & Marzouki, M. N. (2016). Bioactive compounds contents, antioxidant and antimicrobial activities during ripening of *Prunus persica* L. varieties from the North West of Tunisia. *Food Chemistry*, 204, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.111>.
- Bockel, L., Schiettecatte, L. S., & Debrune, O. (2018). Life cycle assessment and carbon footprint of banana cultivation Agriculture Organization (FAO), Italy. In *Achieving sustainable cultivation of bananas* (pp. 301-322). Burleigh Dodds Science Publishing.
- Brenton, P., Edwards-Jones, G., & Jensen, M. F. (2010). Carbon footprints and food systems: do current accounting methodologies disadvantage developing countries?. The World Bank.
- Callahan, A. M., Scorza, R., Bassett, C., Nickerson, M., & Abeles, F. B. (2004). Deletions in an endopolygalacturonase gene cluster correlate with non-melting flesh texture in peach. *Functional Plant Biology*, 31(2), 159. <https://doi.org/10.1071/FP03131>.
- Cao S, Liang M, Shi L, Shao J, Song C, Bian K, Chen W, Yang Z. Accumulation of carotenoids and expression of carotenogenic genes in peach fruit. *Food Chem*. 2017 Jan 1;214:137-146. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.07.085.
- Cassiem W, de Kock M. The anti-proliferative effect of apricot and peach kernel extracts on human colon cancer cells in vitro. *BMC Complement Altern Med*. 2019 Jan 29;19(1):32. doi: 10.1186/s12906-019-2437-4.
- Cazarro, I., Duarte, R., & Sánchez-Chóliz, J. (2019). Water Footprint and Food Products. In *Environmental Water Footprints* (pp. 45-74). Springer, Singapore.
- Chang, C.-C., Lin, Y.-T., Lu, Y.-T., Liu, Y.-S., & Liu, J.-F. (2010). Kiwifruit improves bowel function in patients with irritable bowel syndrome with constipation. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 19(4), 451-457.
- Chen, L.-Y., VanBuren, R., Paris, M., Zhou, H., Zhang, X., Wai, C. M., Yan, H., Chen, S., Alonge, M., Ramakrishnan, S., Liao, Z., Liu, J., Lin, J., Yue, J., Fatima, M., Lin, Z., Zhang, J., Huang, L., Wang, H., ... Ming, R. (2019). The bracteatus pineapple genome and domestication of clonally propagated crops. *Nature Genetics*, 51(10), 1549-1558. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0506-8>.

- Clement, C., De Cristo-Araújo, M., Coppens D'Eeckenbrugge, G., Alves Pereira, A., & Picanço-Rodrigues, D. (2010). Origin and domestication of native amazonian crops. *Diversity*, 2(1), 72-106. <https://doi.org/10.3390/d2010072>.
- Cunillera, O., Almeda, J., Mascort, J. J., Basora, J., & Marzo-Castillejo, M. (2015). Mejora del estreñimiento funcional con la ingesta de kiwi en una población mediterránea: Estudio piloto abierto no randomizado. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(2), 58-67.
- Dang, Y., & Zhu, C. (2015). Genomic study of the absorption mechanism of p-coumaric acid and caffeic acid of extract of *Ananas comosus* L. leaves. *Journal of Food Science*, 80(3), C504-509. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12774>.
- Drummond, L. (2013). The composition and nutritional value of kiwifruit. *Advances in Food and Nutrition Research*, 68, 33-57. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394294-4.00003-1>.
- Eady, S. L., Wallace, A. J., Butts, C. A., Hedderley, D., Drummond, L., Ansell, J., & Gearry, R. B. (2019). The effect of 'Zesy002' kiwifruit (*actinidia chinensis* var. *chinensis*) on gut health function: A randomised cross-over clinical trial. *Journal of Nutritional Science*, 8, e18. <https://doi.org/10.1017/jns.2019.14>.
