

Emilio Montesinos Seguí

Catedrático de
Producción Vegetal
(Patología Vegetal).
Universitat de Girona.

Las enfermedades emergentes y re-emergentes. Impacto en la sanidad vegetal, investigación científica y formación

Desde hace años la Unión Europea adopta medidas de protección contra la introducción y difusión en su territorio de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales. El marco regulatorio es complejo y se ha culminado con el Reglamento 2016/2031, que establece las medidas de protección contra las plagas de los vegetales. Son muchas las implicaciones de la nueva normativa y del impacto de dichos patógenos en la producción y protección de los cultivos, en la investigación científica y en las necesidades de formación.

La introducción, establecimiento y diseminación de patógenos de cuarentena en el territorio español comporta dificultades para desarrollar estrategias de manejo integrado de la mayoría de los cultivos. Las listas de patógenos de cuarentena no han dejado de crecer y se recogen en España en el RD 58/2005 consolidado, ascendiendo a algo más de un centenar de patógenos que causan enfermedades en las plantas, tanto de cultivo como forestales y ornamentales. Algunos patógenos de cuarentena tienen efectos profundos por disminuir o imposibilitar la producción o aumentar los costes de explotación, en el sector productivo de hortícolas y frutales, pero también en los de ornamentales o forestales, y en especial en el sector viverístico. Por su importancia estratégica, el MAPAMA ha puesto en marcha Planes Nacionales de Contingencia contra *Candidatus Liberibacter* spp. en cítricos (2015), *Candidatus Liberibacter solanacearum* (2017) y *Xylella fastidiosa* (2018).

La presencia o riesgo de introducción de patógenos de cuarentena tiene también un impacto en las líneas prioritarias de investigación, que los incluyen en los Planes Estratégicos de inversión en I+D, de las Comunidades Autónomas, en el Plan Nacional de I+D (CICYT, INIA), o en el programa H2020 de la UE, así como de entidades privadas y asociaciones de agricultores. Sin embargo, la nueva normativa afecta profundamente a los proyectos de investigación con patógenos de cuarentena ya que éstos deben acogerse a los requisitos de autorización específica para introducción y manejo de organismos nocivos en el territorio de la UE o entre países.

El impacto de la nueva normativa tiene un efecto profundo en los Planes de Estudio de las carreras universitarias habilitantes, pero también a nivel no universitario, con la labor que realizan las CCAA en la formación de asesores/prescriptores, de los técnicos de Sanidad Vegetal y de las Cooperativas.

La globalización de los mercados implica un movimiento extraordinario de productos agrícolas tanto local como entre países cercanos o a nivel intercontinental. El movimiento de productos para consumo en fresco como frutas y hortalizas, así como de semillas y plantas de vivero, conlleva también el riesgo de transporte de patógenos y plagas que los acompañan desde su origen hasta el destino. Así, la diseminación de los agentes causantes de plagas y enfermedades en un mundo global requiere estrictas medidas de exclusión

y de cuarentena para evitar su introducción en áreas de cultivo libres.

La problemática de la introducción y difusión en el territorio de la UE, de patógenos que causan enfermedades que afectan gravemente a los cultivos, ha tenido en el pasado, tiene actualmente y tendrá sin duda en el futuro un gran impacto en los cultivos estratégicos, sobre todo los de clima mediterráneo como la vid, olivo, cítricos, frutales de pepita y hueso o almendro, pero también en los cultivos hortícolas y cereales.

Además de los cultivos, las explotaciones forestales y bosques naturales pueden verse afectados por graves enfermedades de gran impacto económico y medioambiental. Como en otras zonas del mundo, la Unión Europea adopta medidas de protección contra la introducción y difusión en su territorio de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros.

