



Facultad de Veterinaria

Trabajo de
Fin de Grado

Peste porcina africana:
¿cada día más cerca de nuestro
sector porcino?

Raquel Gutiérrez Fernández de Velasco

Grado en Veterinaria

Año 2020

Modalidad: Revisión Bibliográfica

Licencia

Excepto donde se haga constar explícitamente, esta obra pertenece a Raquel Gutiérrez Fernández de Velasco y está bajo una licencia de “Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional”.



1. RESUMEN

RESUMEN:

La peste porcina africana (PPA) es una de las enfermedades infecciosas más importantes que afectan al sector porcino actual por su elevada morbilidad y mortalidad y por las restricciones comerciales que provoca en los países afectados, con graves consecuencias socioeconómicas. Estas consecuencias son especialmente significativas si son países cuya industria porcina es una parte importante de la Producción Final Agraria, como es el caso de España.

Es una enfermedad compleja, puesto que diferentes aspectos del virus provocan que su control y erradicación sean complicados. Estos aspectos incluyen la ausencia de vacuna o tratamiento disponibles, la resistencia a la inactivación del virus en material infectado o en productos contaminados y su alta morbilidad. Por todo ello, actualmente su control se basa en establecer una vigilancia efectiva para lograr la detección precoz de los animales infectados y en la rápida instauración de medidas para frenar la diseminación.

Este trabajo de revisión bibliográfica recoge las últimas actualizaciones epidemiológicas de la enfermedad, incluyendo su distribución actual y la historia de su entrada y avance en Europa hasta finalmente alcanzar Bélgica hace apenas dos años.

Asimismo, en él también se revisan y analizan las cuestiones claves de la enfermedad, como vía de transmisión, animales implicados o presentación clínica, y se examinan las lecciones aprendidas hasta ahora en materia de métodos de diagnóstico disponibles, factores de riesgo de introducción en España, impacto económico que supondría su entrada y estrategias ideales para mejorar el control de la enfermedad y tratar de evitar su entrada en España.

Palabras clave:

Peste porcina africana, amenaza, riesgo, epidemiología, distribución, diagnóstico, prevalencia, control, Europa, jabalí, vigilancia, cerdo doméstico, sector porcino, detección, brote.

RESUMO:

A peste porcina africana (PPA) é unha das enfermidades infecciosas máis importantes que afectan ao sector porcino actual pola súa elevada morbilidade e mortalidade e polas restricións comerciais que provoca nos países afectados, con graves consecuencias socioeconómicas. Estas consecuencias son especialmente significativas se son países nos que a industria porcina é unha parte importante da Produción Final Agraria, como é o caso de España.

É unha enfermidade complexa, posto que diferentes aspectos do virus provocan que o seu control e erradicación sexan complicados. Estes aspectos inclúen a ausencia de vacina ou tratamento dispoñibles, a resistencia á inactivación do virus no material infectado ou nos produtos contaminados e a súa alta morbilidade. Por todo o anterior na actualidade, o seu control baséase en establecer unha vixilancia efectiva para obter unha detección precoz dos animais infectados xunto coa rápida instauración de medidas para frear a diseminación.

Este traballo de revisión bibliográfica recolle as últimas actualizacións epidemiolóxicas da enfermidade, incluíndo a súa distribución actual e a historia da súa entrada e avance en Europa ata finalmente, chegar a Bélxica fai tan só dous anos.

Deste xeito, tamén se revisan e analizan nel as cuestións claves da enfermidade, como a vía de transmisión, animais implicados ou presentación clínica, e examínanse as leccións aprendidas ata agora en materia de métodos de diagnóstico dispoñibles, factores de risco de introdución en España, impacto socioeconómico que supoñería a súa entrada e estratexias ideais para mellorar o control da enfermidade e tratar de evitar a súa entrada en España.

Palabras clave:

Peste porcina africana, ameaza, risco, epidemioloxía, distribución, diagnóstico, prevalencia, control, Europa, xabaril, vixilancia, porco doméstico, sector porcino, detección, brote.

ABSTRACT:

African Swine Fever (ASF) is one of the most important infectious diseases affecting the current swine sector on account of its high morbidity and mortality and due to the fact that it causes trade restrictions in the affected countries, with serious socio-economic consequences. These consequences are particularly meaningful in those countries whose pig industry is a significant part of the Final Agricultural and Livestock Production, as in the case of Spain.

It is a complex disease since there are several points related to the virus that make complicated its control and eradication. These aspects include the lack of available vaccine or treatment, the virus resistance in infected material or contaminated products and its high morbidity. Therefore, nowadays its control is based on providing an effective surveillance in order to achieve an early detection of infected animals and enforcing early measures to halt the spread.

This study reviews the latest epidemiology updates, including its current distribution and the ASF's history, from its entry and advance to finally reaching Belgium just two years ago.

Additionally, this evaluation also assesses some relevant issues regarding ASF disease, such as mode of transmission, involved animals or clinical presentation; and it examines lessons learned so far about available diagnostic methods, risk factors for the entrance in Spain, the economic impact it would cause, disease control strategies and prevention from the entering in Spain.

Key words:

African Swine Fever, threat, risk, epidemiology, distribution, diagnosis, prevalence, control, Europe, wild pig, wild boar, wild suis, surveillance, domestic pig, swine sector, detection, outbreak.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. ABREVIATURAS	7
3. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	8
4. MATERIAL Y MÉTODOS	11
5. HISTORIA DE LA INTRODUCCIÓN DE LA PESTE PORCINA AFRICANA EN EUROPA Y SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA ACTUAL	12
6. INTERACCIONES ENTRE LOS JABALÍES Y LOS CERDOS DOMÉSTICOS.....	17
I. Período reproductor.....	18
II. Ecología y comportamiento	18
III. Edad y género.....	19
IV. Recursos y condiciones climáticas.....	19
7. DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD.....	20
Detección vírica	21
a. Detección genómica: PCR	21
b. Aislamiento vírico y pruebas de hemadsorción	22
c. Técnicas de detección de antígenos.....	23
Test de detección de anticuerpos.....	24
a. ELISA	24
b. Test confirmatorios de detección de anticuerpos	25
8. PRESENTACIÓN CLÍNICA, PATOGENIA Y CEPAS CIRCULANTES EN EUROPA	27
I. Presentación clínica y lesiones.....	27
II. Formas clínicas.....	28
a. Forma hiperaguda.....	28
b. Forma aguda.....	28
c. Forma crónica o subaguda.....	29
III. Cepas circulantes.....	29
9. FACTORES DE RIESGO PARA LA INTRODUCCIÓN EN ESPAÑA.....	31
10. IMPACTO ECONÓMICO DE LA PESTE PORCINA ESPAÑOLA EN EL SECTOR PORCINO ESPAÑOL	32
11. MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL	35
I. Medidas en Europa.....	35
II. Medidas en España.....	37
12. CONCLUSIONES	41
13. BIBLIOGRAFÍA.....	42

2. ABREVIATURAS

Por orden de aparición:

- Peste porcina africana: PPA
- Inmunofluorescencia directa: DIF
- Inmunoblotting: IB
- Inmunofluorescencia indirecta: IIF
- Organización Mundial de Sanidad Animal: OIE
- Test de inmunoperoxidasa indirecto: IPT

3. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La peste porcina africana (PPA) es una enfermedad provocada por un arbovirus altamente virulento que pertenece a la familia *Asfviridae*, del género *Asfivirus* (Cwynar et al., 2019).

Es un virus complejo, de cadena larga, cuyo genoma es muy variable y es altamente resistente a la inactivación, tanto en el ambiente en presencia de materia orgánica como en productos de origen animal, lo cual facilita su diseminación (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b).

Afecta a todos los miembros de la familia *Suidae* y está entre las enfermedades víricas más importantes que pueden afectar al sector porcino ya que tiene uno de los mayores índices de letalidad en patologías de cerdos domésticos (Jori & Bastos, 2009; Andraud et al., 2019). Además de por el índice de mortalidad, también es importante por el trastorno en el comercio regional e internacional de cerdos y de sus productos que provoca, con el grave impacto sanitario y socioeconómico que esto conlleva; muy superior a otras enfermedades porcinas (Bellini et al., 2016; Arias et al., 2018)

La PPA se incluye entre las siete enfermedades de declaración obligatoria porcinas según la legislación europea (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b; Jurado et al., 2018). La detección de un cerdo infectado implica la notificación inmediata a los veterinarios oficiales y a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) por la alta mortalidad que causa, su alta tasa de transmisión y el gran impacto económico y sanitario que provoca en el comercio de cerdos y productos porcinos (Gallardo et al., 2019).

La PPA es una enfermedad con consecuencias económicamente devastadoras no solo a nivel de la explotación, sino a nivel nacional, ya que conlleva pérdida de cerdos y prohibición de exportaciones a terceros países. Así pues, económicamente es imprescindible que un país exportador de cerdos, como es España, se considere oficialmente libre de esta patología. Lo cual convierte a la PPA en un problema político, además de sanitario (Andraud et al., 2019; Jurado et al., 2018).

Existen diferentes ciclos epidemiológicos en los que están implicados distintos hospedadores: cerdos salvajes y/o domésticos y/o garrapatas (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b).

Entre todos los cerdos salvajes del mundo, los facóqueros (especie del género *Phacochoerus*, también de la familia *Suidae*, originales de África) son los vertebrados que juegan un rol más significativo en la conservación del virus de la PPA a nivel mundial ya que están asociados a las garrapatas del género *Ornithodoros erraticus*. Éstas actúan como vector y reservorio, pudiendo transmitir la enfermedad y preservar el virus más de 5 años. Los facóqueros infectados no muestran signos de enfermedad, pero en ellos ocurre una importante replicación vírica, lo cual

le suma valor al papel que desempeñan en la PPA (Jori & Bastos, 2009; Sánchez-Vizcaíno et al., 2011; Jurado et al., 2018).

Los suidos europeos (cerdos domésticos y salvajes y jabalíes salvajes europeos) a pesar de no ser el hospedador natural original del virus de la PPA, son especialmente vulnerables puesto que indiferentemente de la edad y de la raza son susceptibles a infectarse y, una vez infectados, muestran un amplio abanico de presentaciones clínicas (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011; Gallardo et al. 2015a).

Por el contrario, los hospedadores naturales originales (los suidos salvajes africanos) como los facóqueros (*Phacochoerus aethiopicus*), los potamóqueros o jabalíes de río (*Potamochoerus porcus*) y los hilóqueros o jabalíes gigantes de la selva (*Hylochoerus meinertzhageni*) desarrollan infecciones asintomáticas, permitiéndoles actuar como verdaderos reservorios de la PPA (Arias et al., 2018).

La PPA en estos suidos salvajes africanos se caracteriza por la baja carga vírica en tejidos y por la viremia indetectable. Este nivel de infección es insuficiente para que las garrapatas sean capaces de infectar a adultos, o para que éstos sean capaces de transmitirse el virus entre ellos (Jori & Bastos, 2009). No obstante, la transmisión se produce constantemente en las guaridas de los facóqueros, entre garrapatas infectadas y facóqueros neonatales, quienes desarrollan altos niveles de viremia (suficiente como para infectar a las garrapatas y para que éstas sean capaces de transmitir la PPA a los adultos) (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011).

Desafortunadamente, los factores moleculares por los que la PPA se desarrolla de este modo en los suidos salvajes africanos siguen siendo desconocidos. Por ello, los factores del hospedador que determinan la forma clínica de la enfermedad, la susceptibilidad, la resistencia y la tolerancia a la infección deberían ser prioridades en las investigaciones del futuro (Arias et al. 2018).

En cuanto a la ruta de infección, si no intervienen garrapatas en el ciclo, el virus de la PPA penetra en el organismo vía oral o nasal, a través de las tonsilas o de la mucosa faríngea dorsal y llega hasta los linfonodos mandibulares o retrofaríngeos, lugar desde donde se comienza a diseminar al resto del organismo. Dicha infección puede producirse por contacto directo o indirecto con otros cerdos infectados o con sus fluidos, a través de la ingestión de comida contaminada o bien mediante materiales contaminados con el virus que actúan como vectores mecánicos (Jurado et al., 2018; Andraud et al., 2019; Cwynar et al., 2019; Pikalo et al., 2019).

Cabe destacar el peligro de contagio de los cerdos criados en extensivo, que pastan libremente, a través de jabalíes. Este peligro es especialmente significativo en Europa donde es la principal vía de transmisión entre países, siendo conveniente enfatizar en la importancia de la bioseguridad, tanto en las fronteras como en las explotaciones (Cwynar et al., 2019).

El diagnóstico temprano de los primeros casos en una región afectada también es crítico y crucial, así como la rápida implantación de medidas de control (Cwynar et al., 2019).

Por tanto, las estrategias de control en primer lugar se basan en la detección precoz mediante sospechas rápidas con su correspondiente identificación y confirmación de diagnóstico, seguido del establecimiento de estrictas medidas sanitarias (Gallardo et al., 2015a).

