

Retos y transformación en la producción porcina española en 2022

La vuelta a la normalidad tras la pandemia del sector porcino español no ha sido todo lo normal que debería haber sido. Factores como el aumento récord de las importaciones de animales vivos de la UE tras la irrupción de la cepa virulenta de VPRRS Rosalía, el riesgo real de entrada de nuevas cepas de patógenos, la amenaza de la PPA, la producción tras la retirada del óxido de zinc y la transformación digital como una realidad constituyen importantes retos y oportunidades para el sector.

Francesc Accensi^{1,2}, Roser Velarde^{3,4}, Beatriz García-Morante^{1,5,6,7}, Yaneth Gómez^{8,9}, Pol Llonch^{8,9}, Antonio Velarde⁷, Joaquim Segalés^{1,2,6}, Lourdes Migura-García^{1,5,6}, Rosil Lizardo¹⁰, Lorenzo Fraile¹¹, Jordi Baliellas¹², Pep Font¹³ y Carles Vilalta^{1,5,6}

¹Unitat mixta d'Investigació IRTA-UAB en Sanitat Animal. Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA). Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

²Departament de Sanitat i Anatomia animals. Facultat de Veterinària. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

³Departament de Medicina i Cirurgia. Facultat de Veterinària. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

⁴Servei d'Ecopatologia de Fauna Salvatge (SEFaS) y Wildlife Ecology & Health Group (WE&H). Facultat de Veterinària. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

⁵IRTA Programa de Sanitat Animal, Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

⁶WOAH Collaborating Centre for the Research and Control of Emerging and Re-Emerging Swine Diseases in Europe (IRTA-CRESA), Bellaterra, Barcelona.

⁷Programa de Benestar Animal, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Monells, Girona.

⁸Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

⁹Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, Barcelona.

¹⁰Nutrició Animal, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), E-43120 Constantí, Tarragona.

¹¹Department de Ciència animal, ETSEA, Universitat de Lleida-Agrotecnio, Lleida.

¹²Grup de Sanejament Porcí, Lleida.

¹³SIP Consultors, Prats de Lluçanès, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Después de una época marcada por la pandemia de COVID19 y de una etapa de crecimiento del sector porcino, el 2022 ha sido una etapa de consolidación donde el censo de porcino ha crecido levemente respecto el 2021 (0,45 %) (MAPA, 2023a). Sin embargo, el 2022 ha sido el año en el que España ha importado el mayor número de animales vivos procedentes de la UE en su historia. Se han importado más de 3,5 millones de animales vivos (para engorde o sacrificio). El leve crecimiento en el censo y en animales importados no se ha visto trasladado en un crecimiento en el número de sacrificios, ya que estos se han reducido levemente respecto el 2021 (-1,97 % de animales sacrificados), o en un incremento de las exportaciones (-3,4 %

respecto al 2021), estas se han reducido por debajo de los niveles del 2021 (MAPA, 2023a). Esta situación puede explicarse parcialmente por el descenso de las exportaciones a China y por el impacto de la cepa virulenta del virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (VPRRS), Rosalía. China, que ha ido recuperando su censo una vez superado el impacto inicial de la epidemia de peste porcina africana (PPA), ha reducido su demanda de carne de cerdo de origen español a la mitad que el año 2021 y se ha pasado de exportar por encima del millón de toneladas de carne en 2021 a alrededor de 500 mil toneladas en 2022. Esta situación se ha visto compensada con una mayor demanda de otros países, por ejemplo, Filipinas, Italia o Corea del Sur, pero que no han logrado compensar suficientemente la caída de demanda de China.

Por otro lado, tenemos la pérdida de producción que ha ocasionado Rosalía en su proceso de diseminación por el estado español y sus zonas de mayor producción porcina. Los efectos de los brotes de esta cepa tanto en granjas de reproductoras como en animales en crecimiento (transiciones y engordes) han hecho que en 2022 haya una caída de la producción y que se haya tenido que recurrir a la importación de animales del resto de la UE (engorde y sacrificio) para subsanar el impacto productivo. En este sentido, PRRS ha sido la enfermedad que ha mantenido ocupado el sector en este 2022 por su impacto directo. Ya de forma habitual esta enfermedad tiene un impacto económico relevante. Sin embargo, lo ocurrido en el país durante el 2022 ha superado cualquier predicción. Debido al impacto económico que causa el PRRS algunos países han optado por eliminar el virus de sus cabañas nacionales (Chile o Hungría). Recientemente, Dinamarca ha empezado un programa de reducción de la prevalencia de la enfermedad con la erradicación del virus como horizonte. En este anuario hemos creído conveniente repasar la situación del PRRS y sus cepas virulentas en dos países productores (España y Estados Unidos (EE. UU.)), así como los protocolos y lecciones aprendidas durante el proceso de erradicación de la enfermedad en Chile, Hungría y Dinamarca.

Durante el 2022, la PPA ha continuado su avance lento e inexorable en todo el mundo. En Europa, este avance se produce especialmente en la población de jabalíes: así, cabe destacar la detección, en enero, del virus en cerdos salvajes en el Norte de Italia a menos de 150 km de la frontera francesa y a más de 500 km de los focos más cercanos en Alemania. Posteriormente, en mayo, se detectaron animales infectados en la zona centro de Italia (región de Lacio). Una de las acciones que ha tomado Italia ha sido la construcción de vallados para impedir el avance de la PPA en algunas de las regiones afectadas (Piamonte y Liguria). En este artículo repasaremos el estado actual de la PPA alrededor del mundo, así como las medidas que se están tomando en nuestro país para una rápida detección en la fauna salvaje, el mayor peligro de entrada del virus en nuestro país.

Otro de los factores que ha sido relevante desde el punto de vista sanitario en la cabaña porcina española ha sido la retirada del óxido de zinc en dosis terapéuticas desde el verano del 2022. Las empresas españolas han tenido que adaptar la producción a este nuevo escenario abordando el tema de las diarreas posdestete de una forma multifactorial. Seguramente deberemos esperar a completar un periodo más extenso desde la retirada del óxido de zinc para tener una mejor perspectiva del impacto real que ha podido tener en la industria.

Finalmente, el anuario de este año incluye un repaso a las nuevas tecnologías enfocadas a la sanidad que están apareciendo y se están instalando en las explotaciones. Estas tecnologías están llamadas a cambiar la forma en

la que vamos a entender la producción y el diagnóstico de enfermedades. Aunque no es un tema directamente asociado a un patógeno o a una patología en sí, sí que será interesante en el futuro ver cómo las nuevas tecnologías y el monitoreo de ciertos parámetros (por ejemplo, el consumo de agua) van ganando su espacio en la detección precoz de enfermedades y así ayudar a veterinarios y ganaderos en la racionalización tanto de los recursos (por ejemplo, tiempo), como del uso de antimicrobianos.

EL SÍNDROME REPRODUCTIVO Y RESPIRATORIO PORCINO: PERSPECTIVAS DIFERENTES PARA PAÍSES CON PRODUCCIONES DE DISTINTO PESO

El VPRRS ha continuado siendo protagonista relevante para la sanidad porcina tanto a nivel nacional como mundial. Las cepas virulentas o atípicas han sido relevantes en España y EE. UU. En España la difusión y el impacto económico de la cepa Rosalía ha centrado de nuevo el debate del VPRRS durante el 2022. Sin embargo, se han detectado otras nuevas cepas (S10) con ciertos niveles de virulencia que merecen una constante vigilancia y monitoreo. La importación de lechones, no solo por la entrada de nuevas cepas de PRRS, sino también por el riesgo de introducción de la PPA, ha sido otra de las discusiones que se han escuchado en los foros veterinarios y ganaderos. La rápida detección y la capacidad de poder seguir la evolución y la difusión de estas cepas pone una vez más en relevancia los esfuerzos que está haciendo el sector, tanto en España como en EE. UU., en secuenciar y monitorizar el virus y el valor añadido que los programas de vigilancia tienen. Finalmente, otro tema que ha estado de actualidad durante el 2022 es la eliminación exitosa del VPRRS en Hungría y Chile (menos comentada) y del programa de reducción de la prevalencia del virus en Dinamarca. Recordemos que el programa danés tiene como objetivo final la erradicación del VPRRS en un periodo relativamente corto (2–5 años). En este artículo detallaremos estas y otras informaciones relacionadas.