En esta contribución a las jornadas sobre 'Desafíos de la Sanidad Vege-

tal ante el futuro. Marco legal europeo y cambio climático', me voy a centrar en las principales enfermedades emergentes y re-emergentes causadas por virus, bacterias, hongos y oomicetos, y nematodos. A continuación, analizaré las implicaciones de la nueva normativa y del impacto de dichos patógenos en la producción y protección de los cultivos, en la investigación científica, y en las necesidades de formación.

Aspectos regulatorios

El marco legal europeo se rige por la Directiva 2008/61/CE, por la que se establecen las condiciones en las que determinados organismos nocivos, vegetales, productos vegetales y otros objetos enumerados en los anexos I a V de la Directiva 2000/29/CE, pueden ser introducidos o transportados dentro de la Comunidad o de determinadas zonas protegidas de la misma con fines de ensayo o científicos y para actividades de selección de variedades.

A nivel nacional, el Real Decreto 58/2005 (consolidado a 30 de marzo de 2018), por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros, incorporó al ordenamiento jurídico interno la Directiva 2000/29/CE, relativa a las medidas de protección contra la introducción de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales y contra su propagación en el interior de la Comunidad.

Recientemente, el Reglamento 2016/2031/CE establece las medidas de protección contra las plagas de los vegetales. Se definen como 'plagas de cuarentena' aquellas que no están presentes o están poco extendidas en la UE, que pueden introducirse o propagarse, presentan un impacto económico, medioambiental o social inaceptable, aunque existen medidas factibles para prevenir su entrada o sus efectos. Dentro de las plagas de cuarentena se distinguen las 'plagas de cuarentena de la Unión', que están presentes en alguna parte del te-

rritorio de la UE, 'plagas prioritarias' de especial importancia y 'plagas cuarentenarias de zonas protegidas', las cuales están presentes en la UE, pero no en algún estado o partes del territorio. Se definen como 'plagas reguladas no cuarentenarias' aquellas que están presentes en la UE y figuran en el apartado A, sección II, del anexo II de la Directiva 2000/29/CE (y posteriores Directivas 66/401/CEE, 66/402/CEE, 68/193/CEE, 98/56/CE, 99/105/CE 2002/54/CE, 2002/55/CE, 2002/56/CE, 2002/57/CE, 2008/72/CE y 2008/90/CE), que se transmiten principalmente por vegetales específicos para plantación, su presencia en ellos tiene un impacto económico inaceptable para su uso y existen medidas eficaces para evitar su presencia en dichos vegetales.

Enfermedades emergentes y re-emergentes en la UE

Existen listas de patógenos de cuarentena aceptadas por la UE que figuran en el RD 58/2005 consolidado. Sin embargo, dicha lista es más reducida o difiere en su categorización respecto de la que maneja la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas-EPPO, que es más amplia. Dichos patógenos en el caso de la EPPO se incluyen en las listas A1 (organismos de cuarentena no presentes en el ámbito de la EPPO) y A2 (presentes en únicamente alguna zona del territorio) (EPPO 2014a; EPPO, 2015).

A nivel de la UE, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Authority of Food Safety, EFSA) juega un papel crucial en la evaluación del riesgo de nuevas plagas emergentes u otras existentes que suponen una amenaza. La EFSA, a petición de la Comisión o por iniciativa propia, emite opiniones que se publican mediante el sistema *open-access* (EFSA Journal*). Para ello, el panel de Sanidad Vegetal (*Plant Health Panel*), directamente o asesorado por grupos de trabajo de expertos, recopila toda la información científica existente sobre un patógeno y elabora un informe (Opinion) que sigue los apartados recomendados por la Organización Europea de Protección de las Plantas

(EPPO) para el análisis de riesgo de plagas (PRAs). En los últimos años, ha publicado numerosas opiniones debido a la creciente introducción de nuevos patógenos o diseminación de algunos existentes en el territorio de la UE.

En el marco regulatorio en la UE se reconocen actualmente algo más de un centenar de patógenos de cuarentena, que causan enfermedades en las plantas, tanto de cultivos como forestales y ornamentales. La lista de patógenos de interés relevante, tanto presentes en alguna parte del territorio de la UE, como ausentes pero que existe riesgo de introducción, abarca como más importantes alrededor de veinte virus y viroides, veinte bacterias, quince hongos y quince nematodos.

