

# Desde la salud vegetal a la salud planetaria

Hacia la mejora de la salud de personas, animales y un mayor equilibrio de los ecosistemas

La salud vegetal, o la consciencia de salud y enfermedad en los vegetales, viene de muy antiguo. Se conoce, por ejemplo, que Homero (900 a.C.) mencionaba las propiedades terapéuticas del azufre sobre algunas enfermedades vegetales, y que Demócrito (460–370 a.C.) recomendaba controlar algunas enfermedades fúngicas en plantas mediante el residuo de la extracción del aceite de oliva. Entre todos ellos, quizás el griego Teofrasto (371–287 a.C.) (**figura 1**), precursor de muchos estudios de botánica y física, fue también uno de los iniciadores de la consciencia sobre la salud de las plantas y de la necesidad de controlar sus enfermedades.

Después de la Grecia antigua, fueron los romanos, con Plinio (Gaius Plinius Secundus, 23–79 d.C.) a la cabeza, con su obra sobre Historia Natural, los continuadores de los trabajos de los griegos, y que fueron referencia hasta principios de la era moderna, o poco antes. Entre los años 1800 y 1900, los estudios de Tillet (Mathieu Tillet, 1714–1791), Zallinger (Johann Baptista Zallinger, 1731–1785) y Unger (Franz Unger, 1800–1870), establecieron los pilares de la fitopatología moderna, con permiso de Khün (Julius Gotthelf Kühn, 1825–1910) y Millardet (Pierre Marie Alexis Millardet 1838–1902), entre otros. Con estos autores se fue estableciendo la relación causa-efecto, es decir, la relación entre un organismo microbiano y los síntomas y síndromes de

**Jaume Almacellas Gort.**

Servicio de Sanidad Vegetal. Generalitat de Catalunya.

La premisa de este artículo se fundamenta en el hecho de que cuidando los vegetales adecuadamente cuidamos también nuestra salud y la del planeta o, al menos, deberíamos. La salud de nuestros vegetales, los cultivos, los bosques, los parques y jardines urbanos, las plantas de nuestro balcón o terraza, llevada de forma responsable, respetuosa con las personas y con el ambiente supone un acto de generosidad hacia una mejora de nuestro entorno y, como consecuencia, de nuestros ecosistemas, también de nuestra salud y, finalmente, de todo nuestro ecosistema planetario.



las enfermedades que este provoca. Posteriormente, autores como Berkeley (Miles Joseph Berkeley, 1803–1889) y De Bary (Heinrich Anton de Bary, 1831–1888) fueron sentando las bases de la ciencia de la patología vegetal, a la vez que establecieron acalorados debates sobre los conceptos que iban desarrollando. A partir de este momento, la patología vegetal como ciencia, y los medios de lucha contra las enfermedades de las plantas, se fueron desarrollando hasta hoy en día.

### Salud vegetal y relación con la salud humana y animal

Paralelamente a los estudiosos sobre enfermedades vegetales, se fue generando un cuerpo de conocimiento para la salud humana y animal liderado por Pasteur (Louis Pasteur, 1822–1895) y Koch (Heinrich Hermann Robert Koch, 1843–1910). De hecho, los postulados de Koch aún hoy en día se siguen usando frecuentemente en patología vegetal para determinar si un organismo es el causante de una enfermedad.

Con la ciencia moderna, se fue estableciendo el método científico, desde Hume (David Hume, 1711-1776) o Newton (Isaac Newton, 1643-1727), basado en el conocimiento de los hechos observa-

**FIG. 1** Teofrasto (460–370 a.C.) es considerado padre de la botánica y un precursor de la fitopatología.



bles, y cuyo comportamiento analítico ha derivado, a veces, en una idea presumiblemente equivocada, de aislar el conocimiento sobre el mismo objeto de análisis sin tener demasiado en cuenta sus interrelaciones con su entorno o con otros objetos de estudio. Posteriormente, esta idea solamente analítica se ha ido matizando y modificando por otros autores como Popper (Karl Raimund Popper, 1902–1994) o Kuhn (Thomas Samuel Kuhn, 1922–1996), cuyas propuestas amplían el campo de observación y cons-

tituyen una nueva idea de enfoque científico, más transversal, quizás más escéptica, pero también más universal en cuanto a perspectiva. En este punto, nos preguntamos cómo todo este conocimiento y avances han influido en el concepto de salud, que tiene en inicio una perspectiva solamente humana, pero que ha ido mirando también hacia otros conceptos de salud que evolucionaban paralelamente, como la salud animal y la salud vegetal.