SITUACIÓN DEL VPRRS

SITUACIÓN E IMPACTO ECONÓMICO EN ESPAÑA

El punto de inflexión más importante en las últimas décadas en el control del PRRS en España ha sido la tipificación y diseminación de las cepas de patogenicidad atípica, con una mayor virulencia que las cepas comunes habituales en el país. Gracias a los planes regionales de control de PRRS y a la existencia de bases de datos de secuencias compartidas por productores y veterinarios, se pudieron tipificar las dos primeras cepas virulentas: Fast (a partir 2016 en Aragón y Catalunya) y Bisbal (a partir de finales de 2018 en distintos puntos del país), pero realmente la cepa virulenta

que más impacto ha producido al sector porcino español es la cepa Rosalía que empezó a detectarse a principios de 2020 en el noreste del país. La gravedad de los brotes que ocasiona Rosalía ha generado pérdidas productivas hasta 4-5 veces mayores comparadas con las que generaban las cepas anteriormente consideradas virulentas. Hasta finales de 2020, Rosalía se pudo contener en la zona inicialmente detectada gracias a los esfuerzos de los productores locales en una buena gestión de los movimientos de lechones de las granjas afectadas. A finales de 2020 empezaron a detectarse los primeros casos en otras zonas de Aragón y Catalunya, diseminándose a partir de entonces por estas dos comunidades. Durante 2022, la cepa Rosalía se detectó en otras Comunidades Autónomas. Afortunadamente, las nuevas variantes de Rosalía son de menor virulencia en la mayoría de los casos clínicos comparados con las variantes inicialmente detectadas. Esta disminución de la virulencia está probablemente provocada por las mutaciones generadas durante el proceso de replicación del virus y/o las recombinaciones con otras cepas presentes en las granjas.

La afectación económica de Rosalía ha sido desigual. Las zonas más afectadas han sido Aragón y Catalunya. Según SIP Consultors (2023), la mortalidad posdestete (mortalidad conjunta en fases de transición y cebo) ha registrado su peor cifra de los últimos cinco años pasando de un 8,8 % de mortalidad en 2018 a un 14 % en 2022 (figura 1). Aunque es cierto que la reducción de antimicrobianos ha podido tener cierto efecto en el incremento de mortalidad, especialmente en 2019, parece que la cepa Rosalía ha sido mayoritariamente la causante del incremento de mortalidad de casi un 4 % entre el 2021 y el 2022. Si desglosamos el dato por fases y lo comparamos con el año 2021, la mortali-

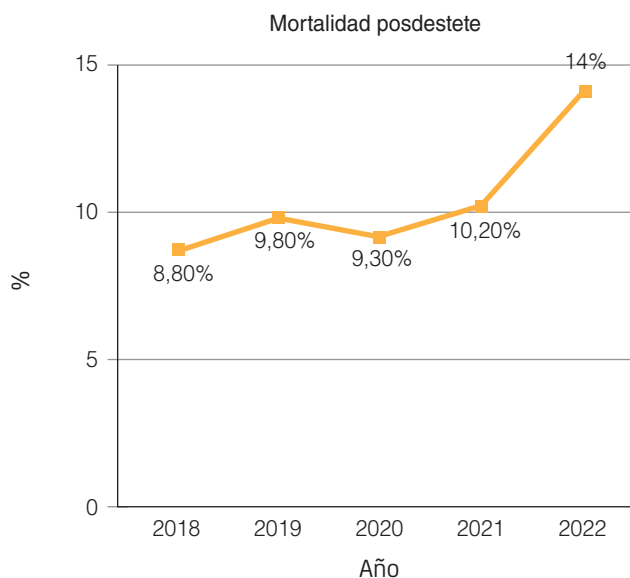
dad de transición ha pasado de 5,6 % (2021) a 8,3 % (2022) y la del engorde del 4,5 % (2021) a 5,7 % (2022). La falta de lechones en el sector ha provocado que se hayan intentado llenar los engordes mediante la compra de lechones procedentes de la Unión Europea (UE), lo que incrementa el riesgo de la entrada de patógenos, entre ellas nuevas cepas de VPRRS y el virus de la PPA (VPPA).

Durante los años 2021-2022, se han tipificado dos cepas de patogenicidad atípica más en el territorio español: S10 y M10. La primera cepa se detectó inicialmente en Aragón y Catalunya fruto de la monitorización voluntaria de VPRRS de las partidas de lechones importados que realizan algunos productores. Mas específicamente, la cepa S10 se detectó y se continúa detectando actualmente en lechones procedentes de Holanda. Posteriormente, esta cepa se diseminó a granjas de reproductoras en algunas zonas de Aragón y Catalunya. Por otro lado, la cepa M10 se ha detectado en la Comunidad de Murcia y se está en alerta de cuál va a ser su evolución.

La secuenciación de las cepas nos permite hacer una aproximación del origen del virus. Dos de las tres cepas virulentas tipificadas los últimos años tienen un probable origen externo a nuestro país, ya que la cepa Rosalía filogenéticamente es próxima a cepas italianas y la cepa S10 es claramente próxima a cepas holandesas. Teniendo en cuenta esta característica, uno de los puntos críticos en el control del PRRS de presente y futuro en nuestro país es y va a ser la reducción del riesgo de entrada de nuevas cepas con las importaciones de lechones, verracos y reproductoras. Deberíamos tener unas mayores exigencias en el estatus sanitario frente a PRRS de los animales comprados.

Otro de los factores que posiblemente facilita la diseminación de estas cepas dentro de nuestro país son los movimientos nacionales de lechones entre Comunidades Autónomas. Existen algunas zonas de España con desequilibrios entre las plazas de cebo y los lechones producidos en esas mismas zonas. Esto ocasiona que en las zonas donde hay más plazas de cebo que lechones producidos, se vean obligados a las continuas entradas de lechones nacidos y criados en otras zonas (del país o fuera del país). Antes ya comentamos el riesgo de las importaciones, pero analizando las variantes nuevas de virus PRRS que se detectan en las zonas que reciben partidas de lechones, se ha determinado que muchas de estas variantes proceden de las zonas donde se han criado previamente los lechones. Por ejemplo, la variante de cepa Rosalía que se detectó en Murcia fue detectada previamente de una zona de Catalunya dónde existían granjas que movían lechones para engordar a granjas de Murcia, o la cepa M10 que se empezó a detectar el 2022 en granjas de engorde de Catalunya cuyos lechones procedían de granjas de la comunidad murciana. Actualmente, no existe ninguna normativa que impida el movimiento de lechones para engorde según el estatus

FIGURA 1. Evolución de la mortalidad posdestete en los últimos 5 años (Fuente: SIP Consultors).



sanitario frente al virus PRRS. Por esta razón es primordial la concienciación colectiva y extremar la precaución cuando se realizan movimientos de lechones hacia granjas de zonas distintas. Durante los últimos años, se ha generalizado en nuestro país la secuenciación y tipificación de las cepas implicadas en los casos clínicos. Esta información debería ser aprovechada para gestionar mejor los movimientos internos en el país y así reducir el riesgo de diseminación del virus PRRS a otras regiones.

Uno de los puntos críticos en el control del PRRS en nuestro país es y va a ser la reducción del riesgo de entrada de nuevas cepas con las importaciones de lechones, verracos y reproductoras.

SITUACIÓN DEL VPRRS EN ESTADOS UNIDOS

El VPRRS también ha continuado presente en uno de los mayores países productores de porcino. Los indicadores de la incidencia del VPRRS en EE. UU. reportados por la Universidad de Minnesota muestran una reducción en su incidencia. De hecho, si nada cambia, este 2023 EE. UU. reportará la menor incidencia acumulada de VPRRS en todos los años que el programa lleva recogiendo datos (desde 2011). Esto no quiere decir que exista riesgo de cepas emergentes o virulentas. Durante el año 2020, se detectó una cepa de VPRRS (VPRRS tipo 2 Linage 1LC variante 1-4-4) que tuvo una rápida expansión y parecía estar asociada a un impacto clínico mayor. Durante el 2022, esta cepa ha continuado detectándose, pero con una frecuencia e impacto productivo menor y circunscrita mayoritariamente a los estados de Minnesota y Iowa (Mariana Kikuti, comunicación personal). Recientemente, se ha detectado una cepa que también parece estar aumentando su frecuencia de detección (VPRRS tipo 2 Linage 1LC 1-2-4), aunque su expansión no está siendo explosiva y su detección parecería estar asociado a ciertas empresas con pirámides de producción en seis estados diferentes. La virulencia de esta cepa está bajo observación ya que el impacto en las explotaciones que se están infectando es dispar y no se observa siempre el mismo grado de virulencia (Mariana Kikuti, comunicación personal).