En cuanto a los virus, la mayoría son transmitidos por insectos vectores (escarabajos, pulgones, mosca blanca, ácaros) o nematodos, además de por el material vegetal de propagación y en algunos casos por semillas. Los más abundantes son los de hortícolas, muchos de amplio rango de huésped como los virus de la patata (timovirus, nepovirus, trichovirus), *tobacco ringspot virus* (TRSV), *tomato ringspot virus* (ToRSV), *bean golden mosaic virus* (BGMV), *pepper mild tiger virus* (PMTV), *tomato mottle virus* (ToMoV), *lettuce infection yellows* (LIYV) y virus de las cucurbitáceas (SLCV, WmCSV). Son importantes los virus de los frutales de hueso (PPV, CRLV, PeMV y PRMV), los de cítricos (CCDV, CMV, CiLV, SDV, CTLV). También cabe destacar los viroides como el *potato spindle tuber* (PSTVd), y *chrysanthemum stunt* (CSVd).

Las bacterias fitopatógenas de cuarentena son también muy relevantes y afectan a prácticamente todos los cultivos de clima mediterráneo. Se destacan las de hortícolas como *Ralstonia solanacearum* (patata, tomate), *Clavibacter michiganensis* (cuatro subespecies), *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseolicola* (leguminosas), *Xanthomonas fragariae* (fresa y fresón); frutales de hueso como *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, o *Pseudomonas syringae* pv. *persicae* (especies de *Prunus*); frutales de pepita

*<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/journal/18314732>



Figura 1. Invernadero de seguridad biológica para patógenos de cuarentena de plantas (A). Ensayos de control de *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* en melocotonero (C) y de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* en kiwi (D).

como *Erwinia amylovora* (pomoideas), *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (kiwi); cítricos como *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, *Candidatus Liberibacter* (tres subespecies); cereales como *Pantoea stewartii*, u ornamentales como *Dickeya* spp. Es importante destacar los efectos devastadores de la bacteria fitopatógena de cuarentena *Xylella fastidiosa* de la que se conocen al menos seis subespecies, que tiene un amplio rango de huésped (descrita en más de 350 especies vegetales), y que afecta a los cultivos mediterráneos leñosos más importantes como la vid, olivo, almendro y cítricos.

Los hongos fitopatógenos de cuarentena constituyen también una larga lista. Caben citar los de cítricos como *Phyllosticta citricarpa*, un patotipo de *Alternaria alternata*

y *Plenodomus tracheophilus*; de hortícolas como *Puccinia pittieriana* (patata), *Phytophthora fragariae* (fresón y fresa); *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (palmera datilera), *Sphaerolima musiva* (chopo), *Tilletia indica* (cereales), y *Phytophthora ramorum* (ornamentales y forestales). Los nematodos fitopatógenos de cuarentena afectan a todo tipo de cultivos y son en general polífagos, pero son de especial relevancia en hortícolas. Se destacan especies de *Meloidogyne* (*M. chitwoodi*, *M. enterolobii* y *M. fallax*), *Xiphinema americanum*, *Ditylenchus destructor* (patata), *Heterodera glycines* (soja), *Nacobbus avernas*, *Hirschmanniella* (arroz), *Aphelenchoides besseyi*, *Longidorus diatecturus* (frutales de hueso). Como muy relevante a nivel

forestal se destaca *Bursaphelenchus xylophilus* en coníferas.