El objetivo de este estudio, en vista de los aspectos de interés contemplados en la introducción, es (1) describir la situación epidemiológica en la que se encuentra Europa de cara a la PPA; (2) comprender la relación que hay establecida entre los jabalíes, los cerdos y la enfermedad; (3) conocer los factores de riesgo de introducción del virus en España y (4) reflejar las medidas de vigilancia y control más eficaces.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se ha llevado a cabo una revisión sobre los últimos documentos científicos sobre la peste porcina africana publicados tanto en inglés como en castellano. Para ello, se han utilizado plataformas de búsqueda bibliográfica, revistas científicas y páginas web oficiales.

En primer lugar, se han revisado artículos sobre las últimas actualizaciones de la peste porcina africana en *PubMed*. La selección de los artículos se ha realizado primero mediante la utilización de palabras clave y después mediante artículos relacionados. Además, también se ha investigado sobre autores determinados, eminencias en el campo. Después, se ha buscado en *Google Science* información sobre la enfermedad. También se ha extraído información a partir de *Web of Science*.

En cuanto a las revistas científicas, se han buscado publicaciones sobre la peste porcina africana en *EFSA Journal*, revista científica que publica las producciones científicas de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria; en *Virus Research*, revista internacional de virología celular y molecular y en *Transboundary and Emerging Diseases*, en la que se recogen las últimas investigaciones sobre enfermedades infecciosas que suponen una amenaza mundial para animales y personas.

Por último, se han consultado las bases de datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; del Instituto de Estadística de Cataluña y del Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña.

5. HISTORIA DE LA INTRODUCCIÓN DE LA PESTE PORCINA AFRICANA EN EUROPA Y SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA ACTUAL

La PPA fue detectada por primera vez en Kenia en 1909 (Penrith et al., 2013) como una enfermedad diferente a la peste porcina clásica y fue descrita por primera vez en 1921 (Montgomery, 1921).

Hasta la fecha, afectaba seriamente a África sub-Sahariana, siendo endémica en más de 20 países. Las diferentes vías de transmisión contribuyeron a la rápida diseminación del virus por todo el continente africano y a la consecuente introducción de la PPA en Europa. (Cwynar et al., 2019; Arias et al., 2018).

Desde la década de 1960, se han reportado en Europa dos brotes en dos incidentes separados (Cwynar et al., 2019):

- El primer brote fue en 1957, año en el que el virus consiguió salir de África y alcanzó Portugal por medio de residuos contaminados que se usaron para alimentar cerdos portugueses. Después, se diseminó por toda la Península Ibérica y, a través de España y Portugal, avanzó hacia otros países del oeste de Europa, persistiendo más de 30 años en nuestro continente (Sánchez-Vizcaíno, 2015; Cwynar et al., 2019). Estudios genéticos recientes basados en aislamientos víricos, contemplan la posibilidad de que hubiera dos brotes diferentes en Portugal en este período de tiempo. Uno en 1957, que se consiguió controlar y erradicar rápidamente; y otro en 1960, causante de la diseminación del virus por la Península Ibérica (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011).

De cualquier modo, en 1995 se consiguió erradicar definitivamente, por lo que la Unión Europea se ha considerado libre de PPA dos décadas desde entonces; exceptuando la isla italiana de Cerdeña (Sánchez-Vizcaíno, 2015; Cwynar et al., 2019).

En la isla de Cerdeña es endémica desde 1978, pero a efectos epidemiológicos se considera como un incidente aislado por su cercanía con África y por la reclusión del virus en la isla sin propagarse al resto de Europa (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b).

- La segunda introducción fue a través del este de Europa, concretamente por Georgia, a través del puerto de Poti (2007 hasta nuestros días), siendo reportado cerca de la costa del Mar Negro (Beltran-Acrudo et al., 2008; Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b; Andraud et al., 2019).

Es conveniente mencionar que durante este período de tiempo entre ambos brotes (1995-2007), la enfermedad se diseminó considerablemente por diferentes países africanos, especialmente en el oeste de África y en algunas islas del este (Madagascar, Islas Mauricio) (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Respecto al segundo brote (2007), coincide con el aumento de la prevalencia en África, influenciada por el hecho de que los suidos africanos son asintomáticos, y con la crisis económica europea, la cual se relaciona con el uso de residuos contaminados para alimentar cerdos europeos. Además, también influyeron otros factores como la globalización (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Como consecuencia de esta segunda introducción, la PPA ha pasado de ser una enfermedad exótica de África sub-Sahariana a ser considerada una seria amenaza para el sector porcino en Europa Central (Pikalo et al., 2019).

La vía de infección en Georgia también fue a través de la alimentación de cerdos domésticos con residuos infectados. Estos residuos fueron originados en África y llevados a Georgia por barco. Una vez en Georgia, el virus comenzó a diseminarse por otros países. Los primeros en verse afectados fueron Armenia y Azerbaiyán (Andraud et al., 2019; Jurado et al., 2018; Rowlands et al., 2008). Sin embargo, después de agosto de 2007, Georgia no volvió a declarar ningún caso de PPA a la OIE. Algo similar sucedió con Armenia (segundo país afectado), que desde finales de 2007 no volvió a notificar ningún caso. Azerbaiyán también consiguió erradicarla, reportando tan solo un único brote de PPA en 2008 (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b).

A pesar del éxito del control en estos países, no se logró erradicar por completo y el virus de algún modo llegó a Rusia en diciembre de 2007, lo cual representó un gran peligro para la Unión Europea y para el resto de Europa dada la importancia del sector porcino de este país, su gran tamaño geográfico y el amplio comercio que realiza con la Unión Europea (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b).

Según los informes oficiales de la OIE, la enfermedad persistió y se diseminó localmente por las poblaciones de jabalíes salvajes en torno a las montañas del Cáucaso durante los primeros siete meses después del primer brote ruso. Desafortunadamente, en junio de 2008, los cerdos domésticos se infectaron y la PPA empezó a diseminarse también por las explotaciones del país. Durante 2009 y 2010, la enfermedad no avanzó más allá de las regiones del sur, si bien es cierto que hubo algún caso aislado en el norte; pero en 2011 avanzó hacia el norte causando la notificación de más de 20 brotes alejados de la zona endémica original y a partir de ahí continuó el avance a través de Rusia cada vez a más velocidad (OIE, 2012).

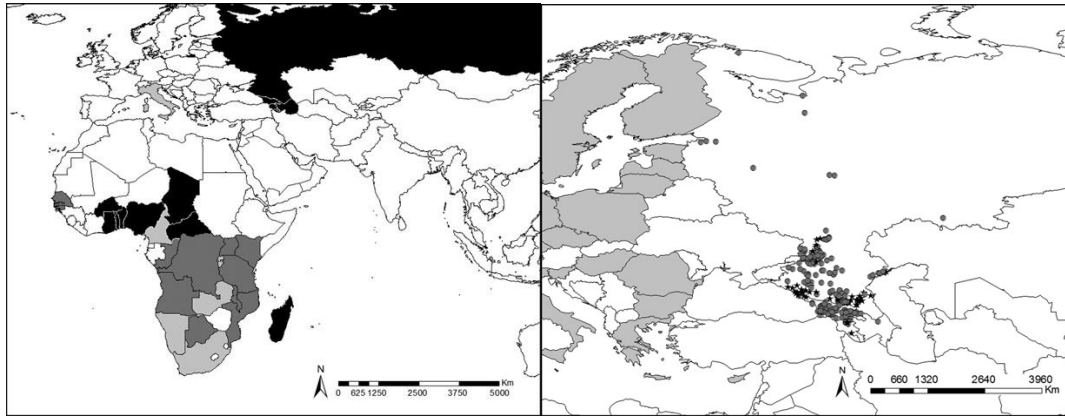


Figura 1. Países afectados por la PPA. El color gris claro indica los países en los que la enfermedad se limita a una/s determinada/s área/s; el gris medio refleja los países donde las infecciones ocurrieron antes de 1995; y el color negro, los países en los que la infección ocurrió entre 1995 y 2008 (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011).

Figura 2. Brotes de PPA en cerdos domésticos (•) y salvajes (*) en Rusia y en los países Caucásicos. (Los países de la Unión Europea aparecen en gris) (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011).

Más adelante, en julio de 2012, se notificó el primer caso en Ucrania donde afectó especialmente a la fauna salvaje; provocando posteriormente la infección de cerdos domésticos en las explotaciones del sudeste del país, con mortalidades observadas del 60%. El gobierno ucraniano, acorde a los criterios internacionales, respondió rápidamente instaurando medidas como el sacrificio inmediato de los animales infectados, áreas de cuarentena y compensación a los granjeros por las pérdidas. Después de Ucrania, el virus llegó a Bielorrusia en 2013 (Sánchez-Vizcaíno et al., 2013b; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

La introducción en Europa y diseminación a través de la Federación Rusa supuso el refuerzo del control frente a la PPA en los países de la Unión Europea fronterizos con Rusia mediante la implantación de diversas medidas: mejora en limpieza y desinfección de los vehículos donde se transporta el ganado, suspensión de mercados de ganado, aumento de la vigilancia, refuerzo de la bioseguridad de las explotaciones y campañas de concienciación (Jurado et al., 2018).

A pesar de estas medidas, continuó diseminándose en el este de Europa entre 2012 y 2014, afectando tanto a jabalíes como a cerdos domésticos. Finalmente, provocó el primer brote en la Unión Europea a principios de 2014 (Andraud et al., 2019; Jurado et al., 2018).

La primera detección de la PPA en la Unión Europea fue en Lituania, en enero de 2014. Desde entonces, la expansión del virus siguió velozmente por los Países Bálticos. En febrero de 2014 se reportaron los primeros casos de jabalíes infectados en Polonia, seguidos por Letonia en junio y Estonia en septiembre. En estos tres países bálticos y en Polonia, la enfermedad se ha hecho

endémica entre los jabalíes salvajes; mientras que los brotes esporádicos en cerdos domésticos se han conseguido controlar eficazmente con estrictas medidas que consiguen prevenir la propagación (Gervasi et al., 2020).

En la mayoría de las áreas afectadas, la población de jabalíes jugó un rol crucial como reservorio epidemiológico, manteniendo de forma indefinida el virus en el ambiente (Gervasi et al., 2020).

En muchos casos, no es posible seguir el rastro de la causa específica. Se sospecha que, en determinadas zonas, como República Checa o Bélgica, la PPA se introdujo a causa de actividades relacionadas con el ser humano que acabaron infectando a la población de jabalíes (incorrecta eliminación de comida infectada, comercio ilegal, etc.). En otras, como Hungría o Eslovaquia, se sospecha que la introducción y diseminación se debe a la continuidad geográfica de las poblaciones de cerdos y jabalíes infectados (Gervasi et al., 2020).

El primer brote de la PPA en la República Checa fue en junio de 2017. Gracias a firmes medidas de control basadas en vallar el área infectada, caza intensiva de jabalíes y búsqueda activa de cadáveres, la República Checa fue declarada libre de PPA a finales de febrero de 2019 por la Comisión Europea después de 6 meses sin ningún caso positivo a PPA (Andraud et al., 2019).

En Rumania, muy lejos de ocurrir del mismo modo, la primera notificación fue registrada en julio de 2017 y fue limitada en cuanto a expansión territorial. Sin embargo, la epidemia se inició un año más tarde: más de mil casos declarados en octubre de 2018 entre jabalíes salvajes y cerdos domésticos (Jurado et al., 2018).

Exceptuando la República Checa, la PPA se considera endémica en los países del este de Europa y una grave amenaza para los del oeste (Andraud et al., 2019).

En septiembre de 2018, se notificó el primer caso de jabalíes infectados con PPA en Bélgica, concretamente en el sur del país. La afectación de Bélgica por la PPA fue relativamente sorprendente dado que a pesar de que el virus llevaba siendo una amenaza en Europa desde hace años, los países afectados más cercanos eran Polonia, Hungría y Bielorrusia, no siendo fronterizos. Aunque el origen todavía no ha sido aclarado, se ha justificado este salto entre países con el papel del hombre como causante de esta transmisión a larga distancia. Hasta la fecha, la PPA continúa extendiéndose por los jabalíes en Bélgica, a pesar de haberse instaurado estrictas medidas de control como barreras físicas, búsqueda activa de jabalíes muertos, eliminación de cadáveres del medio, análisis de todos los jabalíes muertos o sacrificados y caza intensiva de jabalíes salvajes dentro del área de observación reforzada (Linden et al., 2018).