¿ES LA ERRADICACIÓN EL CAMINO A SEGUIR?

Ya hemos visto como PRRS continúa siendo un reto sanitario para las explotaciones infectadas. No es ninguna novedad que esta enfermedad genera un gran impacto económico en la producción porcina de los países en la que se encuentra endémica. Por ejemplo, se ha estimado que el impacto económico que PRRS y Rosalía han ocasionado al sector podría superar los 300 millones de euros únicamente durante el año 2022. No es raro

por tanto que haya habido países que hayan optado o se estén planteando la erradicación de esta enfermedad de sus granjas. A continuación, repasaremos alguno de los programas de países que han erradicado la enfermedad recientemente (Hungria), están cerca de conseguirlo (Chile) o que recientemente han iniciado un camino para la reducción de la prevalencia del virus en su cabaña porcina y que podría tener como resultado final la erradicación del PRRS, como es el caso de Dinamarca. Otros países de Europa que ya poseen el título de libres de VPRRS son Noruega, Suecia, Finlandia, y Suiza.

Chile

Chile es un país de América del Sur con un poco menos de 20 millones de habitantes. Su cabaña porcina está en torno a los 2,8 millones de cabezas entre madres y cerdos de engorde. La primera erradicación de VPRRS en Chile se llevó a cabo entre el 2000 y el 2007. La motivación para erradicar fue que el VPRRS se había detectado hacia poco en el país (1999), había un bajo porcentaje de granjas y animales infectados (entre el 15 % y el 20 % de las cerdas eran positivas) mayoritariamente concentrados en una pequeña área y solo había VPRRS tipo 2 presente. Para el programa de erradicación se logró un acuerdo entre productores y autoridad sanitaria, colaborando tanto en el financiamiento como en la gestión del programa. Además, desde la administración se aportaron medios para realizar un programa de vigilancia en los cerdos criados en traspatio. El plan de erradicación fue regulado por la autoridad sanitaria nacional e incluía la prohibición del uso de vacunas y un incremento de las medidas de bioseguridad tanto a nivel de granja como de región (Cuevas *et al.*, 2014).

La estrategia para aquellas explotaciones que tenían un solo tipo de producción (por ejemplo (granja de productoras o un engorde) fue la de despoblar y repoblar con animales negativos. Para aquellas explotaciones con más de una fase de producción se optó por buscar la estabilización de la fase 1 (madres) mediante el cerrado de la explotación y despoblaciones parciales o totales de las fases 2 y 3. En el año 2009 se completó la erradicación del virus con el envío a matadero de las últimas cerdas positivas a VPRRS. Sin embargo, durante el proceso de erradicación se produjeron algunas reinfecciones que proporcionaron información interesante sobre la epidemiología de VPRRS. El estudio de los brotes reflejó que los principales factores de riesgo a la hora de que una granja negativa se infectase fueron:

- La localización y cercanía a granjas infectadas.
- El transporte de animales infectados con PRRS a centros de venta o mataderos.
- Contacto con vehículos o personas de granjas negativas y el personal de granjas positivas.
- La mala aplicación de normas de bioseguridad.

Chile obtuvo la clasificación de libre de PRRS por la Organización Mundial en Sanidad Animal (OMSA, antigua OIE) en 2013 y justamente ese año algunas granjas del país se reinfecaron de nuevo de VPRRS. El análisis filogenético de las secuencias reveló que la cepa de la reinfección era diferente a las cepas anteriormente erradicadas (Neira *et al.*, 2017). En mayo del 2014 se puso en marcha un nuevo programa de erradicación basada mayoritariamente en la estabilización de las granjas de reproductoras y el vaciado de los sitios 2 y 3. Actualmente el país no ha detectado animales positivos a VPRRS en los últimos muestreos del 2022 y es posible que, durante el 2023, Chile declare por segunda vez la erradicación de la enfermedad de su país.

Es posible que durante el 2023 Chile declare por segunda vez la erradicación de la enfermedad.

Hungría

Otro país que ha conseguido erradicar el VPRRS con éxito es Hungría. Tiene una población de casi 10 millones de habitantes y la producción porcina es algo mayor que la que tiene Chile. En el momento de empezar la erradicación Hungría contaba con 180.000 cerdas y entre 3 y 4 millones de cerdos de engorde. A diferencia de Chile, donde la localización del país es idónea para llevar a cabo una erradicación, Hungría se encuentra en el corazón de Europa y donde hay entrada de lechones procedentes de otros estados. El VPRRS se empezó a detectar en Hungría en 1996 aunque se reportaran muestras positivas ya desde el 1994. Se estima que la introducción del VPRRS fue a través de la importación de primerizas desde Bélgica. La prevalencia de la enfermedad fue incrementando en el país hasta el 2014, en ese momento el 27 % (125/470) de las explotaciones de madres reproductoras, equivalente al 37 % (68.226/186.404) del censo, eran positivas a VPRRS. Es en 2014 que empieza el programa de la eliminación del virus del país (obligatoria) mediante un acuerdo entre administración e industria (productores, asociaciones, compañías farmacéuticas y asociaciones de veterinarios). Previo al inicio de la erradicación, Hungría había llevado a cabo un proceso de muestreo para conocer el abasto de la enfermedad en las granjas y en los cerdos de traspatio. Una vez adquirido el conocimiento la erradicación se llevó a cabo en tres frentes:

- 1) Cerdos de traspatio
- 2) Cerdas reproductoras
- 3) Cerdos de engorde

El diagnóstico del VPRRS en los cerdos de traspatio fue llevado a cabo y costado por la autoridad sanitaria

del país. Se decretó el vaciado de todas aquellas explotaciones de traspatio positivas (un 4 %) y los dueños fueron compensados (Nemes *et al.*, 2019). A partir del 2018 no se detectan animales positivos en las pequeñas explotaciones. Las causas de reinfección reportadas para este tipo de explotación fueron el movimiento irregular de animales (sin certificación veterinaria) y la entrada de lechones para engorde provenientes de granjas positivas (Nemes *et al.*, 2019).

En las granjas de reproductoras se les ofreció la posibilidad de elegir el método de eliminación. Estos métodos podían ser despoblación y repoblación con animales negativos, "cierre" de la granja a nuevos animales susceptibles, testear y eliminar los animales positivos o aplicar criterios de manejo más restrictivos para evitar la transmisión del virus. Todos los métodos se debían acompañar de un muestreo sistemático del estatus de la explotación. Las vacunas se podían usar de modo complementario como un método extra de ayuda (Szabó *et al.*, 2020). La eliminación en estas granjas se empezó en regiones donde la densidad porcina era muy baja y los resultados diagnósticos eran favorables. Cada región se categorizó como negativa a PRRS o en proceso de erradicación.

La producción porcina en Hungría se concentra en cinco regiones. De las 222 granjas de reproductoras ubicadas en las 5 regiones, 160 se clasificaron como libres de VPRRS (72,1 %), mientras que el resto, 62 (27,9 %), fueron clasificadas como VPRRS positivas. Estas 62 granjas suponían el 31,9 % (25.461/79.882) de cerdas de la región. De las 62 granjas positivas, 58 eran ciclos cerrados. La distribución de las granjas por número de madres fue de 34 granjas con menos de 100 cerdas, 8 granjas entre 101 y 399 cerdas, 16 granjas entre 400 y 999 cerdas y 4 granjas con más de 1000 cerdas. Los métodos elegidos para la erradicación fueron despoblación y repoblación en 33 granjas (de las que 23 recibieron compensación económica), cambio de producción a engorde o cese de la actividad en 18 explotaciones, test y eliminación de cerdas positivas se llevó a cabo en 2 explotaciones y uno se declaró libre de VPRRS utilizando métodos de manejo apropiados, monitoreo y control vacunal. Un grupo de 8 granjas fueron declaradas negativas ante la imposibilidad de encontrar el virus. Una mayor información sobre los métodos utilizados para cada tamaño de granja se puede encontrar en el artículo escrito por Szabó *et al.* (2020).

Algunas de las lecciones aprendidas en este proceso de erradicación fueron:

- El método de cerrado de la granja no consiguió la erradicación en ninguna granja que lo aplicó seguramente por el tipo de estructura de ciclo cerrado de las explotaciones. Este método es ampliamente efectivo y su éxito está demostrado en granjas de producción de lechones (fase 1).