Desde sus inicios la salud vegetal, nacida como patología vegetal o fitopatología, ha estado relacionada y entrelazada con la salud animal y la salud humana, si bien esta consciencia, de forma colectiva, solamente se ha puesto de manifiesto recientemente en las últimas décadas o casi desde finales del siglo

XX y principios del siglo XXI. Cuestiones problemáticas, como por ejemplo la aparición de las resistencias microbianas a los productos químicos que usamos para controlarlas, se han tenido que observar, entender y gestionar desde todos los puntos de vista de la salud. Debido a la aparición de cepas microbianas super-resistentes, como en las especies *Acinetobacter baumannii* Bouvet & Grimond o *Pseudomonas aeruginosa* (J. Schröter) Migula, que ponen en entredicho la eficacia de los productos antibióticos

para curar las enfermedades infecciosas humanas, se ha cuestionado, e incluso prohibido, el uso de los antibióticos en agricultura y se permite su uso en medicina animal con muchos inconvenientes y restricciones.

## El mundo vegetal y su salud

La salud vegetal o también conocida como sanidad vegetal, ha tenido como enfoque principal a los cultivos, cuya producción y rendimientos se pueden ver comprometidos ante la aparición de cualquier plaga o enfermedad. Es, pues, una disciplina científica en apoyo de la actividad económica agrícola. Pero hoy en día, ya no es solamente la actividad económica de los cultivos agrícolas lo que importa a la sociedad. Nuestros bosques, nuestras dehesas, nuestras praderas, nuestros ecosistemas esteparios o, también, nuestros árboles que conviven en pueblos, ciudades, carreteras o caminos, o nuestros parques y jardines, públicos o privados, suponen un objeto de protección para nuestro bienestar y salud, puesto que nos aportan un intangible que va mucho más allá de una actividad económica.

De esta forma las masas forestales, no solamente las productivas sino también las relacionadas con el paisaje, la estética o las actividades lúdicas, como los parques y jardines, los setos y jardineras de las calles, o los campos para actividades deportivas, se han sumado y requieren trabajos de cuidado de su salud. Igualmente, las importaciones, las exportaciones, o las campañas de detección de organismos de cuarentena en los territorios, han pasado a ser una prioridad debido, no solamente a su impacto económico, sino también paisajístico, turístico y/o social. Vemos, pues, que los ámbi-



tos vegetales objeto de protección se han ampliado hacia una visión más global de nuestro entorno.

Por todo lo anterior, la sanidad vegetal se ha ido generalizando y la sociedad tomando conciencia de la necesidad de cuidar los vegetales, en una idea más global que se promociona desde todas las organizaciones responsables a distinto nivel (local, regional o mundial) de la

salud de los vegetales. Por este motivo, las Naciones Unidas declararon el año 2020 como el Año Internacional de la Sanidad Vegetal (AISV, **figura 2**), con el objetivo de “una oportunidad única para concienciar a la población mundial sobre cómo la protección de la salud de las plantas puede ayudar a erradicar el hambre, reducir la pobreza, proteger el medio ambiente e impulsar el desarrollo económico” (<https://www.fao.org/plant-health-2020/home/es/>). Recomendamos visitar esta página web.