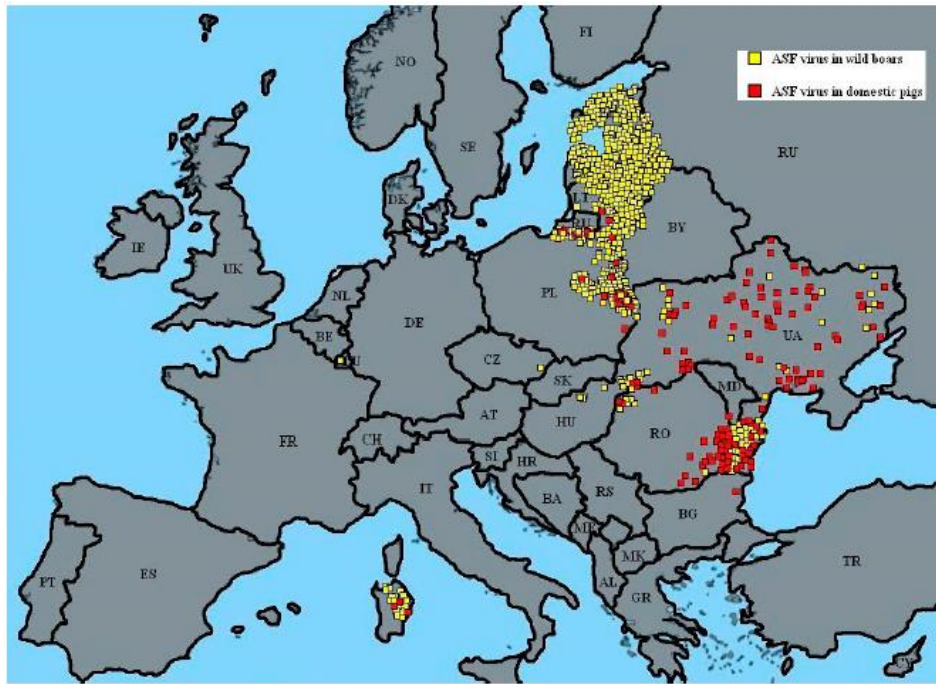


Figura 3. Situación de la PPA en Europa (diciembre de 2018) (Cwynar et al., 2019).

La entrada de la PPA en Bélgica aumenta el riesgo de infección en los países vecinos: Alemania, Luxemburgo, Holanda y Francia. Este riesgo ha supuesto extremar las medidas de vigilancia y reforzar los controles. El aumento del riesgo de infección en Francia conlleva un aumento de la probabilidad de que acabe afectando también a España (Andraud et al., 2019; Gallardo et al., 2019).

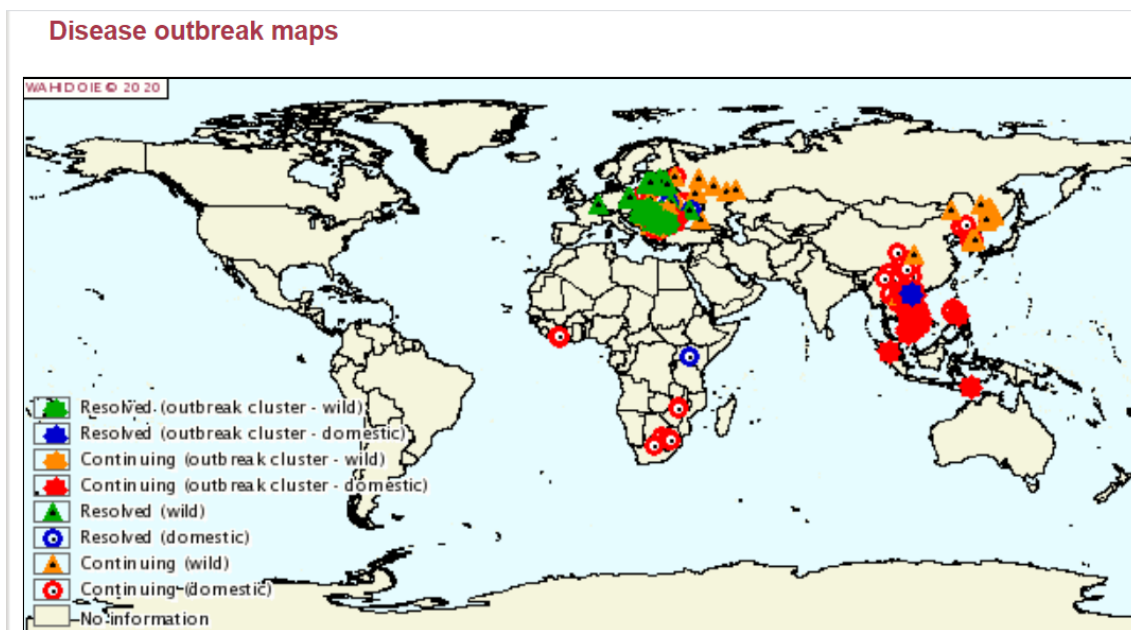


Figura 4. Distribución de los brotes de PPA notificados hasta 2020 (OIE, 2020).

6. INTERACCIONES ENTRE LOS JABALÍES Y LOS CERDOS DOMÉSTICOS

Los jabalíes salvajes (*Sus scrofa*) están implicados en la epidemiología del virus ya que son partícipes de la diseminación y persistencia en Europa, aunque hoy en día el rol que ocupa su movimiento en la dinámica y diseminación de la PPA no ha sido completamente estudiado (Podgórski & Smietanka, 2018).

A diferencia de lo que se creía previamente (Laddomada et al., 1994; Rolesu et al., 2007; Bastos et al., 2009), la PPA no desaparece de forma natural en las poblaciones de jabalíes salvajes por el mero hecho de que no se re-infecten a partir de cerdos domésticos u otras fuentes de contagio. Dicho de otro modo, diferentes autores han evidenciado que el virus puede permanecer en poblaciones de jabalíes salvajes sin necesidad de que estén en contacto con cerdos domésticos (Olsevskis et al., 2016; Smietanka et al., 2016; Podgórski & Smietanka, 2018).

Algunos de los autores (Mur et al., 2012) que sostenían que la PPA desaparecería en poblaciones de jabalíes salvajes cuando la interacción con cerdos era limitada, basaban su hipótesis en que los jabalíes por sí mismos son incapaces de mantener el virus y no interfieren significativamente en el control y erradicación de la PPA en países afectados (siempre y cuando el contacto de los jabalíes con poblaciones de cerdos domésticos esté restringido).

Para evidenciarlo, dichos autores (Mur et al., 2012) en colaboración con el Laboratorio de la Universidad Complutense de Madrid realizaron un estudio en el Parque Nacional de Doñana con una población significativa de jabalíes salvajes. El resultado obtenido, apoyó la hipótesis de que los jabalíes salvajes no son capaces de mantener la infección durante largos períodos de tiempo en áreas donde los cerdos domésticos no están infectados y los jabalíes no entran en contacto con ellos (Mur et al., 2012).

Sin embargo, no hay evidencias suficientes respecto a los casos en los que los cerdos domésticos sí tienen contacto con los jabalíes, por lo que recalcan la importancia de profundizar en el estudio del rol que estos animales ejercen (Mur et al., 2012).

De cualquier modo, hay consonancia en que los jabalíes contribuyen a diseminar el virus a través de su comportamiento espacial desplazándose del área del brote y transmitiéndoselo a individuos susceptibles, causando la transmisión de la enfermedad entre poblaciones y en ocasiones infectando explotaciones de cerdos domésticos (Podgórski & Smietanka, 2018).

Por ello, aunque no resultan útiles a la hora de utilizarlos como factor predictivo de la enfermedad, hay evidencias de que controlando la población de jabalíes y conociendo los puntos críticos, se puede tratar de frenar el avance de la PPA (Podgórski & Smietanka, 2018).

La base de este control radica en conocer los movimientos que realizan los jabalíes para poder evitar que sean la fuente de contagio, es decir, entender la relación entre los movimientos de los hospedadores infectados y la dinámica del virus, y así poder optimizar los esfuerzos destinados en controlar la PPA al permitir que dicho esfuerzo se focalice (Conner & Miller, 2004; Oyer et al., 2007):

I. Período reproductor

El aumento de la extensión del área en el que se mueven los animales durante el período reproductor provoca una mayor transmisión del virus entre grupos, mientras que los movimientos estacionales son los que contribuyen a que la enfermedad se disemine a través del territorio (Podgórski & Smietanka, 2018). De este modo, los movimientos de los hospedadores son una parte integrante de la dinámica de la PPA, cuya magnitud del impacto que provoca depende de la movilidad del hospedador y de las características del patógeno (Hirsch et al., 2016; VanderWaal et al., 2013).

II. Ecología y comportamiento

La ecología y el comportamiento de los jabalíes también podría facilitar la expansión de la PPA como consecuencia del intento de sociabilizar de estos animales y de la abundancia del número de cabezas en Europa, ocupando una de las cifras mayores de la historia (Apollonio et al., 2010; Massei et al. 2015).

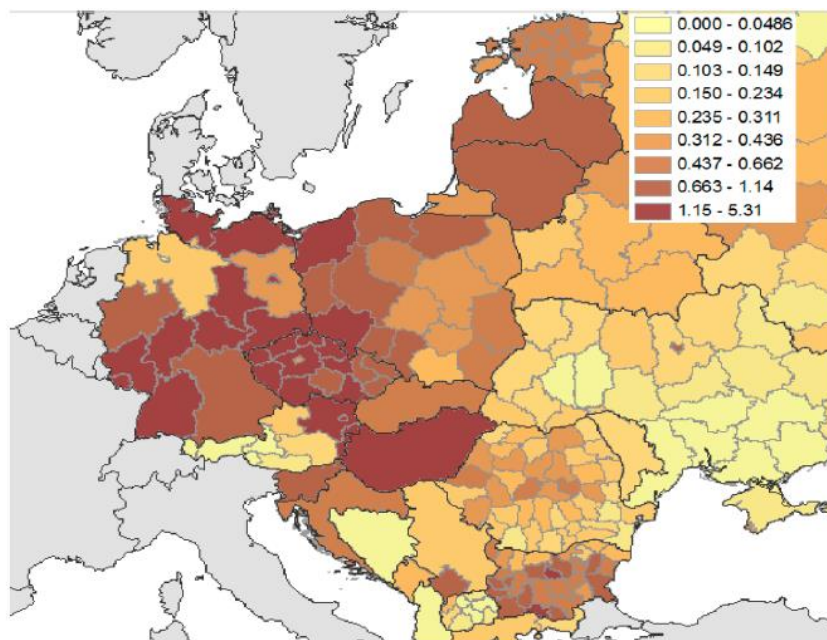


Figura 5. Población de jabalíes salvajes (número medio por kilómetro cuadrado) en Europa (Cwynar et al., 2019).

Dentro de los grupos, el área de campeo de los individuos se solapa considerablemente y junto con el hecho de que existe también solapamiento entre grupos, la frecuencia de contacto directo entre individuos es mucho mayor que entre grupos (Pepin et al., 2016).

III. Edad y género

Los adultos, machos y hembras, ocupan un área de campeo separado y el área que abarca varía estacionalmente:

- Los machos aumentan la movilidad durante la época de celo, siendo común que recorran amplios territorios y realicen excursiones regularmente fuera de sus áreas de campeo en busca de hembras receptivas (Spencer et al., 2005)
- Las hembras aumentan sus movimientos varias semanas después del parto, debido a la necesidad de búsqueda de comida durante la lactación. A diferencia de la preñez, donde disminuye su movilidad, especialmente en las semanas previas al parto y recién paridas (Morelle et al., 2015).

Por otra parte, las crías en el postdestete son las que realizan los movimientos de larga distancia dentro de las poblaciones (Keuling et al., 2010).

IV. Recursos y condiciones climáticas

Los movimientos estacionales y las variaciones en el área de campeo pueden estar conducidos por cambios en las condiciones climáticas y disponibilidad de recursos (Keuling et al., 2009).

7. DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD

La ausencia de un tratamiento específico para la PPA y de vacunas efectivas disponibles, convierten al diagnóstico en el componente esencial para la prevención, control y erradicación de la enfermedad. El éxito de las medidas de vigilancia depende de la disponibilidad de test diagnósticos apropiados, rápidos y específicos (Jurado et al., 2018; Sánchez-Vizcaíno et al., 2012).

Aunque existe un elevado número de técnicas diagnósticas validadas y disponibles, el diagnóstico de la PPA puede resultar complicado. El motivo reside tanto en la complejidad de la epidemiología con los diferentes escenarios posibles, como en las características de los virus circulantes; dando pie a una amplia variedad de formas clínicas de la PPA, lo que provoca la pérdida de confianza en las sospechas clínicas (Gallardo et al., 2019).

Además, aunque actualmente hay test diagnósticos disponibles que permiten ser empleados con éxito en los programas de vigilancia, control y erradicación, no existe una prueba que sea 100% fiable (sensible y específica) (Sánchez-Vizcaíno & Mur, 2013a; Gallardo et al., 2015b; Arias et al., 2018). Por esta razón, junto con las características clínicas de la PPA, la vigilancia pasiva es el método más efectivo y eficiente para una detección precoz en las áreas libres del virus (EFSA, 2018).

Para poder asegurar el éxito, el diagnóstico final deberá estar basado en la interpretación de los resultados obtenidos a partir de un soporte laboratorial que garantice el diagnóstico rápido, en combinación con la información obtenida del escenario epidemiológico y los signos clínicos. Para ello, se requiere un conocimiento actualizado de las cepas circulantes, de la enfermedad, de su mecanismo de diseminación y de la presentación clínica que aparece en las explotaciones y en el campo. Esta combinación permitirá la rápida detección del virus y, por tanto, reducir y prevenir la diseminación de la PPA (EC, 2013; EFSA, 2018).