Impacto en la producción y protección de cultivos

La introducción en el territorio español de patógenos de cuarentena o el establecimiento y diseminación de los ya existentes comporta dificultades para desarrollar estrategias de manejo integrado en la mayoría de los cultivos. Uno de los efectos adversos, además de disminuir o impedir la productividad de éstos, es la complicación que supone compatibilizar su manejo con los programas de protección preexistentes en algunos cultivos, ya que a veces la enfermedad que causa un determinado patógeno de cuarentena resul-

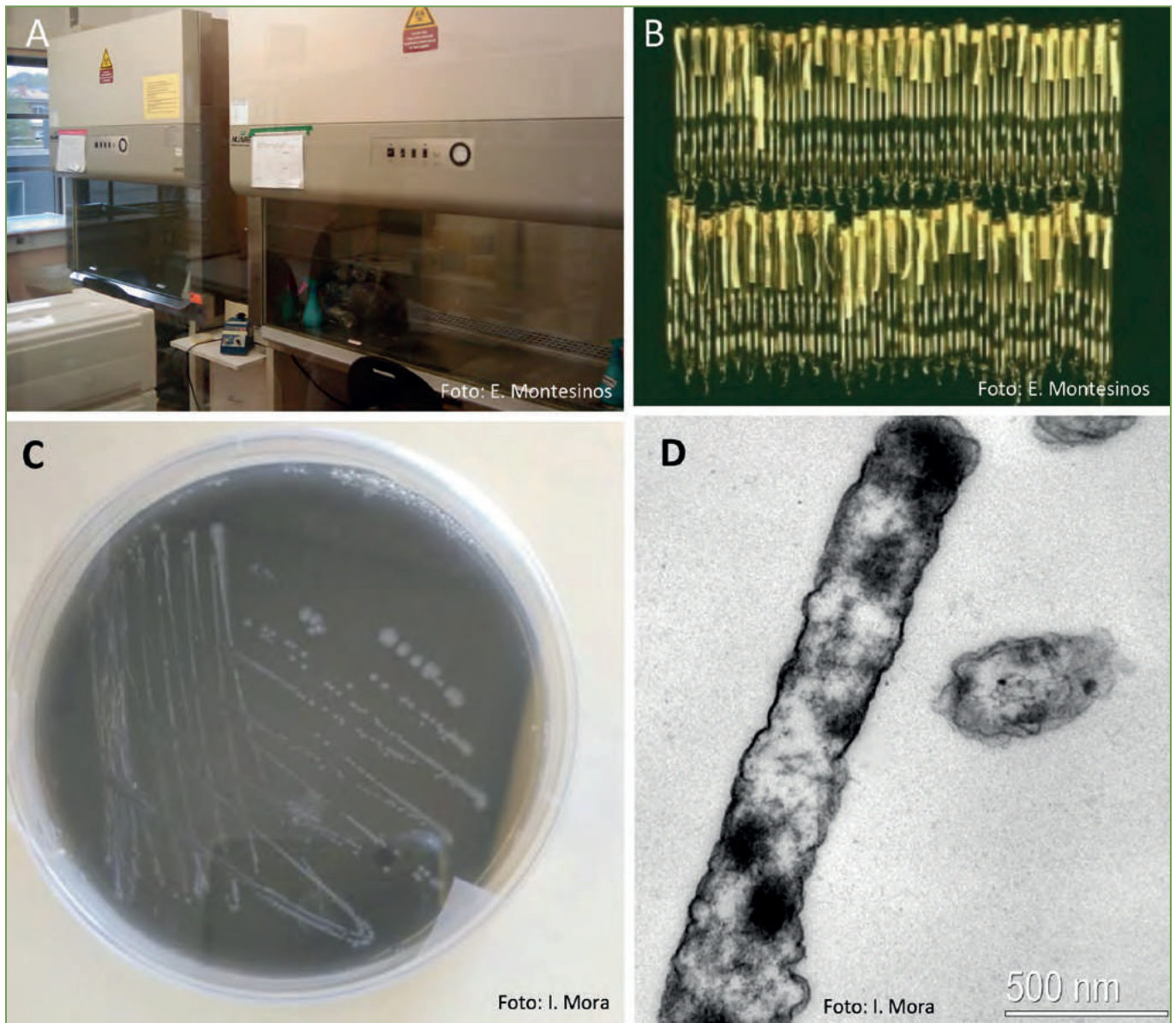


Figura 2. Laboratorio y cabinas de bioseguridad para patógenos de cuarentena de plantas (A). Colección de cultivos liofilizados de bacterias fitopatógenas (B). Placa de Petri con colonias de un cultivo de *Xylella fastidiosa* subsp. pauca CODIRO (C). Sección ultrafina de una célula de *X. fastidiosa* observada con el microscopio electrónico de transmisión (TEM) (D).