- La despoblación y repoblación con animales negativos fue el método más exitoso. Aun siendo el más costoso es el que tuvo una mayor probabilidad de éxito. El estado dio apoyo económico a aquellas explotaciones que utilizaron este método.
- Dos granjas consiguieron la eliminación del virus utilizando los métodos de identificación y eliminación de las cerdas positivas.
- El número de granjas donde se aplicaron vacunas vivas atenuadas (61 %) fue mayor que las granjas donde se aplicaron vacunas inactivadas (39 %). Sin embargo, la vacuna debe ser complementaria a unas buenas estrategias de manejo y monitorización del VPRRS.

La situación del VPRRS en los engordes en 2015 era que el 61,2 % (188/307) de las granjas de engorde tenían animales positivos. Se estimó que la fuente del virus en la mayoría de los casos era la importación de cerdos para engorde, con introducciones de VPRRS-1 y VPRRS-2.

Las normas aplicadas para conseguir la erradicación del virus del PRRS en los engordes fueron:

- Solo podían entrar animales procedentes de granjas libres de VPRRS.
- Los animales mantenían una cuarentena de 60 días donde se miraba el estado de los animales mediante PCR en suero a las 48 horas de la entrada y ELISA al final del periodo de cuarentena, si una de las dos pruebas daba positivo, los animales debían ser enviados a matadero en los siguientes 15 días o debían abandonar Hungría.
- Todas las granjas de engorde, incluso las que tenían un flujo continuo de animales, se vaciaron limpiaron, desinfectaron y se llenaron con animales libres de VPRRS.
- Posteriormente se prohibió la importación de animales VPRRS positivos de Holanda, Alemania, Eslovaquia, Dinamarca, Austria, República Checa y Eslovenia.

Como consecuencia de todas las medidas aplicadas las granjas de engorde fueron declaradas libres de VPRRS a finales del 2018 (Szabó *et al.*, 2019).

Dinamarca

Dinamarca es, de los tres resumidos en este artículo, el país con menos población (aproximadamente 6 millones). Sin embargo, es el que posee el mayor censo de porcino de los tres. La cabaña porcina danesa tiene un millón de cerdas repartidas en 1.300 granjas (promedio de 800 cerdas por granja) y produce 33 millones de cerdos anuales. La mitad de los cerdos de engorde se quedan en Dinamarca y la otra mitad van a engordarse a países como Alemania, Polonia y Italia. Una particularidad del sistema danés es el sistema SPF (acrónimo del inglés Specific Pathogen Free) que consiste en que

algunas granjas se declaran libres de uno o más patógenos (por ejemplo, VPRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* o *Actinobacillus pleuropneumoniae*) y reportan y renuevan su estatus sanitario a una base de datos. Se estima que el 80 % de las granjas de cerdas son SPF para algún patógeno. Podemos discutir que este sistema no puede ser todo lo perfecto que debería, pero ya da una idea de la situación sanitaria de las granjas de porcino de Dinamarca.

Se estima que el VPRRS se introdujo en el país vía aérea desde su frontera con Alemania en el año 1992. Uno de los virus que se pueden encontrar en Dinamarca es el VPRRS-2 (cepa americana) y la vacuna con esta cepa continúa aplicándose en dicho país. Gracias a la base de datos SPF se estima que un tercio de las granjas de cerdas son positivas al VPRRS. No existe conocimiento del estatus sanitario del engorde.

Durante el 2022, Dinamarca comenzó a trabajar en la reducción de la prevalencia de VPRRS en la cabaña nacional (Weber, 2022). El programa de reducción de VPRRS es acordado entre los productores, mataderos, veterinarios y autoridades sanitarias con el objetivo de reducir la presencia de VPRRS y así poder reducir también el uso de antimicrobianos. Uno de los objetivos es tener el 75 % de los engordes negativos en 2025. El programa es obligatorio para todos los ganaderos y se requiere una declaración anual del estatus de VPRRS de la granja. A diferencia del programa húngaro donde el diagnóstico estaba sufragado por el estado, en el método danés el diagnóstico de los animales para la valoración de su estatus corre a cargo del ganadero. También se pretende generar una base de datos de secuencias de VPRRS para poder tener información del virus y poder dar respuesta ciertas preguntas (por ejemplo, el origen de una nueva infección). Este 2023, los mataderos ya están aplicando una deducción de 0,027 euros/kg canal de cerdos positivos a VPRRS, deducción que irá incrementándose gradualmente conforme el programa vaya avanzando, es decir, la penalización será mayor en futuros meses de lo que es al inicio del 2023. Como la eliminación en sí es, por el momento, voluntaria, un ganadero puede no eliminar y mantenerse positivo. Sin embargo, si decide sacrificar los animales en Dinamarca recibirá la deducción de los cerdos VPRRS positivos por parte del matadero. Una de las tareas pendientes es la organización de los programas de eliminación regional.

Será interesante ver los resultados obtenidos mediante este sistema de reducción de la enfermedad, donde tener animales positivos supone una penalización económica independientemente del impacto que ya genera la enfermedad por sí misma en la granja. El éxito o no de Dinamarca en el control y la eliminación del virus seguramente marcará el camino de otros países de la UE o fuera de ella donde la producción porcina sea una industria relevante.

Conclusiones sobre el VPRRS

El monitoreo y vigilancia de las secuencias obtenidas por parte del sector no solo es importante en la propia explotación o empresa, sino que tiene un valor añadido a nivel regional o nacional. Hemos visto varios ejemplos de la importancia y del uso que se le está dando a los diferentes bancos de secuencias. El VPRRS es un virus muy cambiante, ya sea por mutación o recombinación y su seguimiento permite detectar si un virus determinado se está diseminando a más granjas o si su detección queda confinada a una granja/empresa/región. El análisis constante de las secuencias que están realizando grupos de investigación de las universidades de EE. UU. (Iowa y Minnesota) y el Grup de Sanejament Porcí (GSP) en Lleida ha permitido detectar nuevas secuencias en los estadios principales de su expansión y documentar su difusión en los respectivos países. De igual importancia es secuenciar en los programas de erradicación ya que nos va a dar una idea del origen del virus en el país/región/granja y por donde se nos puede estar introduciendo. Tener información de lo que sucede en el campo es importante y por eso es importante la participación y colaboración de los veterinarios y ganaderos en el avance del conocimiento de la enfermedad. En el futuro cercano quizá debemos plantearnos cómo utilizar esta información de una forma más práctica para contener y frenar el avance de estas cepas una vez se detecten y se constata su posible virulencia.

Los tres ejemplos presentados aquí han abordado de forma diferente el proceso de eliminación teniendo en cuenta las características del país y de sus distintas producciones porcinas. Los tres programas han implementado cambios en el manejo, mejora de la bioseguridad y monitorización. Sin embargo, un factor que es necesario para tener éxito (a falta de que Dinamarca lleve a buen puerto su programa de reducción de VPRRS) es la participación, colaboración y entendimiento de los diferentes actores que participan de la producción porcina como son los productores, los mataderos, los veterinarios y la administración.

LA PESTE PORCINA AFRICANA EN FAUNA SALVAJE: LA RAPIDEZ ES LA CLAVE

Como hemos comentado en anteriores versiones de este anuario, PPA es la espada de Damocles que pende, amenazadora, sobre la industria porcina nacional. Nadie ha logrado frenar el inexorable avance del VPPA desde su última escapada fuera de África en 2007. La expansión del VPPA a nivel mundial, afectando a los 5 continentes, ha sido descrita con detalle en anteriores ediciones del presente anuario. Así, dedicaremos estas líneas a comentar brevemente, a modo de actualización, los hechos sobre la PPA acaecidos en 2022 a nivel mundial a modo de actualización para, a continuación, centrarnos en comentar los esfuerzos

que se están llevando a cabo en nuestro país a nivel de vigilancia pasiva en fauna salvaje. Como bien nos han demostrado experiencias previas en otros países, este tipo de vigilancia constituye una estrategia fundamental. Para resolver un hipotético brote de PPA de la mejor forma posible, sea en cerdo doméstico, pero en especial en el caso de la fauna salvaje, la rapidez de nuestra respuesta es esencial.

UNA BREVE ACTUALIZACIÓN

En este año 2022 no se ha producido ningún cambio drástico en el panorama de la PPA, sino solamente la continuación de la extensión, insidiosa, de la pandemia. Globalmente, la situación general es la misma y, como hemos dicho, la tendencia de expansión de la enfermedad continúa. En enero de 2022 se reportaba por primera vez la presencia del VPPA en Macedonia del Norte. Cabe decir que las noticias más alarmantes recibidas desde Europa fueron las debidas a los "saltos" geográficos del VPPA. Así, de manera análoga a lo que ocurrió en septiembre de 2018 en Bélgica, en enero de 2022, se detectó un brote de PPA en jabalíes en la región del Piamonte, al norte de Italia (MAPA, 2022a), a una distancia de cientos de kilómetros de la frontera germano-polaca, donde se presentaban los casos más cercanos. Aunque el foco se declaró en una zona con pocas explotaciones de porcino doméstico, la densidad de jabalíes en la zona era elevada lo que propició la declaración de numerosos casos en esta especie.