Para comprender el diagnóstico laboratorial es necesario conocer el agente etiológico: el virus de la PPA, un virus bicatenario con cubierta, único miembro de la familia *Asfaviridae* (Gallardo et al., 2019).

El genoma de dicho virus codifica, entre otras cosas, un elevado número de enzimas víricas y factores de transcripción vírica y, basándonos en el gen B646L (gen que codifica la proteína p72 de la cápside), podemos diferenciar 24 genotipos distintos del virus (Reis et al., 2007; Gallardo et al., 2019).

Mediante diferentes estudios genéticos de las células diana del virus (particularmente macrófagos), se han identificado cerca de cien proteínas relacionadas con la infección. Tanto las

proteínas estructurales como las que están relacionadas con la infección, son capaces de regular, inhibir y modular los mecanismos esenciales y no esenciales de replicación del virus, además de la producción de partículas del virus y de apoptosis. Algunas de estas proteínas, gracias a la inhibición de los factores de transcripción del hospedador y a la respuesta del interferón, consiguen evadir el sistema inmune del hospedador (Reis et al. 2017).

Por tanto, las pruebas virológicas son imprescindibles para la rápida implantación de medidas de control. La detección del virus abarca numerosos aspectos y la OIE recomienda el diagnóstico virológico mediante la combinación de diferentes test: detección del genoma vírico mediante PCR, detección de antígenos víricos mediante ELISA o test de anticuerpos por fluorescencia y detección del virus usando aislamiento vírico (Cwynar et al. 2019).

DetECCIÓN VÍRICA

a. Detección genómica: PCR

En cuanto a la detección genómica con PCR, actualmente se considera la prueba de elección por excelencia para la detección precoz del genoma de la PPA. Es método específico, sensible y capaz de llegar a un diagnóstico firme con cualquier muestra; sin importar si pertenece a cerdos domésticos, jabalíes o garrapatas (Gallardo et al., 2015b).

Durante los últimos veinte años, se ha desarrollado una amplia variedad de test de PCR para detectar un amplio rango de genotipos aislados de diferente virulencia. A causa de que nuevos aislamientos víricos muestran nuevos patrones genéticos y pueden emerger en cualquier momento, es importante comprobar periódicamente el rendimiento de las pruebas PCR de rutina para elegir la más adecuada (Fernández-Pinero et al., 2013; Gallardo et al., 2018).

En este contexto, el Laboratorio de Referencia de la Unión Europea ha anunciado que el test de PCR convencional para la detección de la PPA recomendado por la OIE muestra una sensibilidad más baja de lo esperado en la detección de la cepa del genotipo II de la PPA debido a un desajuste en un nucleótido cerca del extremo 3' del *primer* (cebador) que se encuentra en los virus circulantes. Tampoco son adecuados los *primers* descritos para las pruebas de PCR conjuntas para la peste porcina clásica/PPA para la detección de algunos aislamientos recientes del virus de la PPA en algunas regiones determinadas (Agüero et al., 2004; Gallardo et al., 2019).

Cabe mencionar que existen otros test moleculares que pueden ser una alternativa diagnóstica al PCR, como por ejemplo los ensayos isotérmicos (test barato y útil a nivel de campo) pero su sensibilidad solo es adecuada para detectar casos agudos -donde los signos clínicos están presentes-. No obstante, no es recomendable para la detección de casos crónicos, o de animales

portadores, ya que la carga vírica es menor en estos animales y el nivel de detección del virus será significativamente más bajo con los ensayos isotérmicos que utilizando el PCR. Estos animales serán capaces de diseminar el virus sin mostrar signos de enfermedad clínica (James et al., 2010; EFSA, 2015).

En conclusión, teniendo en cuenta el criterio de distintos autores, la detección mediante test de PCR convencionales es la herramienta indispensable para la vigilancia de animales infectados que presenten la enfermedad clínicamente como aguda o subaguda, teniendo en cuenta los largos períodos de viremia y a la alta carga vírica que muestran estos animales. Sin embargo, solo los test de PCR con la sensibilidad más alta son útiles para detectar la baja carga vírica que presentan los animales durante los primeros días de infección y los que tienen un curso crónico o subclínico de la enfermedad (Gallardo et al., 2019).

b. Aislamiento vírico y pruebas de hemadsorción

La facilidad para conseguir las muestras en campo de los test de aislamiento vírico convierte este método en un elemento crítico para el diagnóstico (Carrascosa et al., 2011).

En teoría, todos los virus de PPA muestreados en brotes naturales pueden ser aislados en cultivos primarios de leucocitos de origen porcino, en monocitos tomados de sangre o pulmones (alveolos) o a partir de macrófagos. En caso de que el virus esté presente en la muestra, se replicará en las células produciendo efecto citopático y reacción de hemadsorción (característica propia de las células infectadas determinados virus, con gran uso a lo largo del tiempo con propósitos diagnósticos) (Carrascosa et al., 2011).

No existen otros virus porcinos capaces de producir reacción hemadsorción en cultivos leucocitarios, lo cual convierte esta prueba en un test confirmatorio en caso de brote primario. Sin embargo, el intento de aislar virus infecciosos de muestras obtenidas en campo proporciona resultados irregulares (Gallardo et al., 2019).

Diferentes estudios reflejan la baja efectividad (30,7%) del aislamiento vírico aplicado sobre muestras de campo de jabalíes salvajes procedentes de regiones afectadas de Europa, a pesar de los altos valores de ADN vírico que contenían las muestras; lo cual ha sido confirmado con estudios realizados en el laboratorio de referencia de la Unión Europea (Gallardo et al., 2019).

El mal estado de algunas muestras puede afectar a la viabilidad del virus, implicando en ciertos casos que no se logren los resultados deseados. Es conveniente tener en cuenta que el porcentaje de inefectividad es especialmente alto en las muestras que fueron obtenidas de animales muertos o cazados. Además, cabe destacar que algunas cepas de campo no producen reacción de hemadsorción, solo producen efecto citopático. Estos virus que no producen reacción de

hemadsorción no se aíslan con facilidad y la confirmación de su existencia requiere un estudio más exhaustivo utilizando test de PCR en los sedimentos de los cultivos celulares (Gallardo et al., 2019).

A pesar de que el aislamiento vírico y la identificación con la prueba de hemadsorción son test que se recomiendan con frecuencia en caso de un brote primario de PPA, no es el método diagnóstico más útil ya que presenta una serie de desventajas: es más caro que otras técnicas, su uso requiere tanto un equipamiento específico como práctica, lleva mucho tiempo y no se puede adaptar a un número elevado de muestras en caso de necesitarlo.

c. Técnicas de detección de antígenos

Existen diferentes técnicas de detección de antígenos desarrolladas a lo largo de la historia. Entre las cuales destaca la inmunofluorescencia directa (DIF): un procedimiento casero para detectar antígenos víricos en frotis o en finas secciones de órganos. Es útil para la identificación del virus de la PPA en cepas donde el aislamiento vírico no produce hemadsorción (Oura et al., 2013).

Las principales ventajas del DIF son su rapidez y su elevada especificidad y sensibilidad tanto para cepas que producen hemadsorción como para las que no, en las formas agudas e hiperagudas de la PPA. Sin embargo, la sensibilidad se reduce a valores inaceptables cuando la respuesta de los anticuerpos se desarrolla después de la primera semana post infección puesto que se crea un complejo antígeno-anticuerpo, provocando que se eleve la proporción de falsos negativos. Además, esta técnica presenta más desventajas, pues los resultados pueden ser subjetivos y es difícil adaptar el rendimiento cuando el número de muestras es elevado, requiriendo personal con práctica y experiencia para realizar esta técnica (Arias & Sánchez-Vizcaíno, 2012).

También existe un elevado número de test de antígenos ELISAs caseros que incluyen formatos directos, y que emplean anticuerpos monoclonales y policlonales, pero hoy en día no se encuentran disponibles. Solo hay un kit comercial disponible, que permite el uso de muestras séricas y procedentes de tejidos, y cuyo uso es rápido y sencillo. No obstante, el principal inconveniente de este kit es su baja sensibilidad, incluso cuando la carga vírica es elevada (Oura et al., 2013).

Como consecuencia, el uso de test de antígenos ELISA o DIF solo se recomienda si se combina con otros test virológicos o serológicos (Oura et al., 2013; Gallardo et al., 2019).

Test de detección de anticuerpos

Los test serológicos son el método de diagnóstico más común en virtud de su simplicidad y coste relativamente bajo, además de que el equipamiento requerido es ligero y poco complejo (Arias & Sánchez-Vizcaíno, 2012).

A lo largo de la historia, las técnicas de detección de anticuerpos han sido cruciales para la erradicación de epidemias causadas por diferentes virus. En el caso del diagnóstico de la PPA, la detección de anticuerpos es particularmente relevante puesto que no existen vacunas disponibles contra este virus, lo que significa que la presencia de anticuerpos siempre indica infección (Arias & Sánchez-Vizcaíno, 2012).

Además, la infección de la PPA produce viremia durante un largo período de tiempo y la respuesta de los anticuerpos aparece rápidamente (tras pocos días post infección), pudiendo ser detectada en la primera semana tras la infección, y permaneciendo varios meses e incluso años (Arias & Sánchez-Vizcaíno, 2012).

El diagnóstico serológico se debería realizar en paralelo con el diagnóstico vírico dado que, aunque los animales en fase subaguda de la PPA poseen anticuerpos, muestran una viremia intermitente (Gallardo et al., 2015b).

Por ello, la vigilancia basada en anticuerpos es esencial para detectar brotes en los que están implicadas cepas de baja virulencia y para aclarar las características epidemiológicas de las epidemias detectando también a los animales supervivientes, en otras palabras, ser capaces de controlar la situación incluso antes del momento en el que el virus se introduce en la explotación (Arias et al., 2019).

Actualmente, los test de anticuerpos del virus de la PPA aprobados por la OIE implican el uso de un test ELISA para anticuerpos respaldado por un test confirmatorio, entre los que encontramos: "immunoblotting" (IB) (técnica utilizada para cuantificar e inmunodetectar proteínas específicas), inmunofluorescencia indirecta (IIF) o test de inmunoperoxidasa indirecto (IPT) (Gallardo et al., 2018; OIE, 2019).

a. ELISA

La detección de anticuerpos específicos contra la PPA mediante ELISA es la técnica de elección recomendada por la OIE. Hoy en día, hay disponibles variantes de ELISA que incluyen ELISAs recombinantes y versiones caseras del test basadas en la utilización del virus vivo simulando ser el antígeno. También hay disponibles tres kits comerciales validados de ELISA para la detección de anticuerpos de la PPA fundamentados en proteínas altamente antigénicas (Gallardo et al., 2015b).

La desventaja más significativa es la baja sensibilidad del ELISA detectando anticuerpos a partir del día 7-12 post infección -si se compara con las pruebas serológicas confirmatorias- (Gallardo et al., 2015b). Además, solo puede tomarse como muestra el suero, lo que restringe el rango de aplicación. De todos modos, más allá de estos inconvenientes, es un test muy específico para anticuerpos desde los días 12 a 14 post infección; convirtiéndolo en el método más útil para estudios a gran escala gracias a su rapidez y bajo coste (Gallardo et al., 2015b).

La especificidad del ELISA, tanto de los formatos comerciales como caseros, es tan solo del 80% cuando se trata de tejidos, defecto importante teniendo en cuenta la situación epidemiológica actual en Europa donde el diagnóstico de PPA en jabalíes salvajes cobra especial importancia (Gallardo et al., 2019).

Existen otros factores que provocan el descenso de la precisión de este método, como el origen de la toma de muestras, pues suelen proceder de animales cazados/capturados o encontrados muertos. Por ello, dichas muestras no siempre estarán en perfecto estado y no será posible realizar un diagnóstico completo a partir de ellas. Este inconveniente cobra una importancia especial en las regiones endémicas donde las cepas están continuamente circulando y su virulencia es baja o moderada, siendo indispensable en estas regiones que no exista ningún falso negativo para poder ser capaces de controlar la enfermedad (Gallardo et al., 2015b).

El objetivo hoy en día es encontrar una técnica que permita fácilmente analizar todo tipo de exudados y de tejidos, incluida la médula ósea. Aun así, es prioritario conseguir estandarizar los ELISA para la detección de anticuerpos específicos del virus en extractos de tejidos, con el objetivo de conseguir una evaluación más sencilla y fiable de la situación epidemiológica en regiones afectadas (Gallardo et al., 2015b; Gallardo et al., 2019).

b. Test confirmatorios de detección de anticuerpos

Los resultados positivos a un ELISA deberían ser siempre confirmados con métodos adicionales con IB, con IIF o mediante un IPT, tal y como recomienda la OIE (OIE, 2019).

El IB es una prueba rápida y sensible para la detección específica de anticuerpos y proporciona un reconocimiento adecuado de ciertas muestras seropositivas que de otro modo no se reconocerían con facilidad, gracias a una reacción de los anticuerpos contra las proteínas del antígeno. Estos polipéptidos comienzan a reaccionar positivamente con suero obtenido tras solo 7-9 días post infección. Además, la reacción positiva de la mayoría de las muestras se mantiene en suero obtenido hasta varios meses post infección (Gallardo et al., 2019).