**FIG. 2** Promoción del Año Internacional de la Salud o Sanidad Vegetal.

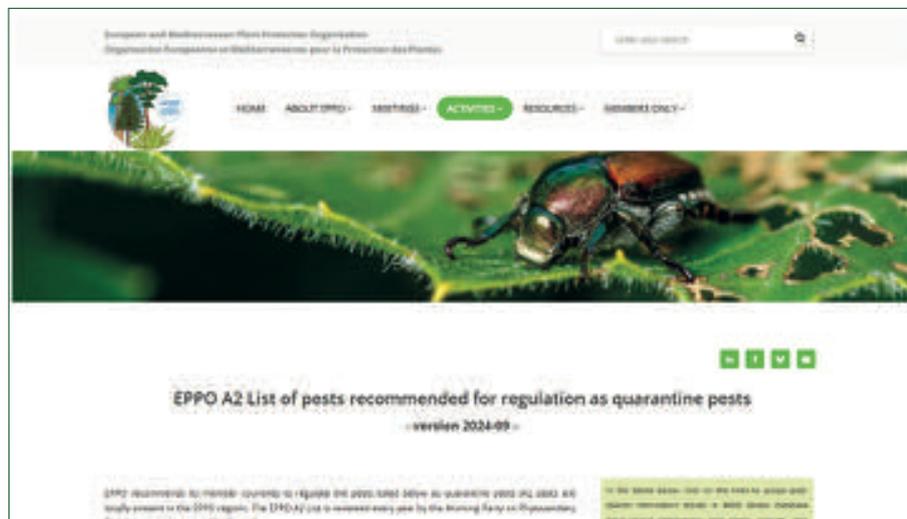


## Enfermedades vegetales y organismos que las provocan

El objeto de protección en salud vegetal es muy diverso, mucho más que en la salud animal o humana, no queriendo ello decir que sea más importante, pero sí muy diferente. La Organización Europea para la Protección de las Plantas, llamada por su acrónimo OEPP-EPPO (**figura 3**), o solamente EPPO, es una organización científica que tiene como objeto de estudio las plagas, las enfermedades y las plantas que pueden

**FIG. 3** Página principal de la web de la EPPO-OEPP.

Fuente: <https://www.eppo.int/index>.



provocar un daño o perjuicio en los vegetales objeto de protección. Pues bien, esta organización cita que existen 37.570 organismos totales capaces de causar daño a especies vegetales en el mundo, de ellos 26.000 son especies animales, la mayoría de ellos artrópodos (especies de insectos y ácaros) y el resto, 11.570 son organismos microbianos o *quasi* microbianos. Estos organismos microbianos pueden ser, en su mayoría, hongos, nematodos, virus, viroides y virus-like, bacterias y fitoplasmas, con unas 570 entidades aún no clasificadas taxonómicamente. Esta cantidad y diversidad de organismos supone un gran desafío para el control de sus efectos en los vegetales de nuestro entorno.

La cantidad ingente de organismos objeto de estudio para la protección de las plantas genera, actualmente, una actividad de control fitosanitario enorme, mediante el uso de toda clase de herramientas disponibles facilitadas por la ciencia y la tecnología. Estas herramientas se basan en el uso de productos químicos o biológicos, como los fungicidas, los bactericidas, los insecticidas o los herbicidas, o bien otras estrategias como la utilización de la mejora genética, con el objeto de obtener

variedades resistentes a estas plagas, enfermedades y malas hierbas.

Recientemente, también podemos encontrarnos con herramientas de última generación, basadas en la modificación genética, introduciendo en una especie vegetal genes de otras especies, para producir nuevos efectos de control de plagas y enfermedades. Es lo que se denomina la creación de un OMG u Organismo Modificado Genéticamente. Esta técnica ha permitido desarrollar, por ejemplo, la obtención de variedades de maíz que son resistentes a los taladros (*Ostrinia nubilalis* Hübner y *Sesamia nonagrioides* Lefebvre), más productivas que las convencionales en zonas de presencia endémica de estas plagas, o bien variedades de soja resistentes a herbicidas (glifosato), con el objeto de utilizar este químico para el control de toda clase de malas hierbas presentes en este cultivo.