En mayo de 2022, el VPPA dio otro gran salto dentro de Italia y se reportó otro foco en jabalíes en Roma (MAPA, 2022b). Este segundo foco de casos en la península itálica sí que llegó a tener afectación en cerdo doméstico (MAPA, 2022d). Cabe mencionar que estos casos italianos han sido todos ellos producidos por cepas del genotipo II, como las del resto de la actual pandemia y en ningún caso por aislados del genotipo I. Recordemos que en Italia el genotipo I es el que está presente en Cerdeña, donde la PPA es endémica desde 1978.

Otros saltos geográficos preocupantes, precisamente por darse en porcino doméstico, han sido los reportados en la llamada zona libre alemana, en mayo y julio de 2022. En el primer caso, cerca de la frontera francesa, al sur del país (MAPA, 2022c), y en el segundo, en el norte, cerca de la frontera con los Países Bajos (MAPA, 2022e). Estos saltos geográficos (tengámoslo presente, rondando los 400-500 km de distancia) no han sido aun debidamente esclarecidos, pero deben de atribuirse, sin duda alguna, a la mano del hombre, ya sea en forma de fallos en la bioseguridad de las explotaciones (en el caso del cerdo doméstico), ya sea en forma de restos alimentarios contaminados por VPPA dejados al alcance de un animal susceptible.

A finales de año, el 2 de diciembre, se notificó un brote de PPA en jabalíes en la República Checa (MAPA, 2022f). El único país que, junto con Bélgica, había logrado controlar y erradicar los focos de PPA declarados en su terri-

torio ha sucumbido a la presión de jabalíes infectados por el VPPA que llegan a él desde diversas de sus fronteras.

Respecto al continente asiático, en enero de 2022 se notificaron por primera vez casos de PPA en Tailandia y, durante el verano, nos llegó una malísima noticia: la vacuna viva recombinante desarrollada por la USDA (Tran *et al.*, 2022), la primera en ser licenciada y en prepararse para su comercialización y aplicación en Vietnam, tuvo que ser retirada tras el primer mes de su implementación en campo debido a la muerte de alrededor de 600 animales (Khanh, 2022). Este tristísimo hecho pone de manifiesto, una vez más, la tremenda dificultad de implementar el uso de una vacuna viva en campo y la colosal tarea que supone obtener una vacuna segura y eficaz contra un agente patógeno tan complejo como el VPPA.

¿CUÁL ES EL RIESGO?

Estudios recientes (Muñoz-Pérez *et al.*, 2022) apuntan a que el riesgo de entrada de la PPA en nuestro país por la importación de un cerdo doméstico infectado es relativamente bajo. Pese a ello, no está de más insistir en que únicamente deberían importarse animales de productores de absoluta y contrastada confianza, evitando, siempre que sea posible, las paradas en centros de concentración de ganado. Idealmente, toda importación de porcino debería hacerse con los pertinentes controles (PCR) en origen, siendo estos repetidos, si cabe, a la llegada de los animales. Esta es la realidad y, aunque pueda sonar a perogrullada: el único control efectivo que podemos realizar para evitar la entrada de la PPA en España es sobre el cerdo doméstico. Sin embargo, sabemos que, en la mayor parte de Europa, siendo Rumanía la excepción más notoria, el número de casos es mayor en jabalíes que en cerdo doméstico. Desde la reintroducción de la PPA en Europa en 2007, no habíamos tenido al VPPA tan cerca de nuestro territorio. Según estimaciones de expertos de la EFSA, la PPA se desplaza en Europa, debido a los movimientos de los jabalíes, a un ritmo de entre 2,9 y 11,7 km/año (EFSA, 2020). Sin embargo, ¡alerta! No olvidemos ni subestimemos al factor humano, seguro responsable de los saltos de 400-500 km del VPPA. Contra este incierto problema nos enfrentamos.

¿CUÁL ES EL PLAN?

Sabemos que en zonas libres de PPA la localización de cadáveres por parte de cazadores o excursionistas es la forma más habitual de detectar un brote de la enfermedad. En un brote en una zona naif, la inmensa mayoría de los jabalíes infectados se hallarán muertos. Así, existen actualmente diversos programas tanto a nivel estatal como autonómico con el fin de coordinar y efectuar la vigilancia sanitaria en fauna salvaje frente a la PPA (DARP, 2019; MAPA, 2023). Para que dicha vigilancia pueda realizarse de manera efectiva se han realizado (y se realizan) campañas de información, sensibilización y conciencia-

ción para la población sobre la PPA, incidiendo especialmente en colectivos de cazadores. Informando desde que no se debe alimentar a los jabalíes (especialmente con productos de origen porcino), a cómo debe uno comportarse si se encuentra un cadáver de jabalí (*figura 2*) por el monte: ni tocarlos, ni acercarse. En estos casos se debe simplemente avisar urgentemente a los agentes forestales, que se harán cargo de la actuación (en los carteles informativos se facilitan los teléfonos a usar).

Un ejemplo del modo de actuación

A modo de ejemplo, en Catalunya, los agentes rurales, una vez avisados, se presentan en el lugar de actuación dónde delimitan tres zonas de trabajo: una zona limpia (aproximadamente > 10 m del cadáver), una zona intermedia (entre 5 y 10 m del cadáver) y una zona sucia (a < 5 m del cadáver). El vehículo de los agentes se estaciona en la zona limpia y allí proceden a preparar todo el material necesario para la actuación (EPIs, bolsas para residuos, material para la desinfección...). En la zona intermedia, los agentes se colocan los EPIs (mono desechable, doble guante y botas impermeables protegidas por doble calza) y dejan abiertas las bolsas para recoger y posteriormente eliminar los residuos y para recoger y transportar la carcasa del animal. Al finalizar la actuación, en esta zona los operarios se sacan los EPIs y los colocan dentro de las bolsas de residuos, evitando pisar la zona con las calzas con las que se ha actuado en la zona sucia. En la zona sucia, los operarios manipulan el cadáver con sumo cuidado, siempre protegidos por los EPIs mencionados ante-



Figura 2. Imagen de un jabalí encontrado muerto. Es muy importante analizar estos animales y descartar lo antes posible un brote de Peste Porcina Africana. Fuente: Agentes rurales.

riormente. El equipo de actuación consta de tres agentes, uno de los cuales actúa como observador, supervisando las manipulaciones de sus compañeros, delimitando las tres áreas y posteriormente procede a desinfectar el material y la zona con los productos adecuados (tabla 1).

La geolocalización del animal muerto es importante ya que, en caso de resultado positivo, habría que volver al lugar y aplicar cal viva en la zona potencialmente contaminada por el VPPA. El cadáver, bien contenido en doble bolsa que se descontamina exteriormente y se refuerza si es necesario con cinta americana, es trasladado con urgencia a la sala de necropsias de la Facultad de Veterinaria de la UAB. El vehículo (haciendo especial atención a bajos, alfombrillas y maletero deberá ser adecuadamente limpiado y desinfectado).

Una vez en la sala de necropsias, personal veterinario del Servicio de Ecopatología de Fauna Salvaje (SEFaS), de la forma menos invasiva posible y sin extraer el animal de la bolsa toma una muestra de sangre, con jeringa y aguja de 2,10 x 80 mm, del seno cavernoso dentro de la cavidad craneana (Arenas-Montes *et al.*, 2013). Posteriormente, la sangre se introduce en un tubo con EDTA. Dependiendo del estado de degradación del cadáver puede hacerse la extracción de sangre del corazón, de un fragmento de bazo o, en el peor de los casos, de médula ósea de un hueso largo. Esta sangre se analiza con carácter de urgencia mediante PCR en el IRTA-CReSA y, caso de dar

positivo (escenario que, naturalmente, no ha pasado aún) se remitiría para su confirmación al Laboratorio Central de Veterinaria de Algete (Madrid).