- Endl, J., Achigan-Dako, E. G., Pandey, A. K., Monforte, A. J., Pico, B., & Schaefer, H. (2018). Repeated domestication of melon (*Cucumis melo*) in Africa and Asia and a new close relative from India. *American Journal of Botany*, 105(10), 1662-1671. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1172>.
- Falcomer, A. L., Riquette, R. F. R., de Lima, B. R., Ginani, V. C., & Zandonadi, R. P. (2019). Health benefits of green banana consumption: A systematic review. *Nutrients*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/nu11061222>.
- Ferguson, A. R. (2013). Kiwifruit: The wild and the cultivated plants. *Advances in Food and Nutrition Research*, 68, 15-32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394294-4.00002-X>.
- Ganji, S. M., Singh, H., & Friedman, M. (2019). Phenolic content and antioxidant activity of extracts of 12 melon (*Cucumis melo*) peel powders prepared from commercial melons. *Journal of Food Science*, 84(7), 1943-1948. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14666>.
- Gasparotto J, Somensi N, Bortolin RC, Girardi CS, Kunzler A, Rabelo TK, Schnorr CE, Moresco KS, Bassani VL, Yatsu FK, Vizzotto M, Raseira Mdo C, Zanotto-Filho A, Moreira JC, Gelain DP. Preventive supplementation with fresh and preserved peach attenuates CCl4-induced oxidative stress, inflammation and tissue damage. *J Nutr Biochem*. 2014 Dec;25(12):1282-95. doi: 10.1016/j.jnutbio.2014.07.004.
- Givnish, T. J., Barfuss, M. H. J., Ee, B. V., Riina, R., Schulte, K., Horres, R., Gonsiska, P. A., Jabaily, R. S., Crayn, D. M., Smith, J. A. C., Winter, K., Brown, G. K., Evans, T. M., Holst, B. K., Luther, H., Till, W., Zizka, G., Berry, P. E., & Sytsma, K. J. (2014). Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 71, 55-78. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.10.010>.
- Guo, C., Wang, X., Li, Y., He, X., Zhang, W., Wang, J., Shi, X., Chen, X., & Zhang, Y. (2018). Carbon footprint analyses and potential carbon emission reduction in china's major peach orchards. *Sustainability*, 10(8), 2908. <https://doi.org/10.3390/su10082908>.
- Guroo, I., Wani, S. A., Wani, S. M., Ahmad, M., Mir, S. A., & Masoodi, F. A. (2017). A review of production and processing of kiwifruit. *Journal of Food Processing and Technology*, 8(10).
- Hekmat, S., Morgan, K., Soltani, M., & Gough, R. (2015). Sensory evaluation of locally-grown fruit purees and inulin fibre on probiotic yogurt in mwanza, Tanzania and the microbial analysis of probiotic yogurt fortified with *Moringa oleifera*. *Journal of health, population, and nutrition*, 33(1), 60.
- Heslop-Harrison, J. S., & Schwarzacher, T. (2007). Domestication, genomics and the future for banana. *Annals of Botany*, 100(5), 1073-1084. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm191>.
- Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2016). A metabolomics approach to identify and quantify the phytochemicals in watermelons by quantitative (1)HNMR. *Talanta*, 153, 268-277. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.02.060>.

- Jimoh, T. O., Ademiluyi, A. O., Oboh, G., & Boligon, A. A. (2017). Phenolic extracts and amino acids content from *Cucumeropsis mannii* naudin and *Citrullus lanatus* inhibit relevant enzymes of erectile dysfunction in rat's penile tissue. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 12, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.08.001>.
- Kono, R., Okuno, Y., Nakamura, M., Inada, K., Tokuda, A., Yamashita, M., Hidaka, R., & Utsunomiya, H. (2013). Peach (*Prunus persica*) extract inhibits angiotensin II-induced signal transduction in vascular smooth muscle cells. *Food Chemistry*, 139(1-4), 371-376. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.019>.