Si bien las herramientas para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas producen el beneficio de evitar un daño o un efecto negativo en el desarrollo del vegetal y sus productos de consumo, también, colateralmente, pueden producir otros efectos no tan positivos. Toxicidad para los aplicadores, residuos excesivos

en alimentos de consumo, contaminación de acuíferos, poblaciones de plagas, malas hierbas u organismos microbianos resistentes, pueden ser ejemplos de los efectos no deseados debido a un deficiente o mal uso de estas herramientas. Además, aunque el uso de sistemas productivos intensivos nos proporciona mayores rendimientos y más producción, un manejo de estos de forma inadecuada o inconsciente puede llevar al agotamiento de los nutrientes de los suelos, a la desertización o a la aparición de plagas o epidemias de enfermedades persistentes y masivas. Estos hechos se ven muy acentuados en la agricultura moderna por la mayor continuidad de las cubiertas cultivadas, además de la mayor uniformidad de los cultivos y de los genotipos vegetales en zonas extensas de los territorios cultivados. Con todo ello, nos debemos preguntar si nuestro comportamiento para controlar la salud de nuestros vegetales es realmente sostenible y si tiene consecuencias negativas a corto, a medio o a largo plazo.

### Concepto *One Health* o Una Sola Salud

Quizás la sanidad vegetal es una cuestión muy asumida actualmente por nuestra sociedad, si bien no lo es tanto un concepto holístico de salud que contempla una visión paralela y conjunta sobre los tres ámbitos de salud, la salud humana, la salud animal y la salud vegetal. Es el concepto *One Health* (figura 4), o Una Sola Salud, que se va implantando en los ámbitos educativos y que se reflejaría, quizás, de algún modo, en aquel viejo médico de familia que hace ya muchos años, por su edad, experiencia y convivencia, cuando un paciente suyo era atendido, tenía en cuenta una multiplicidad de factores, también respecto a la interacción humana y la interdependencia de esta con la interacción animal y la am-

biental. Este concepto de una sola salud se muestra más amplio y, por la perspectiva que adquiere la evolución del conocimiento, ha venido para quedarse.

¿Por qué es interesante, necesario o incluso conveniente tener una visión más transversal de la salud, integrando los tres conceptos de salud? ¿Qué beneficio o beneficios supone esta integración? La respuesta es bastante obvia, aunque quizás, de momento, aún no tan intuitiva.

La reciente pandemia del Covid-19 derivada de un virus de posible origen animal, que supuso una crisis humana de enormes dimensiones planetarias, puso de manifiesto una forma diferente de entender y manejar los problemas sanitarios a nivel mundial.

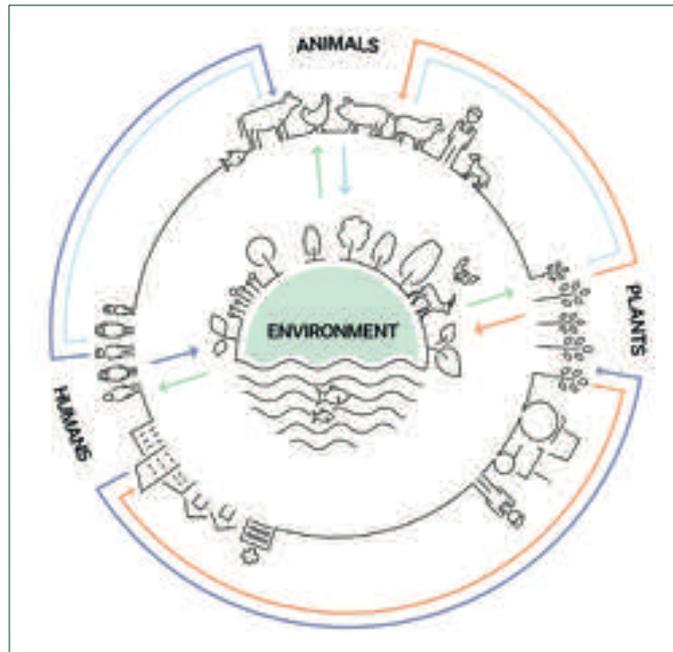
Con ello, se van entendiendo mejor las propuestas de acciones multisectoriales de prevención, preparación y respuesta a enfermedades causantes de zoonosis, transmisibles de animales a humanos y viceversa. Pero si bien es clara y asumida la relación entre salud humana y salud animal, reflejada, por ejemplo, por la Organización Mundial de la Sanidad Animal (WOAH-OMSA) en su página web, debido a este tipo de enfermedades transmisibles, la relación de estas con la salud vegetal parece más invisible o menos evidente, y ello se pone de manifiesto en que es asumida en los ámbitos teóricos (académicos, científicos, publicaciones, etc.), pero poco en situaciones prácticas de manejo.