Este protocolo de vigilancia pasiva en fauna salvaje está en marcha los 365 días del año, 7 días a la semana. El brote belga de 2018 dejó claro que ningún país estaba a salvo de una introducción del VPPA por mucho que no compartiera fronteras con un país positivo. En la tabla 2 podemos contemplar el número de animales hallados muertos (o enfermos) y muestreados en el programa de vigilancia pasiva de PPA en Catalunya en el periodo 2018-2022. Todos los animales muestreados han sido negativos para PPA (y también para peste porcina clásica y enfermedad de Aujeszky). Nótese la tendencia al alza del número de animales muestreados anualmente, fruto tanto de una mayor concienciación del peligro que supone la PPA, de la implicación de los agentes involucrados, etc. Dicha tendencia alcista se trunca durante los años de pandemia (2020 y 2021) y se recupera notablemente durante el 2022.

Resumiendo, un foco de PPA en el país por un jabalí infectado es algo que, tarde o temprano, probablemente suceda. En nuestra mano está el minimizar al máximo las consecuencias de tal foco. La detección rápida y precoz de un brote de PPA en fauna salvaje es el primer paso hacia una resolución favorable de dicho brote. De ahí la importancia, crucial, de la vigilancia pasiva en jabalíes en la lucha contra esta terrible enfermedad.

TABLA 1. Resumen de los diferentes tipos de desinfectantes que pueden emplearse para el control del VPPA en función del equipo que sea necesario desinfectar. (Fuente: MAPA, 2020)

	Dilución	Dilución final	Consideraciones
1. Jabones y detergentes			Junto con la limpieza, forma la parte básica de la descontaminación
2. Agentes oxidantes			
a. Hipoclorito sódico (NaOCl)	1:5	2-3 % (20.000-30.000 ppm)	Especialmente indicado para alojamientos y ropas (10-30 min.). No efectivo en presencia de materia orgánica y bajas temperaturas
b. Hipoclorito cálcico Ca(OCl)₂	30 g/litro	2-3 % (20.000-30.000 ppm)	
c. bis(peroximonosulfato) bis(sulfato) de pentapotasio	5 g/litro	0.5 %	Sustancia activa presente en un 49,7 % del desinfectante comercial
3. Álcalis			
a. Hidróxido sódico (NaOH)	20 g/litro	2 %	No emplear sobre superficies de aluminio y aleaciones (20 min.). Recomendado en presencia de materia orgánica
b. Carbonato sódico anhidro (Na₂CO₃) y Na₂CO₃·10H₂O	40 g/litro	4 %	
4. Ácidos			
a. Ácido clorhídrico	1:50	2 %	Corrosivo para metales y cemento (10 min.)
b. Ácido cítrico	2 g/litro	0,2 %	Seguro para ropa y cuerpo humano
5. Aldehídos			
a. Glutaraldehídos		2 %	No emplear en animales y personas. Irritante (10-30 min.)
b. Formol	1:12	8 %	
c. Gas formaldehído			Gas tóxico. Precisa de personal con experiencia en su manejo.

TABLA 2. Animales (jabalíes, cerdos vietnamitas y cerdos domésticos asilvestrados o abandonados en el campo) hallados enfermos o muertos y muestreados en el programa de vigilancia pasiva de PPA en Catalunya en el periodo 2018-2022. Todos los animales muestreados han sido negativos para PPA. Fuente: SEFaS.

Año	Jabalíes	Cerdos vietnamitas	Cerdos domésticos asilvestrados	Total
2018	18	0	0	18
2019	42	2	1	45
2020	18	0	0	18
2021	24	0	2	26
2022	51	0	1	52

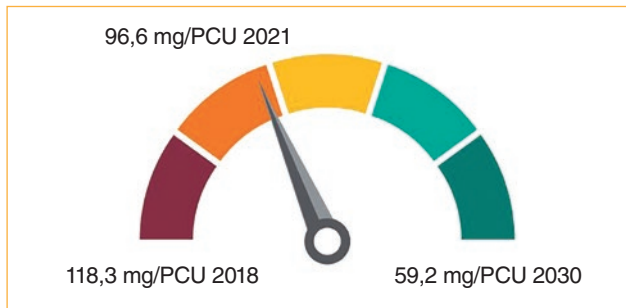


FIGURA 3. Ventas de antimicrobianos para uso en animales de granja y acuicultura en el año 2018, últimos datos reportados por la Agencia Europea del Medicamento en el año 2021 y previsión establecida para el año 2030 (EMA, 2022).

USO DE ANTIMICROBIANOS Y RESISTENCIAS EN PATÓGENOS DE ORIGEN PORCINO

La legislación europea continúa impulsando la reducción del uso de antimicrobianos en medicina veterinaria. De hecho, la estrategia “de la granja a la mesa” de la UE ha establecido una reducción del 50 % de las ventas totales de antimicrobianos en animales de granja y acuicultura para el año 2030, en comparación con las cifras de 2018 (figura 3). Los últimos datos reportados en el año 2021 calculan unas ventas globales de antimicrobianos en Europa de 96,6 mg/PCU que se han de reducir a 59,2 mg/PCU (EMA, 2022) para el año 2030.

A nivel nacional, la venta de antimicrobianos descendió de manera significativa entre el año 2014 y el 2019 (figura 4). Sin embargo, a pesar de todas las medidas implementadas en producción animal, como los “Planes Reduce” coordinados por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), esta tendencia ha sufrido un ligero aumento progresivo entre el año 2019 y el 2021 difícil de explicar. Afortunadamente, la mayor parte de los antimicrobianos que se utilizan actualmente en ganadería pertenecen a la categoría D (figura 5), es decir, de uso prudente y con menor riesgo de causar resistencias de importancia crítica en salud pública: son únicamente del 2,8 % la venta de los antimicrobianos categorizados como B, o uso restringido (polimixinas, fluoroquinolonas y cefalosporinas de 3ª y 4ª generación) y por tanto de mayor riesgo en cuanto a resistencias cruzadas con medicina humana.

FIGURA 4. Venta de antimicrobianos por familias a nivel nacional expresados en mg/PCU (EMA, 2022).

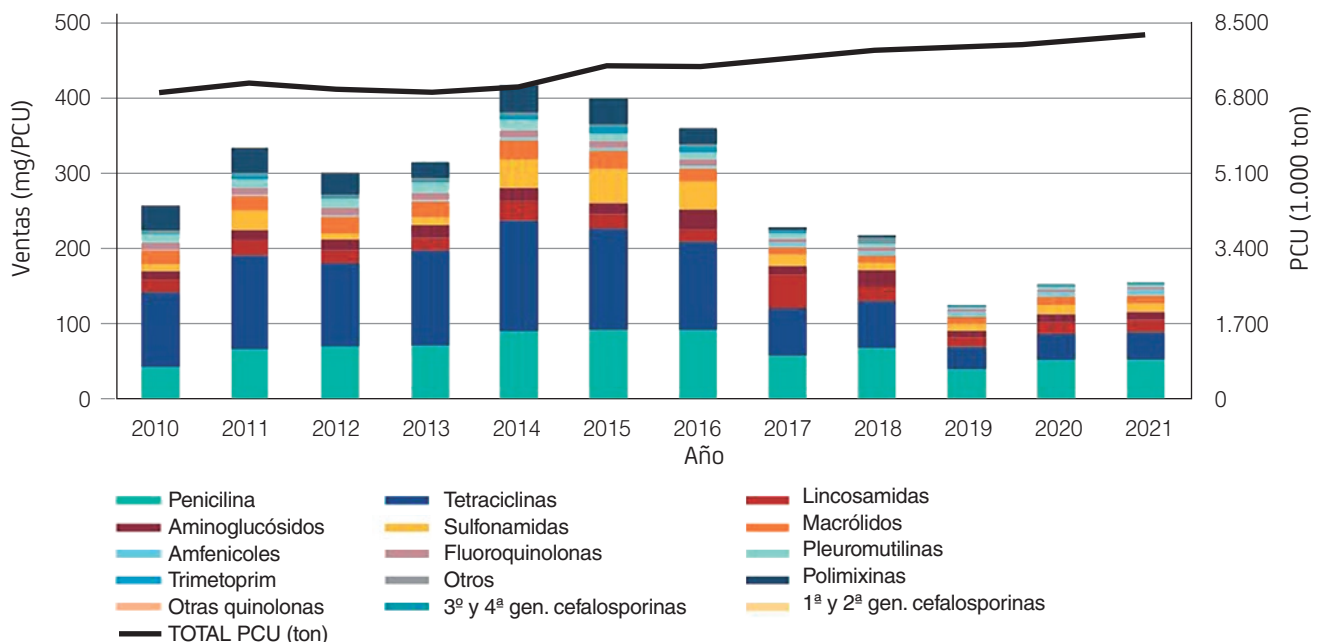
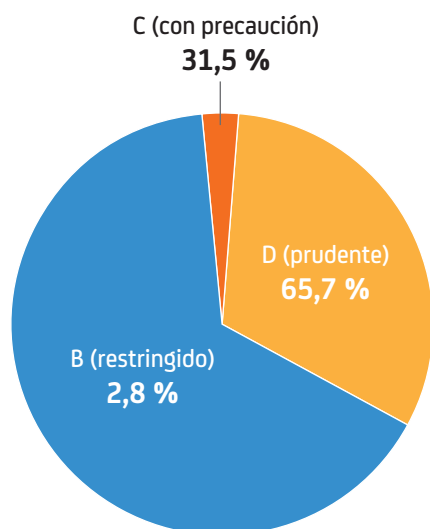


FIGURA 5. Proporción de ventas de antimicrobianos a nivel nacional por categorías B (restringido), C (con precaución) y D (prudente) durante el año 2021 (EMA, 2022).