- Lee J, Shin A, Oh JH, Kim J. Colors of vegetables and fruits and the risks of colorectal cancer. *World J Gastroenterol*. 2017 Apr 14;23(14):2527-2538. doi:10.3748/wjg.v23.i14.2527.
- Lee, J.-H., Lee, J.-T., Park, H.-R., & Kim, J.-B. (2019). The potential use of bromelain as a natural oral medicine having anticarcinogenic activities. *Food Science & Nutrition*, 7(5), 1656-1667. <https://doi.org/10.1002/fsn3.999>.
- Li, L.-F., Wang, H.-Y., Zhang, C., Wang, X.-F., Shi, F.-X., Chen, W.-N., & Ge, X.-J. (2013). Origins and domestication of cultivated banana inferred from chloroplast and nuclear genes. *PloS One*, 8(11), e80502. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080502>.
- Li, Y., Cao, K., Zhu, G., Fang, W., Chen, C., Wang, X., Zhao, P., Guo, J., Ding, T., Guan, L., Zhang, Q., Guo, W., Fei, Z., & Wang, L. (2019). Genomic analyses of an extensive collection of wild and cultivated accessions provide new insights into peach breeding history. *Genome Biology*, 20(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s13059-019-1648-9>.
- Liu, Q., Zhao, X., Brecht, J. K., Sims, C. A., Sanchez, T., & Dufault, N. S. (2017). Fruit quality of seedless watermelon grafted onto squash rootstocks under different production systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(14), 4704-4711. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8338>.
- Llácer, G., Alonso, J. M., Rubio, M. J., Batlle, I., Iglesias, I., Vargas, F. J., ... & Badenes, M. L. (2009). Situación del material vegetal de melocotonero utilizado en España. *Itea*, 195(1), 67-83.
- Michos, M. C., Menexes, G. C., Mamolos, A. P., Tsatsarelis, C. A., Anagnostopoulos, C. D., Tsaoulia, A. D., & Kalburtji, K. L. (2018). Energy flow, carbon and water footprints in vineyards and orchards to determine environmentally favourable sites in accordance with Natura 2000 perspective. *Journal of Cleaner Production*, 187, 400-408.
- Ming, R., VanBuren, R., Wai, C. M., Tang, H., Schatz, M. C., Bowers, J. E., Lyons, E., Wang, M.-L., Chen, J., Biggers, E., Zhang, J., Huang, L., Zhang, L., Miao, W., Zhang, J., Ye, Z., Miao, C., Lin, Z., Wang, H., ... Yu, Q. (2015). The pineapple genome and the evolution of CAM photosynthesis. *Nature Genetics*, 47(12), 1435-1442. <https://doi.org/10.1038/ng.3435>.
- Naz, A., Butt, M. S., Sultan, M. T., Qayyum, M. M. N., & Niaz, R. S. (2014). Watermelon lycopene and allied health claims. *EXCLI Journal*, 13, 650-660.
- Nishiyama, I. (2007). Fruits of the actinidia genus. *Advances in Food and Nutrition Research*, 52, 293-324. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(06\)52006-6](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(06)52006-6).
- Noratto, G., Martino, H. S. D., Simbo, S., Byrne, D., & Mertens-Talcott, S. U. (2015). Consumption of polyphenol-rich peach and plum juice prevents risk factors for obesity-related metabolic disorders and cardiovascular disease in Zucker rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 26(6), 633-641. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2014.12.014>.
- Noratto, G., Porter, W., Byrne, D., & Cisneros-Zevallos, L. (2014). Polyphenolics from peach (*Prunus persica* var. Rich Lady) inhibit tumor growth and metastasis of MDA-MB-435 breast cancer cells in vivo. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25(7), 796-800. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2014.03.001>.