### Concepto de Salud Planetaria

¿Por qué cuidando los vegetales cuidamos nuestra salud y la del planeta? La

**FIG. 4** Imagen del concepto Una Sola Salud o *One Health* según la Organización Mundial de la Sanidad Animal.

Fuente: <https://www.woah.org/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/una-sola-salud/>



Salud Planetaria como concepto, supone un nuevo paradigma que combina y entrelaza la salud de las personas, animales y ecosistemas con la salud del planeta. Supone una perspectiva aún más global que el concepto *One Health*. Se origina con la publicación en *The Lancet*, el año 2015, del artículo “*Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health*” y se basa en la idea de que actualmente la esperanza de vida de las personas es la más elevada de toda su historia, a la vez que es un hecho que la pobreza se va reduciendo progresivamente, así como la mortalidad infantil. A estos hechos, demostrados con datos, se anteponen otros hechos también demostrables y no tan positivos: 1) el aumento sostenido de las emisiones de dióxido de carbono, 2) la acidificación progresiva de los océanos, 3) el aumento acelerado del consumo de

energía, 4) la pérdida significativa de los bosques tropicales, 5) el aumento acelerado del consumo de agua y, 6) el aumento extremadamente significativo del consumo de fertilizantes.

Toda esta sobreexplotación supone que se produzcan cambios a nivel planetario, poniendo de manifiesto lo que actualmente se va definiendo como una nueva era: el Antropoceno, que significaría más o menos el proceso de modificación del planeta y su equilibrio mediante la acción humana. Además, si se tienen en cuenta las tendencias actuales y futuras de crecimiento de población mundial, sus necesidades de alimentos y sus necesidades de agua, las predicciones indican una mayor presión sobre el planeta

que, a la vez, comporta efectos derivados sobre la salud humana.

¿Cuáles son las consecuencias de toda esta actividad humana intensiva? Pues, entre otras, el aumento de pérdidas humanas debido al cambio climático, la pérdida importante de la biodiversidad del planeta, el incremento del riesgo de nutrición insuficiente en una parte muy importante de la población mundial, la falta de agua y el aumento de la degradación del suelo en los ecosistemas agrícolas.

Para preservar la salud humana, los autores del artículo de *The Lancet* proponen tomar consciencia sobre una serie de acciones que se pueden resumir en las siguientes:

- 1.- Aprender más sobre salud planetaria y nuestra responsabilidad sobre el más alto nivel de salud, el bienestar y la equidad a nivel del planeta.
- 2.- Reducir el consumo de alimentos en el sentido de un consumo responsa-

ble. Se conoce que entre el 30% y el 50% de los alimentos producidos no se consumen, con el consiguiente malbaratamiento. Esta acción implicaría reducir las necesidades de suelo agrícola para producir los alimentos necesarios, mayor ahorro de energía y agua, un aumento de la biodiversidad y una mejora de la seguridad alimentaria.

- 3.- Apostar por dietas más saludables con bajo impacto ambiental. Reducir, por ejemplo, el consumo de carne roja mediante un mayor uso de frutas y verduras reduciría el riesgo de enfermedades del corazón. Utilizar productos de proximidad, o producidos de forma más sostenible, reduce la huella de carbono en la cadena alimentaria. Se estima que los cambios de dieta comportarían una reducción del efecto invernadero por las emisiones de gases y el uso del suelo en un 50%.
- 4.- Mejorar la gobernanza. Mediante una coordinación a nivel global, nacional y local de las políticas que reducen el impacto ambiental y mejoran la gestión de la salud.
- 5.- Uso más eficiente del agua. Aunque los métodos mejorados de irrigación son más caros, pueden reducir el uso del agua un tercio sobre el consumo actual.
- 6.- Acabar con la deforestación. Desde el año 2000 se han cortado más de 2,3 millones de kilómetros cuadrados de bosque primario. Permitiría reducir el efecto invernadero.
- 7.- Mejorar la planificación familiar. Cerca de 225 millones de mujeres que quieren evitar el embarazo no están usando métodos efectivos de contracepción. El acceso a la planificación podría evitar alrededor del 30% de muerte materna y una mejora de las condiciones familiares.
- 8.- Planificación urbana. La planificación