Sin embargo, a pesar de tener datos anuales de vigilancia de ventas de antimicrobianos en ganadería y de la implementación de la prescripción electrónica (Real Decreto 191/2018) donde se registra además de la medicación, la especie tratada incluyendo la edad de tratamiento, seguimos sin tener datos publicados de consumo de antimicrobianos estratificados por especie de producción. Esto dificulta determinar las especies ganaderas y las etapas de producción con más riesgo de ser tratadas, y solo podemos extraer conclusiones de publicaciones científicas basadas en estimaciones obtenidas de revisiones bibliográficas.

Como estrategia para seguir reduciendo el uso de antimicrobianos en ganadería, durante el año 2022 se publicó el Real Decreto 992/2022 por el que se establece el marco de actuación para un uso sostenible de antibióticos en especies de interés ganadero. En este decreto se describe como se realizará el cálculo del consumo habitual y trimestral por explotación y también el cálculo del indicador de referencia nacional para cada especie y clasificación zootécnica. Este decreto también describe los controles y actuaciones que se llevarán a cabo en caso de que las explotaciones hagan un consumo superior al 5,1 % del calculado como índice de referencia.

A esta limitación en el uso de antimicrobianos, durante el año 2022 se le sumó la entrada en vigor de la prohibición del uso del óxido de zinc en piensos de transición debido a la contaminación ambiental (European Commission, 2003) y a evidencias científicas que demuestran la selección de bacterias resistencias debido a su uso. Este efecto se ha demostrado en diferentes bacterias

(por ejemplo, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*) frente a diferentes antibióticos (tetraciclinas, sulfamidas y metilicina entre otros) (Ciesinski *et al.*, 2018; Slifierz *et al.*, 2015; Vahjen *et al.*, 2015). La prohibición del óxido de zinc y la falta de una vacunación eficaz sin otras medidas ha conllevado a un aumento significativo de la morbilidad y mortalidad posdestete.

Se ha de tener en cuenta que la productividad numérica media en España está alrededor de los 30 lechones destetados por cerda productiva y año (29,7 lechones destetados por cerda productiva y año en el año 2022) (BDporc, 2023) y puede ser que esta cifra siga creciendo, viendo la tendencia de los últimos 20 años. Otros países como Dinamarca reportan productividades medias incluso más elevadas (34 lechones destetados por cerda productiva y año) (Svineproduction, 2023). Camadas tan numerosas ponen en riesgo su propia viabilidad, por el bajo peso del lechón al nacimiento y la disminución de ingesta de calostro. La adquisición de inmunoglobulinas maternas, particularmente de IgG mediante el encalostro es fundamental para la supervivencia. Por otro lado, el lechón nace con escasas reservas energéticas y el consumo de leche es determinante para reforzarlas, luchar contra el estrés térmico y crecer a un ritmo que les permita enfrentarse a un destete precoz. Sin unas buenas condiciones durante la lactación, el riesgo de aparición de diarreas posdestete es mayor.

La prohibición del óxido de zinc y la falta de una vacunación eficaz sin otras medidas ha conllevado a un aumento significativo de la morbilidad y mortalidad posdestete.

El uso de pienso *creep feed* y/o de leches maternizadas (leches artificiales) en complemento de la lactancia materna es una práctica necesaria. Brevemente, el *creep feeding* consiste en ofrecer un pienso especializado para los lechones en la etapa de lactancia con la finalidad de establecer un contacto temprano con el alimento sólido lo más pronto posible lo que favorecerá en la siguiente etapa el consumo de piensos de transición. La clave está en asegurar que los lechones realmente consuman estos alimentos, los cuales además ayudarán al desarrollo del tracto digestivo y a la función de barrera inmunitaria de la mucosa intestinal. La inadaptación o consumo irregular de pienso en la fase de transición suele ser el determinante no solo de las diarreas posdestete asociadas a la proliferación de *E. coli*, sino también a la aparición de otros patógenos como *Streptococcus suis*, *Glasserella parasuis* o *Clostridium* spp.

Sin embargo, la incidencia de las diarreas posdestete varía en las diferentes granjas, época del año, lotes de cerdas, condiciones ambientales, manejo y demás. Por

ello se recomienda que los piensos de arranque además de satisfacer requerimientos nutricionales sean mínimamente seguros. Esto conlleva a una cuidada selección e higienización de las materias primas, el uso de concentrados proteicos y aminoácidos sintéticos, adecuar las fuentes de fibra y/o de materias grasas o la inclusión de cobre. El uso de enzimas, ácidos grasos de cadena media, vitamina E o antioxidantes naturales, acidificantes, así como otros aditivos prebióticos y/o probióticos que modulen la microbiota para favorecer una buena salud intestinal puede ayudar a mitigar la inflamación intestinal y estimular el sistema inmunitario.

Una buena adaptación a la etapa de destete y transición comienza durante la fase de lactación. La prohibición del óxido de zinc ha puesto de manifiesto que las diarreas posdestete son un problema multifactorial y, por lo tanto, debemos seguir desarrollando estrategias holísticas que nos permitan atajar el problema y al mismo tiempo no aumentar el consumo de antimicrobianos ni poner en riesgo el bienestar de los lechones.

GANADERÍA PORCINA DE PRECISIÓN: NUEVAS HERRAMIENTAS EN EL MANEJO SANITARIO

INTRODUCCIÓN

El informe 2022 de las Perspectivas Agrícolas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) prevé que el suministro mundial de carne se expandirá para satisfacer la creciente demanda durante el periodo 2022-2031. Esta proyección del aumento de la población humana mundial y de la demanda de carne y productos animales ofrece un conjunto de desafíos para el sector ganadero. ¿Cómo producimos más pero de una manera más sostenible? En este contexto, cada vez son más voces las que defienden que la implementación de sistemas agrícolas inteligentes, utilizando tecnologías de precisión multiplataforma, internet de las cosas, análisis de datos, aprendizaje automático (en inglés, *machine learning*), y otras tecnologías emergentes puede respaldar la toma de decisiones desde una posición más informada, permitiendo avanzar hacia una mayor sostenibilidad en el futuro.

Las innovaciones tecnológicas han abierto un abanico de oportunidades para aumentar la producción y la eficiencia, así como la sostenibilidad de los sistemas pecuarios. Se prevé que el uso de tecnologías inteligentes (en inglés, *smart technologies*) aumente más del 13 % para 2025, alcanzando un mercado global de más de 10.000 millones de dólares estadounidenses. De hecho, en los últimos años, hemos visto un aumento en el uso de tecnologías en las granjas de cerdos y, por tanto, un aumento en la aplicación de ganadería de precisión (en

inglés, *precision livestock farming* [PLF]) en el sector porcino. El concepto PLF hace referencia al uso de tecnologías inteligentes para gestionar las granjas y optimizar el proceso productivo. Los métodos de ganadería de precisión permiten tomar medidas precisas de los animales (de forma grupal o individual) para monitorear automáticamente y a tiempo real su estado o condición con el fin de mejorar la producción, la salud y el bienestar.

La ganadería de precisión tiene el potencial de ayudar a los ganaderos a mejorar la cría de animales y la toma de decisiones. También promueve sistemas de producción más competitivos y respetuosos con los animales y el medio ambiente.

¿QUÉ OFRECE LA GANADERÍA DE PRECISIÓN AL MANEJO SANITARIO?