El IB, pese a su sensibilidad, cuenta con el inconveniente de que solo aquellas muestras obtenidas del suero son aptas para usarse. Además, en las áreas endémicas por PPA (donde hay

animales infectados crónicamente o donde hay presentes infecciones subclínicas) se visualizan patrones no específicos que pueden entorpecer la interpretación de los resultados. En estas ocasiones, para que la evaluación sea precisa, se debe considerar realizar también otra prueba serológica confirmatoria como IIF o IPT (Gallardo et al., 2019).

Tanto la IIF como la IPT son test de alta especificidad y sensibilidad, pero el inconveniente que presentan es que la interpretación de los resultados es subjetiva por lo que es imprescindible que el personal esté entrenado y cualificado.

Pese a las limitaciones, la IPT ha demostrado ser la mejor técnica para el diagnóstico serológico de la PPA a merced de su sensibilidad superior a las demás y al hecho de que es capaz de analizar cualquier muestra porcina: sangre, tejidos, fluidos corporales, etc. lo cual tiene especial relevancia en los programas de control y vigilancia en jabalíes salvajes.

La principal desventaja de los test serológicos confirmatorios es que hasta ahora ninguno está comercializado lo cual supone un impedimento en los laboratorios, especialmente en aquellos de bajos recursos (Gallardo et al., 2019).

8. PRESENTACIÓN CLÍNICA, PATOGENIA Y CEPAS CIRCULANTES EN EUROPA

I. Presentación clínica y lesiones

La PPA puede manifestarse clínicamente y morfológicamente de forma diferente dependiendo de la virulencia del virus aislado, la ruta de transmisión, la dosis de infección, las características del hospedador y de otros factores aún desconocidos (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

En un inicio, la presentación clínica de la PPA en una granja infectada con el virus a bajas dosis no provocará ni una alta mortalidad ni signos clínicos característicos, excepto fiebre y determinados linfonodos hemorrágicos como hallazgo *post-mortem* (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Sin embargo, pocos días después de la infección, como consecuencia del aumento de la circulación vírica, se produce un incremento insólito de número de animales infectados, aumenta la mortalidad y se producen más lesiones y signos clínicos característicos. Por tanto, todos los animales muertos que presentasen fiebre antes de morir y pertenezcan a un área de riesgo, sin excepción, deberán ser testados para la PPA para poder frenar la propagación de la enfermedad lo antes posible (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Como parte de estos signos clínicos característicos de la enfermedad en estadios más avanzados, en primer lugar, nos encontramos con lesiones hemorrágicas. Hoy en día, hay controversia en el mecanismo implicado en la creación de dichas lesiones: mientras que algunos estudios sugieren que podrían estar asociadas con la replicación vírica en las células endoteliales, otros rechazan esta hipótesis a pesar de que se ha conseguido evidenciar daño endotelial. Asimismo, la liberación de citoquinas por parte de los macrófagos infectados también se encuentra entre las causas posibles del desarrollo de estas lesiones, estando implicada en la inducción de apoptosis en las poblaciones de linfocitos y produciendo una coagulación intravascular diseminada (Pikalo et al., 2019).

Otro signo característico es la trombocitopenia, observada generalmente en la fase final de la enfermedad con curso agudo. Dicha trombocitopenia se ha atribuido a la destrucción de plaquetas por la coagulopatía, al efecto directo del virus en los megacariocitos y a varios procesos inmuno-mediados, donde están implicados inmuno-complejos de antígenos y anticuerpos causando agregaciones plaquetarias (Gómez-Villamandos et al., 2003; Pikalo et al., 2019).

La presencia de ganglios linfáticos hemorrágicos, hipertrofia de bazo y pequeñas hemorragias múltiples en riñones, vejiga y estómago también son hallazgos comunes.

En cuanto a la protección inmunológica del organismo contra el virus de la PPA, aún no ha sido del todo aclarada (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011):

- A pesar de que la infección induce la liberación de una pequeña cantidad de anticuerpos contra las proteínas víricas, se ha demostrado que esta protección no es suficiente para el desafío que supone la viremia. Aun así, hay evidencias de que el rol de los anticuerpos es fundamental para reducir la carga viral y los efectos adversos que produce la infección, y retrasar la aparición de los signos clínicos.
- Además, diferentes estudios han concluido que la inmunidad celular participa en la protección inmunológica contra el virus de la PPA, concretamente la actividad celular de los linfocitos CD8 y las células asesinas naturales (*natural killers*).

II. Formas clínicas

Existen diferentes formas clínicas: hiperaguda, aguda y subaguda. En cada una de ellas encontraremos diferentes índices de mortalidad: las formas agudas e hiperagudas se acompañan de alta mortalidad, pudiendo incluso alcanzar el 100%; sin embargo, cuando la enfermedad es subaguda o crónica se reduce la mortalidad hasta a un rango de 0-60% (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Además, las cepas del virus de la PPA suelen clasificarse como: altamente virulentas, moderadamente y de baja virulencia. De este modo, las cepas de alta virulencia suelen ser las responsables de las formas hiperagudas y agudas de la enfermedad; mientras que las cepas moderadamente virulentas causan presentaciones agudas y subagudas o crónicas (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

a. Forma hiperaguda

Esta forma se caracteriza por fiebre alta (temperatura corporal entre 41 y 41°C), pérdida de apetito, inactividad, hiperapnea e hiperemia cutánea.

Los animales suelen morir entre uno y cuatro días después de que aparezcan los primeros signos clínicos y antes de que aparezcan lesiones evidentes en los órganos (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

b. Forma aguda

Es la forma más típica de la enfermedad y la provocan cepas de una virulencia alta o moderada. Los animales mueren entre 3 y 15 después de la aparición de los primeros signos, dependiendo de si la cepa es alta o moderadamente virulenta. Los animales infectados con estas cepas

muestran fiebre y tienen tendencia a apiñarse/amontonarse, además, pierden el apetito, se encuentran inactivos y apáticos y presentan leucopenia y linfopenia. La expulsión de espuma por la nariz y por la boca también es un hallazgo característico, así como el edema pulmonar y las alteraciones respiratorias.

Los animales afectados suelen morir por shock, normalmente una semana después de que comience la fiebre (Sánchez-Vizcaíno & Arias, 2012; Gómez-Villamandos et al., 2013; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

c. Forma crónica o subaguda

Esta forma se asocia a infecciones provocadas por cepas de moderada a baja virulencia. Las manifestaciones clínicas más características son artritis y lesiones necróticas en la piel y comienzan a desarrollarse a partir de 20 días post infección (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Cabe mencionar que esta forma de la enfermedad nunca se ha descrito o evidenciado en regiones en las que la PPA ha estado presente durante largos períodos de tiempo (África, Cerdeña, etc.), habiendo sido solo descrita en España, Portugal y la República Dominicana. Como consecuencia, se han desarrollado hipótesis que sostienen que la forma crónica podría ser la original y a través de la evolución ha aumentado su virulencia (Mebus & Dardiri, 1979; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Los animales clínicamente recuperados eliminan el virus durante 6 semanas, o incluso períodos más largos según reflejan algunos estudios, lo cual contribuye a la persistencia de la enfermedad (Cwynar et al., 2019).

III. Cepas circulantes

Basándose en las experiencias y los datos obtenidos en el Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para la PPA de la situación actual en la Unión Europea, el diagnóstico y sus características genotípicas en jabalíes salvajes es importante para entender y prever la evolución clínica de la PPA (Gallardo et al., 2019).

El análisis en profundidad de las regiones genómicas de las cepas aisladas de la PPA que circulan en Europa ha permitido la identificación y confirmación de que el genotipo I_{p72} y diferentes variantes genotípicas estrechamente relacionadas con él, son las causantes de la PPA en nuestro continente (excepto en Cerdeña, donde las cepas halladas pertenecen al genotipo I) (Garigliany et al., 2019).

Las cepas del genotipo II son altamente virulentas y provocan una forma clínica aguda que da como resultado un cuadro clínico con una mortalidad de 94.5-100 % tanto en cerdos domésticos como en salvajes (Gervasi et al., 2020).

Según parece, con la introducción de las cepas del genotipo II en la Unión Europea, la enfermedad ha encontrado un campo de cultivo idóneo para expandirse gracias a la abundante población de jabalíes salvajes que hay actualmente en Europa (Pikalo et al., 2019).

Este enfoque genotípico se usa para identificar el origen de los virus y permite diferenciar cepas muy similares desde el punto de vista genético. A pesar de ello, la correlación establecida entre los genotipos y su virulencia no está clara (Arias et al., 2018; Gallardo et al., 2019).

Hasta ahora se han identificado las secuencias del genoma completo de 17 cepas del genotipo II. La alineación de todos los genotipos II aislados muestran que todos los genomas son casi idénticos con similitudes del 99.9%, lo cual sugiere que después de que el virus circule por Europa durante una década, la tasa de mutación que han sufrido las cepas del genotipo II de la PPA en Europa es extremadamente baja y su estabilidad genética asombrosamente elevada. Este hecho obstaculiza la fiabilidad de los marcadores genéticos asociados a la virulencia. Por consiguiente, la descripción de estos marcadores debe ser investigada con más detalle para paliar estas lagunas (Arias et al., 2018; Gallardo et al., 2019). De este modo, el enfoque actual para identificar cambios en la virulencia y en los mecanismos patogénicos se basa en infecciones clásicas experimentales (Gallardo et al., 2018).

Sea como fuere, a la luz de datos publicados en diferentes lugares de Europa, diferentes autores sugieren la convivencia de dos patrones epidemiológicos diferentes en términos de mortalidad y morbilidad, lo cual implicaría la co-circulación de dos cepas de diferente virulencia en un mismo lugar (Arias & Sánchez-Vizcaíno, 2012; Gallardo et al., 2018; Arias et al., 2018).

De hecho, hoy en día existe un amplio conocimiento que proporciona evidencia de la evolución natural del virus de la PPA en Europa, donde el genotipo II está circulando, sugiriendo que diferentes formas clínicas (desde aguda a infecciones subclínicas) coexisten en el campo en una proporción variada dependiendo de la región afectada; suponiendo una dificultad añadida en cuanto a reconocimiento de la enfermedad y, por ende, un desafío lograr la detección precoz (Gallardo et al., 2018; Gallardo et al., 2019).

Entender las presentaciones clínicas y la dinámica de infección, incluyendo patogénesis y respuesta inmune, es el paso clave para un correcto uso de las herramientas diagnósticas y para diseñar un programa efectivo de control y erradicación (Gallardo et al., 2019).

9. FACTORES DE RIESGO PARA LA INTRODUCCIÓN EN ESPAÑA

La predicción de los brotes de enfermedades es un gran reto para los veterinarios oficiales y las autoridades de salud pública. Para lograrlo, es indispensable y fundamental entender con exactitud los factores de riesgo y el rol que desempeñan en el caso de que se desarrolle un brote y las poblaciones implicadas en la enfermedad (Cardoen et al., 2017).

Para ello, es primordial conocer las principales rutas de diseminación, entre las cuales están implicados el transporte de animales infectados y, sobre todo, el transporte de productos infectados. Precisamente, esta fue la forma en la que la PPA entró en la Península Ibérica en 1970 y el medio por el que fue introducida en Georgia en 2007 (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015). Además, en Europa cobra una especial importancia el movimiento natural de los jabalíes por la proximidad de los territorios afectados, como se ha detectado por los casos notificados en los últimos años en las fronteras de la Unión Europea y por los análisis de evaluación de riesgos. A pesar de que esta ruta no es la causante de los brotes a larga distancia ni de la penetración en Europa, sí es una de las principales ejecutoras del rápido avance dentro de Europa y de la Unión Europea (De la Torre et al., 2013).

Un estudio reciente del Comité Científico de la Agencia Federal de Bélgica por la Seguridad de la Cadena Alimentaria comunicó que ciertos indicadores de riesgo de emergencia de enfermedades son medibles y es posible monitorizar su evolución a lo largo del tiempo. El Comité recomendó a las Autoridades Veterinarias que continúen desarrollando métodos para monitorizar los indicadores de riesgo de las enfermedades emergentes. Estos indicadores deberían proporcionar alertas automáticas cuando un riesgo de introducción se vea aumentado y se dé la diseminación de la enfermedad. Lo ideal es que estos sistemas informáticos alerten a las comunidades de veterinarios y de salud pública antes de que la enfermedad se introduzca o se produzca un brote -o en el peor de los casos- en los estados iniciales del surgimiento de la enfermedad (Scientific Committee of the FASFC, 2016).