ta prioritaria, por peligrar el medio productivo debido a la muerte de las plantas o árboles. En muchos casos el conocimiento es insuficiente sobre el patógeno y su ciclo biológico, en especial de los puntos críticos del ciclo.

Como consecuencia de la normativa Europea, en España se han puesto en marcha Planes Nacionales relacionados con la Sanidad Vegetal, como el Programa Nacional para la aplicación de la Normativa Fitosanitaria del MAPAMA, que en el marco del uso sostenible de productos fitosanitarios se implementa en el Plan Nacional de Acción para el desarrollo de

la Directiva 2009/128 y Reglamento 2009/1107. En el caso de patógenos de cuarentena emergentes, éstos se contemplan en los Planes Nacionales de Contingencia como es el caso de *Candidatus Liberibacter* spp. en cítricos (2015), de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en hortícolas (2017), o de *Xylella fastidiosa* (2018). Además, otro aspecto importante ha sido el establecimiento de laboratorios de referencia de la Unión Europea para las plagas de los vegetales, según el Reglamento Delegado 2018/631/CE por el que se completa el Reglamento 2017/625/CE. Estas estructuras han dotado de

una robusta herramienta para validar las detecciones de patógenos de cuarentena en las CCAA y así poder adoptar las medidas regulatorias y legales que procedan en cada caso.

La puesta en práctica de los Planes Nacionales relacionados con la Sanidad Vegetal no es sencilla ya que existen dificultades para concienciar al sector productivo sobre la importancia de las medidas preventivas, que a veces son impopulares (erradicación o exclusión), ya que contraponen criterios económicos a los epidemiológicos o científicos, para contener la introducción del patógeno o el avance de la enfermedad.

En muchos casos, el dilema es que si no se actúa a tiempo y con eficacia en la erradicación en las etapas iniciales, tarde o temprano la enfermedad comprometerá seriamente la actividad productiva. Algunas medidas como un cambio varietal tampoco suelen ser viables porque no son aceptadas por el consumidor.

Algunos patógenos de cuarentena tienen efectos profundos por disminuir la producción o aumentar los costes de explotación (manejo de una nueva enfermedad), no solo en el sector productivo de hortalizas o frutales, sino también en el de ornamentales o forestales, y en especial en el sector viverístico (restricciones a la exportación e importación). En el caso del sector viverístico, la legislación obliga a adoptar medidas especiales como el pasaporte fitosanitario, la producción fuera de zonas afectadas, la existencia de una zona tampón y otras medidas para evitar el acceso de los vectores al cultivo, si existen (p.e. instalación de mallas anti-insectos). Además, otro efecto indirecto que hay que tener en cuenta son las limitaciones al comercio (exportación/importación) si existe riesgo de diseminación, que a veces son utilizadas por países receptores como objetivo comercial más que como medidas de exclusión de un determinado patógeno.

Desafortunadamente, en la mayoría de enfermedades causadas por patógenos de cuarentena, no existen medidas eficaces de control una vez éstos se han establecido, y en muchos casos no se dispone de cultivos resistentes ya que la mejora genética se efectuó en su momento sin tener en cuenta dichos patógenos. Además, existe una escasez de productos plaguicidas (químicos o biológicos) con suficiente eficacia, sobre todo en el caso de bacterias fitopatógenas y en particular en las endofitas (fitoplasmas, *Candidatus Liberibacter*, *Xylella fastidiosa*), donde los tratamientos convencionales por pulverización no son efectivos. Sin embargo, existen técnicas que se están evaluando en varias enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas de cuarentena, como la endoterapia, que ha tenido éxito en el control de algunas plagas como el picudo de las palmeras.