- Núñez-Palenius, H. G., Gomez-Lim, M., Ochoa-Alejo, N., Grumet, R., Lester, G., & Cantliffe, D. J. (2008). Melon fruits: Genetic diversity, physiology, and biotechnology features. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(1), 13-55. <https://doi.org/10.1080/07388550801891111>.
- Nwidu, L. L., Alikwe, P. C. N., Elmorsy, E., & Carter, W. G. (2019). An investigation of potential sources of nutraceuticals from the niger delta areas, nigeria for attenuating oxidative stress. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/medicines6010015>.

- Paris, H. S. (2015). Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Annals of Botany*, 116(2), 133-148. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv077>.
- Paris, H. S., Daunay, M.-C., & Janick, J. (2013). Medieval iconography of watermelons in Mediterranean Europe. *Annals of Botany*, 112(5), 867-879. <https://doi.org/10.1093/aob/mct151>.
- Paull, R. E., & Duarte, O. (2011). Pineapple. *Tropical fruits*, Volume 1, (Ed. 2), 327-365.
- Pereira, A., & Maraschin, M. (2015). Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*, 160, 149-163. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.008>.
- Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J, Gondra Rezola J, Orduna Zubiri J (2001). Frutas. En: Guías Alimentarias para la Población Española. Madrid: Sociedad Española Nutrición Comunitaria (SENC) pp.61-73.
- Peris-Martínez, M. B. (2015). Contribución de la agricultura valenciana al calentamiento global. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la Agenda"*, 38, 1-20.
- Perrier, X., De Langhe, E., Donohue, M., Lentfer, C., Vrydaghs, L., Bakry, F., Carreel, F., Hippolyte, I., Horry, J.-P., Jenny, C., Lebot, V., Risterucci, A.-M., Tomekpe, K., Doutrelepont, H., Ball, T., Manwaring, J., de Maret, P., & Denham, T. (2011). Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(28), 11311-11318. <https://doi.org/10.1073/pnas.1102001108>.
- Qamar, S., & Shaikh, A. (2018). Therapeutic potentials and compositional changes of valuable compounds from banana-A review. *Trends in food science & technology*, 79, 1-9.
- Reay, D. (2019). Climate-Smart Bananas. In *Climate-Smart Food* (pp. 81-91). Palgrave Pivot, Cham.
- Redondo, D., Arias, E., Oria, R., & Venturini, M. E. (2017). Thinned stone fruits are a source of polyphenols and antioxidant compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(3), 902-910. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7813>.
- Reig, G., Iglesias, I., Gatiús, F., & Alegre, S. (2013). Antioxidant capacity, quality, and anthocyanin and nutrient contents of several peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] grown in Spain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(26), 6344-6357.
- Richardson, D. P., Ansell, J., & Drummond, L. N. (2018). The nutritional and health attributes of kiwifruit: A review. *European Journal of Nutrition*, 57(8), 2659-2676. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1627-z>.
- Riya, M. P., Antu, K. A., Vinu, T., Chandrakanth, K. C., Anilkumar, K. S., & Raghu, K. G. (2014). An in vitro study reveals nutraceutical properties of *Ananas comosus* (L.) Merr. Var. Mauritius fruit residue beneficial to diabetes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 943-950. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6340>.
- Rodríguez-González, S., Pérez-Ramírez, I. F., Castaño-Tostado, E., Amaya-Llano, S., Rodríguez-García, M. E., & Reynoso-Camacho, R. (2018). Improvement of physico-chemical properties and phenolic compounds bioavailability by concentrating dietary fiber of peach (*Prunus persica*) juice by-product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8), 3109-3118. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8812>.
- Roibás, L., Elbehri, A., & Hospido, A. (2016). Carbon footprint along the Ecuadorian banana supply chain: Methodological improvements and calculation tool. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2441-2451.