Además, en España nos enfrentamos a la cercanía con Francia, país fronterizo con Bélgica donde la enfermedad se notificó ya en 2018 (Sánchez-Vizcaíno, 2015). Esta cercanía con países afectados por la PPA supone un factor de riesgo especialmente importante si tenemos en cuenta:

- El alto número de explotaciones de porcino que hay en Cataluña: 4.288 explotaciones registradas según el Instituto de Estadística de Cataluña (Idescat, 2016)
- El elevado número de cabezas de ganado porcino: 7.778.902 cabezas de ganado (Idescat, 2018)

- La alta densidad de jabalíes que hay en España: hasta 15 jabalíes por kilómetro cuadrado (Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres en España, 2007)

10. IMPACTO ECONÓMICO DE LA PESTE PORCINA ESPAÑOLA EN EL SECTOR PORCINO ESPAÑOL

Las enfermedades infecciosas emergentes de los animales de abasto pueden producir pérdidas altamente significativas en la producción animal y en la salud pública, además de ser una amenaza para la seguridad del sistema alimentario (Cardoen et al., 2017).

Los gobiernos y las personas encargadas de tomar decisiones en este ámbito son las responsables de que el Estado esté preparado para un brote potencialmente posible. Deberían ser capaces de implantar planes de control que incluyan vigilancia, medidas de bioseguridad, canales de comunicación y formación del personal para evitar que ocurra, con el consecuente gasto económico que esto significa (Cardoen et al., 2017).

De este modo, el escenario y plan de actuación tras el brote de una enfermedad emergente, ya sea su entrada de forma natural, accidental o deliberada (bioterrorismo), debería estar simulado y practicado antes de que entre y se produzca la infección de algún animal dentro de la frontera (Cardoen et al., 2017).

En general, el dinero gastado en la gestión de enfermedades en los países europeos es considerablemente alto (Waret-Szkuta et al., 2017).

A pesar de ello, el gran número de desafíos a los que se enfrenta un país desde un punto de vista metodológico en el ámbito de enfermedades animales aumenta la complejidad de calibrar correctamente el modelo económico, así como hace que sea difícil entender correctamente los beneficios de invertir en materia de prevención (Waret-Szkuta et al., 2017).

Por ello, es fundamental comprender que una parte importante de la asignación de recursos debería ir destinada al estudio de las nuevas enfermedades y a la investigación de la forma de transmisión, patogenia y mecanismo de infección. Este aspecto es primordial, ya que, si las decisiones económicas se tomasen de forma racional, sin invertir en la prevención y priorizando el ahorro (desde las decisiones de la granja hasta a nivel global), el impacto de las enfermedades sería mayor (Waret-Szkuta et al., 2017).

De cualquier modo, particularmente en el caso de las enfermedades emergentes de los animales de abasto, como es la PPA, estas dificultades se ven agravadas por las lagunas de conocimiento que actualmente sigue habiendo (Waret-Szkuta et al., 2017).

Con esta ausencia de información ya mencionada, el componente predictivo pierde eficacia, dificulta el manejo de la dinámica de la enfermedad y complica prever el impacto directo económico neto de la enfermedad a nivel de explotación y del país (Waret-Szkuta et al., 2017).

Además, la PPA también se enfrenta a incertidumbre sobre la previsión, pues el comercio y los movimientos de los animales pueden ser difíciles de definir ya que dependen de las circunstancias de las áreas cercanas (y países cercanos) en el momento del brote (Tago et al., 2015).

A pesar de que la PPA no es una zoonosis y el ser humano, por tanto, no se ve afectado por esta enfermedad, el hecho de que haya un caso de PPA en España (o en cualquier otro país), es suficiente para desencadenar restricciones regionales, nacionales e internacionales, suponiendo pérdidas muy superiores a otras enfermedades porcinas (Arias et al., 2018).

Estas restricciones comerciales perjudicarán específicamente a determinadas comunidades, como es el caso de Cataluña en la que el 77,35% del volumen de producción de carne pertenece al ganado porcino, siendo el mayor productor de ganado porcino de España (Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña, 2017). Pese a ello, económicamente perjudicará a toda España puesto el sector porcino supone el 39% de la Producción Final Ganadera, además de que nuestro país es el cuarto productor de carne de porcino a nivel mundial; después de China, Estados Unidos y Alemania (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Gobierno de España, 2018).

Este serio impacto socioeconómico es especialmente importante tanto en países exportadores de cerdos vivos, carne y despojos de cerdos y/o productos elaborados a partir de cerdos; como en países en los que el cerdo es una de sus principales fuentes de proteína animal. En España, la carne de cerdo es la segunda más consumida por detrás de la de pollo (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Gobierno de España, 2018; Arias et al., 2018).

La PPA afecta directamente a la economía de estos países puesto que la notificación de esta enfermedad desencadena graves medidas de control, así como restricciones comerciales nacionales e internacionales en cerdos y productos porcinos. Estas estrategias incluyen restricciones de exportación, control del movimiento de los cerdos y sus productos y cuarentena de animales (Arias y Sánchez-Vizcaíno, 2002).

Las medidas de prevención y la detección precoz (incluyendo sospecha y diagnóstico) son la forma idónea de reducir, o incluso eliminar, la posibilidad de que entre la PPA en un país, y así evitar el impacto socioeconómico. Las evaluaciones de riesgo, epidemiológicas y cualitativas/cuantitativas, son imprescindibles para identificar rutas de introducción-transmisión y regiones de alto riesgo (mapa de riesgos). Los resultados de estas evaluaciones convendría que

se usasen para focalizar las medidas de prevención y las actividades de vigilancia en ciertas áreas. (Arias y Sánchez-Vizcaíno, 2002).

Además, la valoración económica del impacto que supone la entrada de una enfermedad también debería incluir los cambios dramáticos que se desencadenan en el comportamiento de la población, tanto dentro del sector, porcino en este caso, como entre los consumidores (incluso aunque no se trate de una zoonosis), además de incluir el dinero invertido en las estrategias de control (Tago et al., 2015).

Los análisis de coste-beneficio basados en el actual escenario de la Unión Europea son cruciales para evaluar los costes de prevención, los esfuerzos de control de la enfermedad hechos hasta ahora y optimizar futuras medidas de control (Arias y Sánchez-Vizcaíno, 2002).

11. MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL

I. Medidas en Europa

Tras los primeros indicios de la PPA en Europa, se implantaron una serie de estrictas medidas de contención y erradicación basadas en el conocimiento previo de los métodos de control de la peste porcina clásica. Sin embargo, fue insuficiente (Gallardo et al., 2019).

A pesar de que la PPA fue descrita por primera vez hace en 1921, el control de la enfermedad ha demostrado ser un reto, fundamentalmente por la ausencia de vacuna o tratamiento disponible tal y como se ha mencionado previamente. Otro aspecto a tener en cuenta es la resistencia del virus en relación a desarrollar medidas de bioseguridad y planes de contención y de erradicación de la PPA (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011; Gallardo et al., 2019).

En primer lugar, es imprescindible intentar que la PPA no penetre en áreas que se encuentran libres del virus, lo cual se consigue focalizando el esfuerzo en evitar la introducción de cerdos o productos porcinos potencialmente infectados en dichas regiones. Para ello, es necesario monitorizar la entrada de cerdos y productos porcinos, prohibir el uso de residuos porcinos para alimentar cerdos y realizar una correcta eliminación de los fómites, con especial énfasis en los residuos porcinos que provengan de barcos y aviones (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011; Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Por otro lado, una vez que la PPA ha entrado en un territorio, el control debería ir encaminado a facilitar la detección precoz en campo, con métodos de diagnóstico lo más rápidos, sencillos y eficaces posible; así como la aplicación de estrictas medidas sanitarias (Sánchez-Vizcaíno et al., 2011).

Se ha demostrado que una adecuada implantación de medidas sanitarias reduce el número de brotes secundarios en explotaciones de cerdos domésticos, logrando así la disminución potencial de la contaminación ambiental y, por ende, minimizando la probabilidad de infección en los jabalíes salvajes. También sería de vital importancia tomar muestras de sangre y de órganos diana de los animales sospechosos hallados muertos o enfermos y testarlas para confirmar o descartar la infección (Bellini et al., 2016; Cwynar et al., 2019).

Por todo ello, es imprescindible instaurar un plan efectivo que incluya vigilancia, investigación epidemiológica, métodos adecuados de diagnóstico, registro de ganado porcino y marcaje con eliminación segura y adecuada de: animales infectados, residuos de matadero, estiércol y restos de comida; así como evitar el contacto entre ganaderos y personal de distintas explotaciones (Cwynae et al., 2019; Andraud et al., 2019; Jurado et al., 2018).

Sin embargo, como respuesta al gran número de brotes y casos notificados y a la imposibilidad de frenar el avance de la enfermedad, el Equipo de Emergencia de la Comunidad de Veterinarios, recomendó aumentar el control con medidas que incluyan (Jurado et al., 2018):

- Focalizar la vigilancia en cerdos domésticos y jabalíes salvajes
- Implantar un control más estricto del movimiento de ganado porcino
- Eliminar los cadáveres de forma segura
- Suprimir la alimentación animal sin control
- Mejorar la bioseguridad en las explotaciones para evitar el contacto directo o indirecto con otros cerdos o con jabalíes salvajes
- Campañas de concienciación
- Sacrificio de animales sospechosos
- Educación a ganaderos, trabajadores y operarios
- Analizar los puntos críticos de la práctica de caza de jabalíes

La principal herramienta legislativa para el control de la PPA en la Unión Europea es la Directiva 2002/60/CE del Consejo de la Comisión Europea (EC, 2017). En ella se establece el mínimo de medidas que se deben aplicar dentro de la Unión Europea para controlar la PPA, e incluye las medidas que deben tomarse en caso de que se dé un brote de PPA en una explotación porcina y en situaciones de sospecha o confirmación en cerdos salvajes. Los objetivos principales de controlar la PPA en cerdos salvajes son: reducir el riesgo de transmisión a cerdos domésticos y prevenir que se convierta en una enfermedad endémica en los cerdos salvajes (EC, 2017).

Además, se han establecido medidas específicas por regiones en la Decisión de aplicación de la Comisión 2014/709/EU (EFSA, 2014). La Decisión establece la puesta en marcha de medidas de control zoonitarias, el envío de cerdos y determinados productos porcinos y el marcaje de la carne de cerdo que provenga de áreas de riesgo de infección, con el objetivo de prevenir la diseminación de la PPA a otras áreas de la Unión Europea (EFSA, 2014).

Los países, estados y territorios afectados por la peste están recogidos en el Anexo de la Decisión, y diferenciados en base a su situación epidemiológica y a su nivel de riesgo. Cabe mencionar que la Decisión también va dirigida a evitar trastornos innecesarios dentro de la Unión Europea, así como evitar barreras injustificadas en el comercio con terceros países. Las resoluciones establecidas en esta Decisión van acordes con las normas de la OIE (EFSA, 2014).

II. Medidas en España

En España, en el año 2014, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación decidió reforzar la vigilancia en relación con la PPA como consecuencia de la situación epidemiológica europea. Este programa reforzado se compone de vigilancia pasiva, mediante la detección de signos compatibles en cerdos y jabalíes, y vigilancia activa en explotaciones, mataderos, partidas de animales de otros países y jabalíes. Además, establece rigurosas condiciones de control de camiones (MAPA, 2014).

Ante la proliferación de la enfermedad en Europa, en 2020 se ha implantado un nuevo programa nacional de vigilancia sanitaria porcina, focalizado en los jabalíes (MAPA, 2020).

Los objetivos de este programa incluyen la detección precoz de la enfermedad en poblaciones de jabalíes y la demostración de ausencia de enfermedad para así poder mantener el estado sanitario de zona libre de PPA (MAPA, 2020).

Además, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en colaboración con distintas asociaciones y organizaciones, recomienda estrategias de bioseguridad en la granja, en el matadero, en el transporte y durante la caza (MAPA, 2020).

1. En la explotación (MAPA & ASICI, 2020; MAPA & INTERPOC, 2020):

En primer lugar, se debe llevar un riguroso control documental que incluya:

- Acreditación de los proveedores de y animales y semen confirmando el cumplimiento de la normativa en controles sanitarios
- Registro actualizado del autocontrol de las operaciones llevadas a cabo como práctica habitual/obligatoria
- Documentación de traslado e identificación de los animales
- Control documental de la limpieza y desinfección (aparte de la correcta inspección visual)
- Control documental del origen de piensos y/o materias primas externas

En cuanto a los movimientos de ganado, vehículos, personas y objetos es necesario:

- Cuarentena adecuada a la llegada de los animales con los controles pertinentes que marca la normativa vigente
- Control y registro de los accesos a la explotación a personas y vehículos ajenos a la misma
- Disponer de muelles de carga y descarga de animales funcionales y bioseguros
- No compartir herramientas y equipos con otras explotaciones

- Asegurarse de que los vehículos que entren estén limpios y desinfectados y tener sistemas que lo faciliten (vado, mochilas pulverizadoras, arco y/o máquina a presión)
- Obligar a toda persona que acceda a la explotación que antes se cambie de ropa y calzado e incluso que se duche.

Los responsables de las explotaciones también deben encargarse de evitar el contacto de personas relacionadas con la cría porcina con su explotación y de evitar que entre en contacto su ganado con jabalíes y/o con sus desperdicios.

Además, si alguna persona ha estado en contacto con cerdos domésticos y jabalíes de países afectados por PPA, debe limpiar y desinfectar adecuadamente la ropa y calzados utilizados y evitar el contacto con cerdos domésticos durante al menos 72 horas desde su llegada a España.