Impacto en la investigación científica

La presencia o riesgo de introducción de patógenos de cuarentena tiene también un efecto en las líneas prioritarias de investigación, que se plasman en Planes Estratégicos de inversión en I+D, autonómicos, nacionales o de la UE, así como de entidades privadas. La mayoría de patógenos de cuarentena son objeto de propuestas de proyectos, algunos ya aprobados y en marcha, a nivel de CCAA, del Plan Nacional de I+D (CICYT, INIA), o del programa H2020 de la Unión Europea. Además, varias iniciativas del sector privado financian proyectos de investigación mediante el sistema de créditos retornables, a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad o su equivalente en las CCAA (Acció en Catalunya), que incluyen bien sea el desarrollo de productos fitosanitarios o programas de mejora genética de variedades.

Sin embargo, los proyectos de investigación con patógenos de cuarentena deben acogerse a los requisitos de autorización específica para introducción de organismos nocivos en el territorio de la UE o entre países, con fines de investigación. Concretamente, el Reglamento 2016/2031 recoge en el Artículo 8 la regulación sobre la utilización de plagas cuarentenarias de la Unión para la realización de análisis oficiales, con fines científicos o educativos, ensayos, selección de variedades o mejora, entre otras actividades. Esto plantea la necesidad de instalaciones de contención que garanticen condiciones de bioseguridad (dependencias, equipos, normas de trabajo y otras medidas), que requieren inversiones importantes en equipamiento y personal especializado. Dichas instalaciones deben ajustarse a los niveles de confinamiento recomendados por la EPPO PM3/64(1) publicadas en el EPPO Bulletin 36:191-194 (2006). Estas recomendaciones establecen tres niveles de confinamiento en laboratorios o invernaderos, según los niveles de seguridad requeridos para el patógeno. Los niveles se clasifican en SL1, organismos que no son diseminados por el agua ni por el aire; SL2, orga-

nismos que se pueden diseminar a través del agua pero no por el aire; y SL3, aquellos que se diseminan por el aire y por el agua.

Además, con frecuencia se requiere disponer de aislados, presentes o no en el territorio de la UE o de un Estado, de modo que es también necesaria la autorización por los organismos competentes (CCAA o MAPAMA, dependiendo del caso) para su obtención. Así, el envío/recepción del patógeno debe acompañarse de la 'Carta de Autorización Oficial' expedida de acuerdo con la Directiva 2008/61CE.

Impacto en las necesidades de formación

El impacto de la nueva normativa y de la introducción y expansión de plagas cuarentenarias tiene también un efecto profundo en los Planes de Estudio de las carreras universitarias habilitantes, en especial de los Grados en Ingenierías del ámbito agroalimentario o forestal. El problema es que ya de por sí el contenido en materias de Sanidad Vegetal es muy limitado actualmente, porque la mayoría de los planes de estudio minimizan las materias de Protección de Cultivos. No obstante, la oferta de cursos de postgrado y másters en el ámbito de la Sanidad Vegetal y Protección de Cultivos compensa esta deficiencia e incorpora formación sobre enfermedades y patógenos emergentes, y la integración de dichos conocimientos en los programas de protección de los correspondientes cultivos.

En el nivel no universitario, cabe destacar también la labor que realizan las CCAA en la formación de asesores/prescriptores, de los técnicos de Sanidad Vegetal y de Cooperativas.

El interés de los agricultores por una problemática que les afecta o que les puede afectar en el futuro, también obliga a que su actividad sea cada vez más profesionalizada, por lo complicado del manejo de muchos de estos patógenos. Existen también numerosas iniciativas en las CCAA o entidades locales y asociaciones en este sentido.