**FIG. 5** Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 establecidos por las Naciones Unidas.



de ciudades más sostenibles y saludables puede aumentar la resiliencia para el cambio climático, reducir los impactos ambientales y mejorar la salud de la población.

Todas estas acciones encajan perfectamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, establecidos por las Naciones Unidas (AG-ONU) mediante resolución de su asamblea. Son 17 objetivos u ODS cuyos títulos se ponen a continuación (**figura 5**): 1) Fin de la pobreza; 2) Hambre cero; 3) Salud y bienestar; 4) Educación de calidad; 5) Igualdad de género; 6) Agua limpia y saneamiento; 7) Energía asequible y no contaminante; 8) Trabajo decente y crecimiento económico; 9) Industria, innovación e infraestructura; 10) Reducción de las desigualdades; 11) Ciudades y comunidades sostenibles; 12) Producción y consumo responsables; 13) Acción por el clima; 14) Vida submarina; 15) Vida de ecosistemas terrestres; 16) Paz, justicia e instituciones sólidas; y 17) Alianzas para lograr los objetivos. En nuestro caso, que pretendemos relacionar la salud vegetal con el concepto Una Sola Salud y la salud planetaria, los objetivos más implicados serían: ODS 1-fin de la pobreza; ODS

2-hambre cero; ODS 5- igualdad de género; ODS 6-agua limpia y saneamiento; ODS 10- reducción de las desigualdades; ODS 12-consumo y producción responsables; ODS 14- vida submarina; y ODS 15- vida de ecosistemas terrestres.

### Implicaciones prácticas sobre la salud vegetal

Tanto los objetivos de salud planetaria como los de la Agenda 2030 nos pueden parecer muy lejanos, inasequibles y también, quizás, abstractos o idealistas, pero nada más lejos de la realidad. Para cada uno de ellos podemos realizar acciones concretas en nuestro ámbito de trabajo o de convivencia, si bien es verdad que no todos ellos tienen implicaciones directas sobre la sanidad vegetal. Acciones concretas y locales en apoyo a la producción de alimentos más saludables, con un cumplimiento correcto de las buenas prácticas agrícolas de los productos fitosanitarios, con el uso decidido de medidas de control no químicas para conseguir un control efectivo de plagas, enfermedades y malas hierbas, ya supone un avance significativo hacia los objetivos de salud global. El favorecimiento de



la biodiversidad mediante la conservación y uso de materiales genéticos (variedades locales) para reducir el impacto de los problemas sanitarios, es también una buena elección que a la larga redundará en beneficio del equilibrio de la dieta y en la sostenibilidad de las producciones. Así mismo, las acciones que se puedan realizar en las explotaciones para reducir las emisiones de carbono a la atmósfera, como la implantación o mejora de las cubiertas vegetales, contribuyen a disminuir el efecto invernadero. Como ejemplo, el uso correcto de los productos fitosanitarios puede implicar un buen cumplimiento del nivel de residuos en alimentos, a la vez que un menor impacto de las derivas o exposición de aguas superficiales y acuíferos a estos químicos, con la correspondiente mejora de la potabilidad del agua para el riego, el consumo animal o el humano. En este sentido, no se puede menospreciar la formación adecuada sobre el manejo de los productos fitosanitarios, que no debe ser meramente un cumplimiento normativo sino un acto de responsabilidad hacia el aplicador, el consumidor de productos vegetales y el medio ambiente. No en vano, debido a la falta de esta formación o a

un conocimiento deficiente, las pérdidas humanas en la manipulación y aplicación de productos fitosanitarios son muy importantes en países subdesarrollados y en vías de desarrollo.