Asimismo, enfatizan sobre la importancia de no suministrar restos alimenticios como alimento a los cerdos ni introducir productos cárnicos frescos y curados en la explotación al ser considerados productos de riesgo.

Por último, respecto a las explotaciones con sistema extensivo, se deben tener en cuenta una serie de consideraciones específicas:

- Prestar atención a los puntos críticos de posible contacto entre animales silvestres y de producción (charcas, comederos, refugios, ...)
- Cuidar especialmente la retirada y correcta gestión de cadáveres tanto de animales silvestres como de producción
- Hacer hincapié en la gestión comunal/compartida de producciones: dehesas boyales, embarcaderos y básculas municipales, etc.
- Secuestrar animales antes y después de llevarse a cabo monterías o batidas de caza en la explotación o en zonas cercanas
- Reforzar el aislamiento de los recintos destinados a reproductores en manejo extensivo o semiextensivo
- Aumentar la atención en la correcta castración (o medidas alternativas suficientes) de los animales de producción extensiva, fundamentalmente los destinados a montanera
- Conservar el vallado perimetral en buen estado para que evite el contacto entre jabalíes y cerdos domésticos (explotaciones extensivas)
- Prestar especial atención a las zonas de interacción evidente o manifiesta y evitar contacto con jabalíes y sus desperdicios

Además de estas consideraciones y teniendo en cuenta el peligro de transmisión de jabalíes a cerdos domésticos, diferentes autores recomiendan aislar las explotaciones de porcino en extensivo, donde los cerdos pastan libremente, para evitar el contacto con jabalíes.

Especialmente si son zonas que, aunque se encuentran libres de la PP, son zonas fronterizas con Francia, como es el caso de las explotaciones catalanas (Sánchez-Vizcaíno et al., 2015).

Cabe mencionar determinadas razas en las que la cría es al aire libre por el potencial peligro que supone. Destaca el cerdo ibérico por la importancia que tiene para España, siendo la única raza española que se produce a nivel industrial; además de otras producciones crecientes de razas al aire libre como el cerdo celta (Consellería do Medio Rural e do Mar, 2018).

2. En el matadero (MAPA & ASICI, 2020; MAPA & INTERPOC, 2020):

En el matadero las medidas van dirigidas a conocer las lesiones post mortem típicas para ser capaz de reconocer los animales infectados. El cuadro típico de la PPA se caracteriza por ser cuadro de lesiones hemorrágicas en piel, órganos y cavidades internas. La piel de las extremidades adquiere una decoloración azulada-púrpura y en la cola y puntas de las orejas es posible apreciar zonas azuladas y petequias. El tórax y el abdomen en ocasiones se presentan con hemorragias múltiples.

Además, también es característica una descarga de espuma sanguinolenta por nariz y boca, secreción ocular, líquido seroso sanguinolento en cavidades torácica y abdominal y heces con sangre.

Otros hallazgos comunes en los animales infectados son los ganglios linfáticos hemorrágicos, hipertrofia de bazo, de color rojizo oscuro (o aumentado de tamaño) con zonas infartadas y pequeñas hemorragias múltiples en riñones, vejiga y estómago.

Todos los casos sospechosos deben confirmarse mediante análisis laboratoriales, los cuales incluyen la identificación del virus por PCR, aislamiento del virus y la presencia de anticuerpos en el suero.

3. En el transporte (MAPA & ASICI, 2020; MAPA & INTERPOC, 2020):

En cuanto al transporte, lo más importante es tratar de reducir el riesgo de contagio desde regiones afectadas por PPA. Este objetivo será posible evitando en la medida de lo posible el contacto con cerdos domésticos y jabalíes de países afectados por PPA y restringiendo el traslado y/o transporte de animales desde las zonas de riesgo. Además, se deben cumplir los protocolos de limpieza y desinfección establecidos por la normativa siempre inmediatamente después de descargar animales y antes de una nueva carga.

Se realizarán controles oficiales de vehículos procedentes de países considerados de riesgo y el operador se comprometerá en verificar la limpieza y desinfección de los vehículos que entran en la explotación mediante una inspección visual y documental.

4. Durante la caza (MAPA & RFEC, 2020; MAPA & UNAC, 2020):

En materia de caza recomiendan extremar la vigilancia y tomar precauciones para contribuir a evitar la propagación del virus tanto si se caza en España como en otros países.

Si se caza en otros países (especialmente países de riesgo):

- Es necesario asegurarse que la ropa y calzado se limpian y desinfectan adecuadamente
- Se debe respetar un período de tiempo prudencial mínimo de 3 días sin utilizar la ropa y el calzado.
- Los trofeos de caza también deben ser desinfectados.
- No se debe transportar carne y/o productos frescos y/o curados ya que son capaces de portar y mantener viables agentes patógenos como el virus de la PPA.
- Si se usa un vehículo particular para ir a cazar debe ser limpiado evitando restos de barro materia orgánica en las ruedas y bajos del vehículo antes de la vuelta a España.

Si se caza en España y se encuentra un jabalí enfermo, muerto o con lesiones extrañas exterior o interiormente; debe ser comunicado urgentemente a las autoridades sanitarias, al SEPRONA, a agentes medioambientales o bien a guardas rurales de espacios cinegéticos.

Aparte de las recomendaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, debido al peligro que entrañan los jabalíes, en Cataluña el Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña, ha decidido implantar las siguientes modificaciones en la temporada de caza 2019/20 con el objetivo de disminuir la población de jabalíes:

- En la Resolución ARP/831/2019, de 3 de abril, por la que se fijan las especies de aprovechamiento cinegético, los períodos hábiles de caza y las vedas especiales para la temporada 2019-2020 en todo el territorio de Cataluña; se recoge que se ampliará el período de caza de la temporada 2019-2020. Además, para dicha temporada se subvencionará con 50€ por cabeza de jabalí abatida a los cazadores de cuatro comarcas de Girona (Alt Empordà, Garrotxa, Pla de l'Estany y Gironès) que cumplan determinados requisitos (Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña, 2019).

12. CONCLUSIONES

La información recogida en este trabajo de revisión bibliográfica es una muestra del rápido acercamiento de la peste porcina africana en Europa de este a oeste en tan solo 10 años, afectando a la mayor parte de los países en su avance desde que entró en Europa en 2008 hasta su llegada a Bélgica en 2018.

Estos datos sugieren un peligro inminente para Francia y para nuestro sector porcino puesto que es bastante probable que tarde o temprano, dependiendo de lo eficaces que sean nuestras medidas y de lo que tarde en llegar a Francia, la peste porcina africana acabará entrando en España.

Por otro lado, los diferentes artículos revisados en materia de interacciones de animales y factores de riesgo permiten concluir que en el pasado el principal factor de riesgo en la introducción de la peste porcina africana en un país era mediante residuos infectados usados para alimentar cerdos. Hoy en día, los jabalíes infectados son los que tienen el papel principal en la diseminación y transmisión del virus no solo entre animales, sino también entre países.

Por último, cabe destacar la importancia de la detección precoz y de la rápida instauración de medidas como parte esencial no solo de la prevención, sino también de la erradicación de la peste porcina africana. Dichas medidas de vigilancia y control deben ir dirigidas especialmente a evitar el contacto de los cerdos domésticos con otros cerdos o jabalíes infectados (especialmente estos últimos) y a suprimir la alimentación animal sin control.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, M., Fernández, J., Romero, L.J., Zamora, M.J., Sánchez, C., Belák, S., Arias, M., Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2004). A highly sensitive and specific gel-based multiplex RTPCR assay for the simultaneous and differential diagnosis of African swine fever and classical swine fever in clinical samples. *Vet Res* 35 (5), 551–563.
- Altizer, S., Bartel, R. & Han, B.A. (2011). Animal migration and infectious disease risk. *Science*, 331, 296–302.
- Andraud, M., Halasa, T., Boklund, A., Rose, N. (2019) Threat to the French Swine Industry of African Swine Fever: Surveillance, Spread, and Control Perspectives. *Front. Vet. Sci.* 6:248.
- Apollonio, M., Andersen, R. & Putman, R. (2010). Ungulate management in Europe in the XXI Century. Cambridge, UK: *Cambridge University Press*.
- Arias, M., & Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2002). African swine fever eradication: The Spanish model. *Iowa State University Press. Trends in emerging viral infections of swine*, 1st ed. 133– 139.
- Arias, M. & Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2012). African swine fever. *Diseases of Swine. Transbound Emerg. Dis.* 10, 396–404.
- Arias, M., Jurado, C., Gallardo, C., Fernández-Pinero, J., Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2018). Gaps in African swine fever: analysis and priorities. *Transbound Emerg. Dis.* 65 (Suppl. 1):235–47.
- Bastos, A.D.S., Arnot, L.F., Jacquier, M.D. & Maree, S. (2009). A host species informative internal control for molecular assessment of African swine fever virus infection rates in the African sylvatic cycle *Ornithodoros* vector. *Med. Vet. Entomol.* 23(4), 399-409.
- Bellini, S., Rutili, D. & Guberti V. (2016). Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems. *Acta Vet Scand*, 58(1):82.
- Beltran-Alcrudo, D., Lubroth, J., Depner, K., De la Roque, S. (2008). African swine fever in the Caucasus. *EMPRES Watch, FAO, Rome*.
- Boklund, A., Cay, B., Depner, K., Földi, Z., Guberti, V., Masiulis, M. (2018) Epidemiological analyses of African swine fever in the European Union. *EFSA Journal*, 16:5494.
- Cardoen, S., De Clerq, K., Vanholme, L., De Winter, P., Thirty, E., Van Huffel, X. (2017). Preparedness activities and research needs in addressing emerging infectious animal and zoonotic diseases. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 36(2), 557-568.
- Carrascosa, A.L., Bustos, M.J., de Leon, P. (2011). Methods for growing and titrating African swine fever virus: field and laboratory samples. *Curr Protoc Cell Biol* 26, 14-26.

- Community Veterinary Emergency Team (CVET) (2017). Animal Health–Regulatory Committee–Presentations. Recuperado de: https://ec.europa.eu/food/animals/health/regulatory_committee/presentations_en#20171130
- Conner, M.M. & Miller, M.W. (2004). Movement patterns and spatial epidemiology of a prion disease in mule deer population units. *Ecological Applications*, 14(6), 1870–1881.
- Cwynar, P., Stojkov, J. & Wlazlak, K. (2019) African Swine Fever Status in Europe. *Viruses*, 11, 310.
- De la Torre, A., Bosch, J., Iglesias, I., Muñoz, J.M., Mur, L., Martínez-López, B., Martínez, M., Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2013). Assessing the Risk of African Swine Fever. Introduction into the European Union by Wild Boar. *Transbound Emerg. Dis.* 62(3): 272-9.
- Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña (2019). Resolución ARP/831/2019, de 3 de abril de 2019, por la que se fijan las especies objeto de aprovechamiento cinegético, los períodos hábiles de caza y las vedas especiales para la temporada 2019-2020 en todo el territorio de Cataluña. Recuperado de: https://portaljuridic.gencat.cat/ca/pjur_ocults/pjur_resultats_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=846146&language=es_ES
- Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Cataluña (2017). Volumen de producción de carne en Cataluña. Recuperado de: <http://agricultura.gencat.cat/es/actualitat/>
- European Commission (EC) (2017). African Swine Fever in Europe: Ministerial Meeting. Recuperado de: http://mmm.fi/documents/1410837/4898188/COM_Ministerial+ASF+Riga+June+2017.pdf/46cbea8c-e592-4b66-84a9-8fb9b37798a
- European Commission (EC) (2013). Guidelines on Surveillance and Control of African Swine Fever in Feral Pigs and Preventive Measures for Pig Holdings. Recuperado de: http://ec.europa.eu/food/animal/diseases/controlmeasures/docs/sanco_7138_2013_asf_wb_en.pdf.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2018). Epidemiological analyses of African swine fever in the European Union. *EFSA Journal*, 16(11), 5494.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2015). African swine fever. *EFSA Journal*, 13(7), 4163.
- European Food Safety Authority (EFSA), Cortiñas, A.J., Gogin, A., Richardson, J., Gervelmeyer, A. (2017). Scientific report on epidemiological analyses on African swine fever in the Baltic countries and Poland. *EFSA Journal*, 15(3):4732.
- Fernández-Pinero, J., Gallardo, C., Elizalde, M., Robles, A., Gómez, C., Bishop, R., Heath, L., Couacy-Hymann, E., Fasina, F.O., Pelayo, V., Soler, A., Arias, M. (2013). Molecular diagnosis of African swine fever by a new real-time PCR using universal probe library. *Transbound Emerg Dis.* 60(1), 48–58.