- Rolim, P. M., Fidelis, G. P., Padilha, C. E. A., Santos, E. S., Rocha, H. a. O., & Macedo, G. R. (2018). Phenolic profile and antioxidant activity from peels and seeds of melon (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*) and their antiproliferative effect in cancer cells. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira De Pesquisas Medicas E Biologicas*, 51(4), e6069. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20176069>.
- Romano, B., Fasolino, I., Pagano, E., Capasso, R., Pace, S., De Rosa, G., Milic, N., Orlando, P., Izzo, A. A., & Borrelli, F. (2014). The chemopreventive action of bromelain, from pineapple stem (*Ananas comosus* L.), on colon carcinogenesis is related to antiproliferative and proapoptotic

- effects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 58(3), 457-465.
<https://doi.org/10.1002/mnfr.201300345>.
- Sáez, J. A. L., & Soto, J. P. (2014). El cultivo mundial más importante después de los cereales. *Quercus*.
<https://www.revistaquercus.es/noticia/4404/articulos-de-fondo/historia-natural-de-los-platanos-y-las-bananas.html>.
- Sebastian, P., Schaefer, H., Telford, I. R. H., & Renner, S. S. (2010). Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(32), 14269-14273. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005338107>.
- Septembre-Malaterre, A., Stanislas, G., Douraguia, E., & Gonthier, M.-P. (2016). Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. *Food Chemistry*, 212, 225-233.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.147>.
- Shalini, R., Abinaya, G., Saranya, P., & Antony, U. (2017). Growth of selected probiotic bacterial strains with fructans from Nendran banana and garlic. *LWT-Food Science and Technology*, 83, 68-78.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits—A review. *Food Chemistry*, 206, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>.
- Sivakumaran, S., Huffman, L., Sivakumaran, S., & Drummond, L. (2018). The nutritional composition of zespri® sungold kiwifruit and zespri® sweet green kiwifruit. *Food Chemistry*, 238, 195-202.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.118>.
- Stonehouse, W., Gammon, C. S., Beck, K. L., Conlon, C. A., von Hurst, P. R., & Kruger, R. (2013). Kiwifruit: Our daily prescription for health. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 91(6), 442-447. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2012-0303>.
- Taxonomy and origins of cultivated bananas. (1956). *Nature*, 177(4520), 1111-1111.
<https://doi.org/10.1038/1771111a0>.
- Usubharatana, P., & Phunggrassami, H. (2017). Evaluation of opportunities to reduce the carbon footprint of fresh and canned pineapple processing in central thailand. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4), 1725-1735. <https://doi.org/10.15244/pjoes/69442>.
- Vella, F. M., Cautela, D., & Laratta, B. (2019). Characterization of polyphenolic compounds in cantaloupe melon by-products. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(6).
<https://doi.org/10.3390/foods8060196>.
- Vinyes, E., Asin, L., Alegre, S., Gasol, C. M., & Muñoz, P. (2018). Carbon footprint and profitability of two apple cultivation training systems: Central axis and Fruiting wall. *Scientia Horticulturae*, 229, 233-239.
- Xu, Z., Sun, D. W., Zeng, X. A., Liu, D., & Pu, H. (2015). Research developments in methods to reduce the carbon footprint of the food system: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(9), 1270-1286.
- Yu, Y., Fu, J., Xu, Y., Zhang, J., Ren, F., Zhao, H., Tian, S., Guo, W., Tu, X., Zhao, J., Jiang, D., Zhao, J., Wu, W., Wang, G., Ma, R., Jiang, Q., Wei, J., & Xie, H. (2018). Genome re-sequencing reveals the evolutionary history of peach fruit edibility. *Nature Communications*, 9(1), 5404.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-07744-3>.
- Zhao, G., Lian, Q., Zhang, Z., Fu, Q., He, Y., Ma, S., Ruggieri, V., Monforte, A. J., Wang, P., Julca, I., Wang, H., Liu, J., Xu, Y., Wang, R., Ji, J., Xu, Z., Kong, W., Zhong, Y., Shang, J., ... Huang, S. (2019). A comprehensive genome variation map of melon identifies multiple domestication events and loci influencing agronomic traits. *Nature Genetics*, 51(11), 1607-1615.