## Conclusiones

En este artículo hemos hecho un viaje desde los inicios de la patología y la sanidad vegetal, pasando por las bases del conocimiento científico, hasta el momento actual en el que se propone una visión más global y transversal de esta "sanidad", observándola también desde la perspectiva de la salud animal, humana y del medio ambiente para, finalmente, entender que toda acción de control de plagas, enfermedades y malas hierbas supone un impacto sobre los ecosistemas y la salud de las personas. Este "impacto", ya sea positivo o negativo, supone la modificación de la salud de nuestro planeta y, por ello, la modificación de nuestra salud y bienestar, por tanto, cualquier acción o medida fitosanitaria implica unas consecuencias que deben ser conocidas, cuantificadas y valoradas para, finalmente, tomar posición sobre si son adecuadas para la salud planetaria. ■

## BIBLIOGRAFÍA

Agrios JN. 2005. *Plant Pathology*. 5th edition. Elsevier Academic Press.

Almacellas J. 2020. Todo un mundo vegetal que proteger. *Revista de la Sociedad Española de Fitopatología*. Número 5. Páginas: 73-82. <https://sef.es/sites/default/files/publications/FITOPATOLOG%20N%C2%BA4.pdf>.

Chang Q, Wang W, Regev-Yochay G, Lipsitch M y Hanage WP. 2015. Antibiotics in agriculture and the risk to human health: how worried should we be? *Evolutionary applications*, 8(3), 240-247. <https://doi.org/10.1111/eva.12185>.

EPPO-OEPP. European Plant Protection Organisation. <http://www.eppo.int/>.

Lerner H y Berg C. 2015. The concept of health in One Health and some practical implications for research and education: What is One Health? *Infection Ecology and Epidemiology*, 5 (1), 25300. <https://doi.org/10.3402/iee.v5.25300>.

McManus P y Stockwell V. 2000. Antibiotics for Plant Diseases Control: Silver Bullets or Rusty Sabers. *APSnet Features*. Online. doi: 10.1094/APSnetFeature-2000-0600

Neme K y Satheesh N. 2016. Review on Pesticide Residue in Plant Food Products: Health Impacts and Mechanisms to Reduce the Residue Levels in Food. *Arch. Appl. Sci. Res.*, 2016, 8 (3):55-60. <http://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/review-on-pesticide-residue-in-plant-food-products-health-impacts-and-mechanisms-to-reduce-the-residue-levels-in-food.pdf>.

Stockwell VO y Duffy B. 2012. Use of antibiotics in plant agriculture. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 31 (1), 199-210.

Tilman D, Cassman K, Matson P, Naylor R y Polasky S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671-677 (2002). Enlace web: <https://doi.org/10.1038/nature01014>.

United Nations. 2015. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Enlace web: <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Urrialde R. 2023. Compuestos bioactivos de origen vegetal. Nuevo campo de actuación en la estrategia "One Health". Real Academia Europea de Doctores. Ediciones Gráficas Rey, S.L. Edición electrónica ISBN: 978-84-09-47928-3.

Whitmee S, Beyrer MD, Boltz F, Capon AG, Ferreira B, Ezeh A, Frumkin H, Gong P, Head P, Horton R, Mace GM, Marten R, Myers SS, Nishtar S, Osofsky SA, Pattanayak SK, Pongsiri MJ, Romanelli C, Soucat A, Vega J y Yach D. 2015. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, Volume 386, Issue 10007, 1973 - 2028. Enlace web: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)60901-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)60901-1/fulltext).

WOAH-OMSA. Organización Mundial de la Sanidad Animal. Una sola salud. <https://www.woah.org/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/una-sola-salud/>.

Yuen J, Djurle A y Collinge DB. 2020. History of Plant Pathology, en *Plant Pathology and Plant Diseases*, (Tronsmo AM, Collinge DB, Djurle A, Munk L, Yuen J y Tronsmo A). CABI Digital Library. Enlace web: <https://cabidigitallibrary.org/bv/79.155.189.89>.

Zhang C, Wohlhueter R y Zhang H. 2016. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. Beijing Academy of Food Sciences. Production and hosting by Elsevier B.V. Enlace web: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453016300295>.