- Gallardo, C., De la Torre, A., Fernández-Pinero, J., Iglesias, I., Muñoz, M.J. & Arias, M. (2015a). African swine fever: A global view of the current challenge. *Porcine Health Management*, 1, 21.
- Gallardo, C., Fernández-Pinero, J., Arias, M. (2019). African swine fever (ASF) diagnosis, an essential tool in the epidemiological investigation. *Virus Res.* 2, 271:197676.
- Gallardo, C., Nurmoja, I., Soler, A., Delicado, V., Simón, A., Martín, E., Pérez, C., Nieto, R., Arias, M. (2018). Evolution in Europe of African swine fever genotype II viruses from highly to moderately virulent. *Vet Microbiol.* 219, 70–79.
- Gallardo, C., Nieto, R., Soler, A., Pelayo, V., Fernández-Pinero, J., Markowska-Daniel, I., Pridotkas, G., Nurmoja, I., Granta, R., Simón, A., Pérez, C., Martín, E., Fernández-Pacheco, P., Arias, M. (2015b). Assessment of African swine fever diagnostic techniques as a response to the epidemic outbreaks in Eastern European Union countries: how to improve surveillance and control programs. *J. Clin. Microbiol.* 53 (8), 2555–2565 2015
- Garigliany, M., Desmecht, D., Tignon, M., Cassart, D., Lesenfant, C., Paternostre, J., Volpe, R., Cay, A.B., Van den Berg, T., Linden, A. (2019). Phylogeographic analysis of African swine fever virus, Western Europe. *Emerg Infect Dis.* 25(1), 184–186
- Gervasi, V., Marcon, A., Bellini, S., Guberti, V., (2019). Evaluation of the Efficiency of Active and Passive Surveillance in the Detection of African Swine Fever in Wild Boar. *Vet. Sci.* 30; 7(1). pii:E5.
- Gomez-Villamandos, J.C., Carrasco, L., Bautista, M.J., Sierra, M.A., Quezada, M., Hervas, J., Chacon Mde, L., Ruiz-Villamor, E., Salguero, F.J., Sonchez-Cordon, P.J., Romanini, S., Nunez, A., Mekonen, T., Mendez, A., Jover, A., (2003). African swine fever and classical swine fever: a review of the pathogenesis. *Tierarztl. Wochenschr.* 110, 165–169.
- Gómez-Villamandos, J.C., Bautista, M.J., Sánchez-Cordón, P.J., Carrasco, L. (2013). Pathology of African swine fever: the role of monocyte-macrophage. *Virus Research*, 173,140e149.
- Halasa, T., Bøtner, A., Mortensen, S., Christensen, H., Toft, N., Boklund, A.(2016). Simulating the epidemiological and economic effects of an African swine fever epidemic in industrialized swine populations. *Vet. Microbiol.* 193, 7–16.
- Hirsch, B., Reynolds, J.H., Gehrt, S. & Craft, M.E. (2016). Which mechanisms drive seasonal rabies outbreak in raccons? A test using dynamic social network models. *J. Appl. Ecol*, 2016, 53
- Idescat (Instituto de Estadística de Cataluña) (2016). Explotaciones ganaderas. Por especies. Recuperado de: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=453&lang=es>
- Idescat (Instituto de Estadística de Cataluña) (2018). Cabezas de ganado porcino. Recuperado de: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=452&lang=es>

- James, H.E., Ebert, K., McGonigle, R., Reid, S.M., Boonham, N., Tomlinson, J.A., Hutchings, G.H., Denyer, M., Oura, C.A., Dukes, J.P., King, D.P. (2010). Detection of African swine fever virus by loop-mediated isothermal amplification. *J Virol Methods*. 164 (1–2), 68–74.
- Jori, F. & Bastos, A.D.S.(2009) Role of wild suids in the epidemiology of African swine fever. *EcoHealth*. 6, 296-310.
- Jurado, C., Martínez-Avilés, M., De La Torre, A., Stukelj, M., Cardoso de Carvalho Ferreira, H., Cerioli, M., Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Bellini, S. (2018). Relevant Measures to Prevent the Spread of African Swine Fever in the European Union Domestic Pig Sector. *Front. Vet. Sci*. 5:77.
- Keuling, O., Lauterbach, K., Stier, N. & Roth, M. (2010). Hunter feedback of individually marked wild boar *Sus scrofa* L.: Dispersal and efficiency of hunting in northeastern Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 159–167.
- Keuling, O., Stier, N. & Roth, M. (2009). Commuting, shifting or remaining? Different spatial utilisation patterns of wild boar *Sus scrofa* L. in forest and field crops during summer. *Mammalian Biology*, 74, 145– 152.
- Laddomada, A., Patta, C., Oggiano, A., Caccia, A., Ruiu, A., Cossu, P., & Firinu, A. (1994). Epidemiology of classical swine fever in sardinia - A serological survey of wild boar and comparison with African swine fever. *Veterinary Record*, 134, 183–187.
- Linden, A., Licoppe, A., Volpe, R., Paternostre, J., Lesenfants, C., Cassart, D. (2018) Summer 2018: African swine fever virus hits north-western Europe. *Transbound Emerg. Dis*. 66(1), 54-55.
- Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gacic, D., Sprem, N., Kamler, J., Nahlik, A. (2015). Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, 71, 492–500.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) (2018). Ganadería y producción. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/va/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/porcino/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. PPA. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/peste-porcinaafricana/peste_porcina_africana.aspx#prettyPhoto.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2014). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Programa reforzado. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higienegandera/componentes_prog_reforzado_2014_tcm30-437593.jpg

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2014). Sistemas de producción y nutrición animal. Ganado porcino. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/ganado-porcino.aspx>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Asociación Interprofesional del Cerdo Ibérico (ASICI) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en la granja. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/ppa_explotacionesasici_tcm30-487859.jpg
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Asociación Interprofesional del Cerdo Ibérico (ASICI) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en el matadero. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/ppa_mataderoasici_tcm30-487857.jpg
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Asociación Interprofesional del Cerdo Ibérico (ASICI) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en el transporte. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/ppa_transporteasici_tcm30-487858.jpg
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Organización Interprofesional del Porcino de Capa blanca (INTERPOC) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en la granja. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higieneganadera/1.%20Bioseguridad%20en%20granja_tcm30-481561.png
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Organización Interprofesional del Porcino de Capa blanca (INTERPOC) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en el matadero. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/2.%20Bioseguridad%20en%20matadero_tcm30-481562.png
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Organización Interprofesional del Porcino de Capa blanca (INTERPOC) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad en el transporte. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animalhigieneganadera/3.%20bioseguridad%20en%20transporte_tcm30-481568.png
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Real Federación Española de Caza (RFEC) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad durante la caza. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/tripticopparfec_tcm30-510987.PDF

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Unión Nacional de Asociaciones de caza (UNAC) (2020). Sanidad animal ganadera. Enfermedades. Bioseguridad durante la caza. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/ppaunac_tcm30-510988.PDF
- Montgomery, E.R. (1921) On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics*, 34, 159e191.
- Morelle, K., Podgòrski, T., Prevot, C., Keuling, O., Lahaire, F. & Lejeune, P. (2015). Towards understanding wild boar *Sus scrofa* movement: A synthetic movement ecology approach. *Mammal Review*, 45, 15– 29.
- Mebus, C.A. & Dardiri, A.H. (1979) Additional characteristics of disease caused by the African swine fever viruses isolated from Brazil and the Dominican Republic. *Proceedings of the Annual Meeting of the US Animal Health Association*, 83, 227e239.
- Mur, L., Boadella, M., Martínez-Lopez, B., Gallardo, C., Gortazar, C., & Sánchez-Vizcaino, J. M. (2012). Monitoring of African swine fever in the wild boar population of the most recent endemic area of Spain. *Transboundary Emerg. Dis.* 59, 526–531
- OIE (World Organization for Animal Health) (2012) WAHID database. Disease information. Recuperado de: http://web.oie.int/wahis/public.php?page=disease_immediate_summary.
- OIE (World Organization for Animal Health) (2020) WAHID database. Disease information. Recuperado de: https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Diseaseoutbreakmaps?disease_type_hidden=0&disease_id_hidden=12&selected_disease_name_hidden=African+swine+fever+%28%29+&disease_type=0&disease_id_terrestrial=12&disease_id_aquatic=-999&se
- Olsevskis, E., Guberti, V., Ser_zants, M., Westergaard, J., Gallardo, C., Rodze, I., Depner, K. (2016). African swine fever virus introduction into the EU in 2014: Experience of Latvia”. *Research in Veterinary Science*, 105, 28–30.
- Oura, C.A., Edwards, L., Batten, C.A., (2013). Virological diagnosis of African swine fever– comparative study of available tests. *Virus Res.*, 173(1), 150–158
- Oyer, A.M., Mathews, N.E. & Skuldt, L.H. (2007). Long-distance movement of a white-tailed deer away from a chronic wasting disease area. *Journal of Wildlife Management*, 71, 1635–1638.
- Palomo, L.J., Gisbert, J. & Blanco, J.C. (2007). Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres en España. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.
- Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Scientific Opinion on African Swine Fever. Recuperado de: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3628>

- Penrith, M., Vosloo, W., Jori, F., Bastos, A.D.S. (2013). African swine fever virus eradication in Africa. *Virus Res.*, 173, 228–246.
- Penrith, M.L., Thomson, G.R., Bastos, A.D., Phiri, O.C., Lubisi, B.A., Du Plessis, E.C., Macome, F., Pinto, F., Botha, B., Esterhuysen, J., (2004). An investigation into natural resistance to African swine fever in domestic pigs from an endemic area in southern Africa. *Rev. Sci. Tech.*, 23, 965–977.
- Pepin, K.M., Davis, A.J., Beasley, J., Boughton, R., Campbell, T., Cooper, S.M., VerCauteren, K.C. (2016). Contact heterogeneities in feral swine: Implications for disease management and future research. *Ecosphere*, 7, e01230.
- Pikalo, J., Zani, L., Hühr, J., Beer, M., Blome, S. (2019). Pathogenesis of African swine fever in domestic pigs and European boar - Lessons learned from recent animal trials. *ELSEVIER ScienceDirect H.V.*, 0168-1702
- Podgórski, T. & Smietanka, K. (2018) Do wild boar movements drive the spread of African Swine Fever? *Wiley. Transbound Emerg Dis.*, 65:1588-1596
- Reis, A.L., Netherton, C. & Dixon, L. (2017). Unraveling the armor of a killer: Evasion of host defenses by African swine fever virus. *Journal of Virology*, 28, 91–96.
- Rolesu, S., Aloï, D., Ghironi, A., Oggiano, N., Oggiano, A., Puggioni, G. (2007) Geographic information systems: a useful tool to approach African swine fever surveillance management of wild pig populations. *Vet. Ital.*, 43, 463–467
- Rowlands, R.J., Michaud, V., Heath, L., Hutchings, G., Oura, C., Vosloo, W. (2008) African swine fever virus isolate, Georgia, 2007. *Emerg Infect Dis.*, 14:1870–4.
- Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain (Belgium) (2016). Prospects for a monitoring of risk indicators (threat analysis) for alert setting of emergence of animal diseases.
 - o Recuperado de: www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/2016/_documents/Avis102016_Monitoringemergence_000.pdf.
 - o Recuperado de: www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/2016/_documents/Avis102016_Monitoringemergence_Appendix.pdf
- Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Arias, M. (2012). African swine fever. 10th ed. In: Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramírez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, editors. *Diseases of Swine. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell*, 6, 396–404.
- Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Mur, L. (2013a) African swine fever diagnosis update. *Dev Biol (Basel)*, 135:159-65
- Sánchez-Vizcaíno, J.M., Mur, L., Gomez-Villamandos, J.C., Carrasco, L. (2005). An Update on the Epidemiology and Pathology of African Swine Fever. *J. Comp. Path.*, 152, 9–21.

- Sánchez-Vizcaíno, J.M., Mur, L., Martínez-López, B. (2011). African Swine Fever: An Epidemiological Update. *Transbound Emerg Dis.* 59 (Supl.1), 27-35.
- Sánchez-Vizcaíno, J.M., Mur, L., Martínez-López, B., (2013b). African Swine Fever (ASF): Five years around Europe. *ELSEVIER Veterinary Microbiology* 165, 45-5.
- Spencer, P.B.S., Lapidge, S.J., Hampton, J.O. & Pluske, J.R. (2005). The sociogenetic structure of a controlled feral pig population. *Wildlife Research*, 32, 297–304.
- Tago, D., Hammit, J.K., Thomas, A. & Raboisson, D. (2015). The impact of farmers' strategic behaviour on the spread of animal infectious diseases. *PLoS ONE*, 11 (6): e0157450.
- VanderWaal, E., Atwill, E., Hooper, S., Buckle, K. & McCowan, B. (2013). Network structure and prevalence of *Cryptosporidium* in Belding's ground squirrels. *Behavioral ecology and sociobiology*, 67 (12), 1951-1959
- Waret-Szkuta, A., Alarcon, P., Hasler, B., Rushton, J., Corbiere, F., Raboisson, D. (2017). Economic assessment of an emerging disease: the case of Schmallenberg virus in France. *Rev. Sci. Tech.*, 36(1):265-277
- Xunta de Galicia. Consellería do Medio Rural e do Mar (2018). Agricultura e gandería. Gando porcino. Recuperado de: http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/gandaria/razas/ProgramasMellora/PC/PROGRAMA_DE_CONSERVACION_PORCO_CELTA.pdf