<https://doi.org/10.1038/s41588-019-0522-8>.
- Zhao, X., Zhang, W., Yin, X., Su, M., Sun, C., Li, X., & Chen, K. (2015). Phenolic composition and antioxidant properties of different peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars in China. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(3), 5762-5778.
<https://doi.org/10.3390/ijms16035762>.

Zhao, X., Zhang, W., Yin, X., Su, M., Sun, C., Li, X., & Chen, K. (2015). Phenolic composition and antioxidant properties of different peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars in China. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(3), 5762-5778. <https://doi.org/10.3390/ijms16035762>.

Zheng, Y., Crawford, G. W., & Chen, X. (2014). Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China. *PloS One*, 9(9), e106595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106595>.



Capítulo 8. Recomendaciones

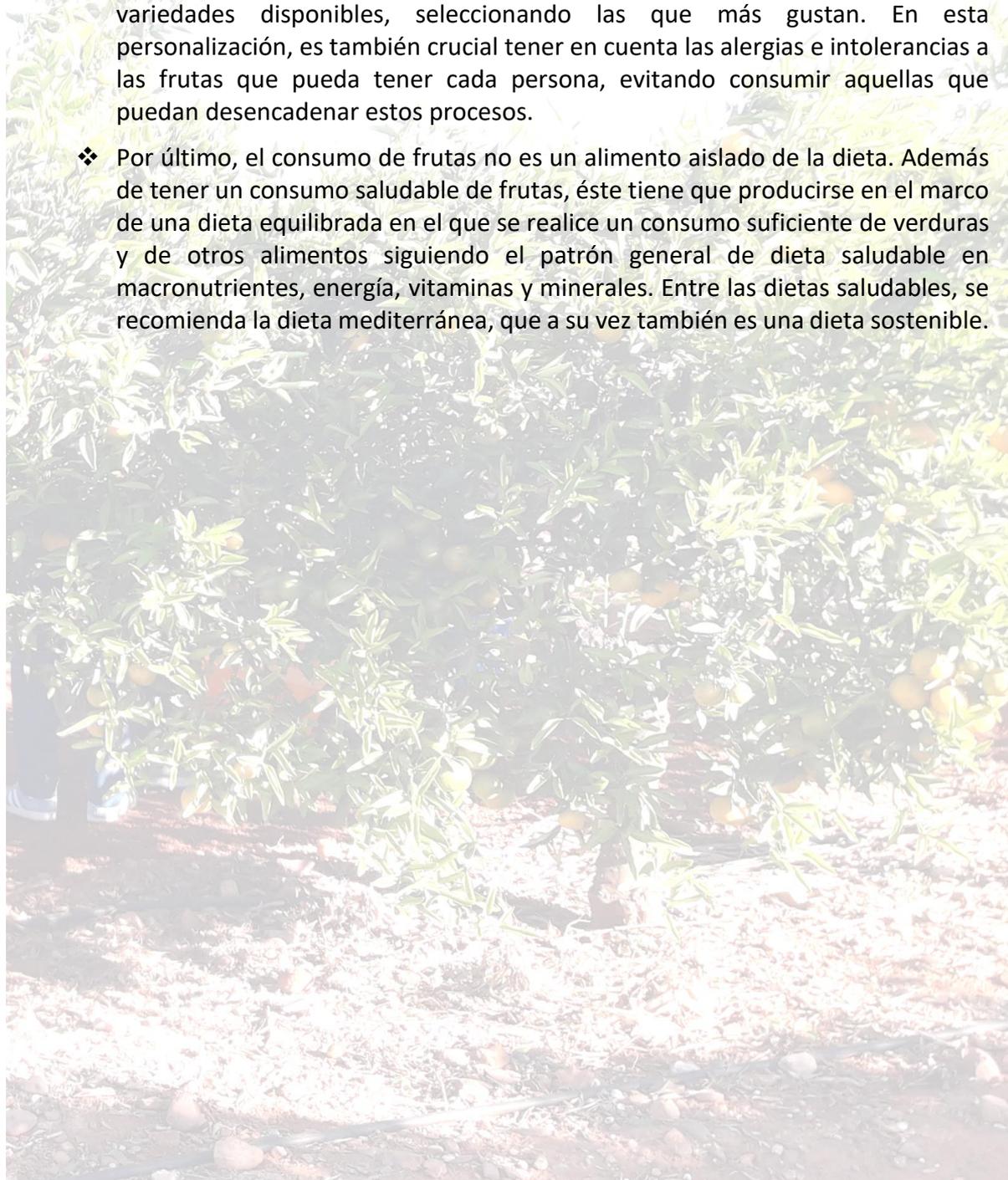
Tras presentar la situación actual del consumo de frutas en el entorno universitario, así como las evidencias de los efectos protectores del consumo de frutas para la salud; tanto de manera general como para frutas específicas, sin olvidar los efectos que tiene la producción y consumo de frutas sobre el medioambiente, y los objetivos de promoción de la salud de las personas y del planeta, formulamos las siguientes recomendaciones para alcanzar un consumo de fruta saludable y sostenible:

- ❖ El consumo de frutas en el entorno universitario es bajo y es necesario incrementar la cantidad de fruta consumida hasta alcanzar las recomendaciones. Estas recomendaciones pueden variar según el organismo o sociedad que las formula, pero teniendo en cuenta nuestro contexto mediterráneo, consideramos adecuado seguir las recomendaciones de un consumo saludable de fruta en la dieta mediterránea que se establecen en un mínimo de tres raciones al día.
- ❖ El consumo de fruta no sólo tiene que ser saludable, sino también sostenible, por ello además de considerar la cantidad de raciones de fruta al día, hay que tener en cuenta los impactos ambientales del consumo de dicha fruta y procurar consumir aquellas con menor impacto ambiental.
- ❖ Para la valoración del impacto ambiental existen datos de las denominadas huellas ambientales de cada fruta según zonas de producción. Estas huellas son fundamentalmente la huella de carbono, centrada en la emisión de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de cada fruta; y la huella hídrica, relacionada con la cantidad de agua utilizada en sus modalidades verde, azul y gris. Se aconseja consultar dicha información cuando esté disponible y elegir las frutas que presenten unas huellas más pequeñas.
- ❖ En la valoración de las huellas de las frutas, no sólo es importante tener en cuenta las huellas asociadas con su producción, sino que hay que considerar dichas huellas en el marco general del ciclo de vida de la fruta. En esta perspectiva más global, se tiene en cuenta también el procesado postcosecha, los envases, el transporte, así como los residuos que se generan tras el consumo. Se aconseja consumir frutas de temporada y de proximidad para disminuir la emisión de gases con efecto invernadero generados por el almacenamiento y transporte, así como consumir las frutas mínimamente procesadas, sin plásticos y reducir los residuos. España es un país en el que existe una producción excelente de fruta de proximidad y tenemos que aprovechar esta ventaja para tener nuestra dieta más saludable y sostenible.
- ❖ Aunque actualmente debido al comercio internacional, al almacenamiento en atmósferas controladas y a los invernaderos, podemos tener muchas especies

de frutas casi todo el año, se aconseja documentarse sobre las frutas típicas de cada temporada (otoño, invierno, primavera y verano) en cada zona, para consumir con mayor frecuencia las frutas de temporada en cada estación. Ello además de reducir la huella de carbono, permitirá disfrutar mejor de las características organolépticas de las frutas como sabor, olor, textura y también de un mayor contenido de nutrientes y sustancias bioactivas no nutritivas.

- ❖ Cada fruta tiene una composición promedio en energía, macronutrientes, fibras, vitaminas, minerales y otros compuestos bioactivos denominados sustancias fitoquímicas protectoras con gran capacidad antioxidante (fundamentalmente polifenoles), y que puede diferir según variedad, estado de maduración, conservación y temporada de recolección de la fruta. Para optimizar mejor el contenido de estos nutrientes y otras sustancias bioactivas, se recomienda consumir las frutas de temporada, en las que su contenido suele ser mayor, así como seleccionar en la medida de lo posible las variedades que sean más ricas en estos compuestos.
- ❖ En relación con el aporte de energía, las frutas son en general bajas en calorías y ricas en agua. Sin embargo, algunas de ellas sí que pueden aportar un poco más de energía que otras, y si estamos realizando dietas hipocalóricas, conviene conocer las que aportan menos calorías para seleccionarlas preferentemente para su consumo.
- ❖ En cuanto al aporte de fibra, vitaminas, minerales y otros componentes bioactivos no nutritivos, cada fruta tiene una composición particular que conviene conocer para seleccionar aquellas más apropiadas a nuestros requerimientos nutricionales. En general casi todas son buenas fuentes de fibra, vitaminas y componentes bioactivos de gran potencial antioxidante y antiinflamatorio, por lo que, de manera general, se puede recomendar realizar un consumo variado de dichas frutas para asegurarnos que tomamos lo mejor de cada una, aunque por sus características especiales resulta recomendable realizar un consumo frecuente de cítricos, al menos una vez al día o cada dos días cuando esta fruta es de temporada.
- ❖ El consumo de fruta fresca es la mejor opción para consumir fruta, que nos aporta todos los componentes de la misma, incluida la fibra que además nos puede aportar poder saciante. En aquellas frutas con piel comestible como manzanas y peras, se aconseja consumirlas con piel ya que se ha demostrado que en la misma existe gran cantidad de polifenoles y otros compuestos bioactivos en mayor concentración. Los zumos 100% naturales, exprimidos en casa, se consideran en las recomendaciones de dieta mediterránea como un equivalente de ración de fruta, también se considera esta equivalencia en otros organismos. Este punto ha sido discutido por varios investigadores indicando que no sería conveniente equiparlos, sin embargo, partiendo de la base de que no es igual el zumo que la fruta, sí que podríamos admitir como ración de fruta un vaso de zumo natural 100% exprimido en casa, cuando este zumo sea una de las tres raciones de fruta consumidas al día (no todas, ni dos), y se realice en el marco de una dieta saludable en la que existe un abundante consumo de fibra a través de verduras. El zumo de naranjas es una buena opción en este caso.

- ❖ En el marco actual de la denominada nutrición personalizada, el consumo de frutas puede adaptarse muy bien a esta personalización comenzando por la selección de las frutas que más se adapten a las necesidades de energía, nutrientes y compuestos fitoquímicos de cada persona. No sólo esto es importante, sino que también cada persona tiene unas preferencias por sabores, colores y texturas de fruta, que se pueden obtener fácilmente de cada una de las variedades disponibles, seleccionando las que más gustan. En esta personalización, es también crucial tener en cuenta las alergias e intolerancias a las frutas que pueda tener cada persona, evitando consumir aquellas que puedan desencadenar estos procesos.
- ❖ Por último, el consumo de frutas no es un alimento aislado de la dieta. Además de tener un consumo saludable de frutas, éste tiene que producirse en el marco de una dieta equilibrada en el que se realice un consumo suficiente de verduras y de otros alimentos siguiendo el patrón general de dieta saludable en macronutrientes, energía, vitaminas y minerales. Entre las dietas saludables, se recomienda la dieta mediterránea, que a su vez también es una dieta sostenible.



Guía para el consumo de frutas saludable y sostenible