La situación sanitaria del sector porcino mundial continúa acumulando desafíos importantes. Desde la PPA a las nuevas cepas altamente patógenas del VPRRS, se ha puesto en evidencia la necesidad de anticiparnos a determinadas situaciones y de dar respuestas rápidas orientadas a la mejora de la gestión y experiencia de los profesionales del sector en cuestiones de salud. En este contexto, la ganadería de precisión puede ofrecer un soporte al diagnóstico al facilitar la detección temprana de signos clínicos, enfermedades y/o lesiones, y abrir así las puertas a una medicina más preventiva y personalizada.

La ganadería de precisión permite facilitar la detección precoz de enfermedades y el impulso de una medicina más preventiva.

Existe una amplia gama de tecnologías PLF disponibles que han sido diseñadas para optimizar la crianza de cerdos en su concepto más amplio (salud, bienestar, eficiencia, etc.). En un estudio publicado recientemente por Gómez *et al.* (2021) se identificaron 84 tecnologías en una revisión sistemática de sistemas PLF disponibles en el mercado para evaluar el bienestar en porcino. Estas 84 tecnologías estaban basadas en 16 tipos diferentes de sensores o combinación de ellos (*tabla 3*). Las tecnologías basadas en cámaras (sistemas de visión) y los sistemas de alimentación electrónica o bebederos asociados a chips RFID (identificación por radiofrecuencia) fueron las tecnologías más abundantes. La imagen térmica fue el tercer tipo de sensor más común. Otras tecnologías identificadas fueron:

- Micrófonos
- Acelerómetros

- Dispositivos de temperatura corporal
- Sensores fotoeléctricos
- GPS (sistema de posicionamiento global)
- RFID

En este artículo se exploran las principales tecnologías de PLF disponibles que se aplican o tienen potencial de ser aplicadas en el manejo sanitario de la cría de cerdos. Transversalmente, en algunos casos también se aborda su papel en términos de bienestar animal.

TECNOLOGÍAS PLF DISPONIBLES

Sistemas basados en cámaras

Las técnicas de detección basadas en imágenes y vídeo se usan para recopilar y evaluar datos de manera que no se interfiera con las actividades rutinarias de la granja, ni se requiera contacto con los animales. Entre otras utilidades, el procesamiento de imágenes y vídeo se ha usado para identificar cerdos enfermos y sus signos clínicos. Hay varios tipos de cámaras disponibles en el mercado y cada uno proporciona un conjunto único de información con características de imagen y vídeo. Algunos ejemplos son las cámaras CCD (en inglés, *charge-coupled device*), cámaras infrarrojas, cámaras de profundidad o cámara 3D. Sin embargo, la videocámara 2D convencional es la solución más utilizada en muchos sistemas de videovigilancia.

Los cambios posturales en los cerdos se pueden utilizar como indicadores de salud. Mediante el análisis de imágenes es posible distinguir comportamientos activos de pie, como alimentarse o caminar, frente a patrones de reposo que pueden indicar problemas de salud. Por ejemplo, en Fernández-Carrión *et al.* (2017) se apreciaron cambios en la duración y frecuencia del descanso asociados a la infección por el VPPA. También, Martínez-Avilés *et al.* (2017) detectaron una disminución de la actividad mediante el análisis automatizado de imágenes de 1 a 3 días antes de que técnicas de diagnóstico molecular confirmaran la infección por el mismo virus.

Las tecnologías de imágenes que detectan la locomoción y el movimiento corporal respecto un eje son herramientas prometedoras para evaluar la cojera. En Stavrakakis *et al.* (2014) y Stavrakakis *et al.* (2015a), movimientos anómalos durante la marcha se asociaron con cojera en los cerdos usando un sistema tridimensional (3D) de seis cámaras T20 (Vicon). También se están empezando a realizar estudios para utilizar el sensor Microsoft Kinect para detección de movimientos como una alternativa más económica a las costosas y laboriosas tecnologías convencionales de análisis de la marcha, como es el sistema Vicon.

Por último, la termografía también se ha aplicado para la evaluación de problemas de salud en cerdos. La termo-

TABLA 3. Tecnologías PLF disponibles comercialmente clasificadas por tipo de sensor y su aplicación en la cría de cerdos. Tabla adaptada de Gómez *et al.* (2021).

GPS (DEL INGLÉS, GLOBAL POSITIONING SYSTEM)
RFID (DEL INGLÉS, RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION)

Tecnología	Aplicación	Nº de tecnologías identificadas	% sobre el total de tecnologías
Placas de fuerza	Calidad de la marcha (distribución del peso en cada pata)	2	2 %
Célula de carga	Consumo de pienso	3	4 %
Caudalímetro	Consumo de agua	2	2 %
Célula de carga/caudalímetro	Consumo de agua	1	1 %
Comedero/bebedero	Consumo de pienso/agua	5	6 %
Báscula	Peso	5	6 %
Comedero/bebedero/RFID	Consumo de pienso/agua y peso	15	18 %
Báscula/RFID	Peso	4	5 %
Cámaras	Peso, actividad y comportamiento	22	27 %
Cámaras térmicas	Temperatura corporal	10	12 %
Micrófonos	Sonidos y tos	5	6 %
Acelerómetros	Actividad y cojera	4	5 %
Dispositivo de temperatura	Temperatura corporal	2	2 %
Sensores fotoeléctricos	Cojera	2	2 %
GPS	Localización	1	1 %
RFID	Identificación y seguimiento individual	1	1 %

grafía infrarroja mide y convierte la distribución de temperatura de la superficie en una imagen pictórica en la que los gradientes de sombra o color representan diferencias en el calor emitido. Las cámaras de termografía infrarroja son compactas, portátiles y su uso es seguro y fácil. Sin embargo, las cámaras son costosas y es posible que aún no estén dentro del alcance financiero de las prácticas veterinarias rutinarias. En cuestiones de salud, la termografía se ha usado en Amezcua *et al.* (2014) para detectar inflamación relacionada con cojera en cerdas gestantes y en Menzel *et al.* (2014) y en Loughmiller *et al.* (2001) para evaluar daño en el tejido pulmonar en casos de pleuroneumonía a través de la medición de la temperatura de la piel a nivel del pecho.

Micrófonos

Los micrófonos convierten los cambios de presión del sonido en señales eléctricas que son capturadas por equipos de audio específicos y procesadas como señales digitales. Las técnicas de procesamiento automatizado generalmente tienen como objetivo detectar y clasificar eventos acústicos específicos, como tos, estornudos y vocalizaciones. La evaluación de los datos de audio generalmente se basa en el análisis espectral; es decir, la descomposición automatizada de señales acústicas en bandas de frecuencias relevantes y el procesamiento posterior.

Existen varios estudios en la literatura en los que se demuestra que es posible detectar y clasificar la tos de cerdos enfermos, incluso existiendo una pequeña diferencia en la frecuencia de vocalizaciones y estornudos, por ejemplo. Este tipo de sensores, además, pueden detectar la tos de forma anticipada. Polson *et al.* (2018) describieron la detección de episodios de tos mediante micrófonos de 3 a 5 días antes que la detección de la propia tos por parte del personal de granja. Además, las grabaciones automáticas de sonido tienen el potencial de diferenciar la etiología de los episodios de tos. Por ejemplo, Polson *et al.* (2018) observaron diferencias en los patrones de tos entre el virus de la gripe porcina y *Mycoplasma hyopneumoniae*. En Chung *et al.* (2013) se clasificaron distintas infecciones, en concreto la infección por el VPRRS, el circovirus porcino de tipo 2 y *M. hyopneumoniae*, a partir de episodios de tos. Por último, en el estudio de Silva *et al.* (2008) se propone un algoritmo para localizar sonidos de tos usando la diferencia en el tiempo de llegada de las señales de sonido entre diferentes micrófonos. Esta información se puede utilizar para visualizar la propagación de afecciones respiratorias y, eventualmente, contribuir al tratamiento selectivo y temprano de los corrales afectados.

Caudalímetros

Un caudalímetro es un instrumento que mide el caudal o gasto volumétrico o de la masa de un fluido y suele colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

Se distinguen varios tipos de caudalímetros de agua en función de qué tipo de señal conviertan en dato de caudal. Cada vez son más las granjas que optan por instalar estos dispositivos, ya que ofrecen información de la cantidad de agua consumida a bajo coste.

El consumo de agua de los cerdos varía en función de varios factores como son el estado productivo, el ritmo circadiano, la sensación térmica, la composición del alimento, etc. Sin embargo, la disminución del consumo total de agua diaria, así como la alteración de los patrones estables diarios de bebida se han asociado a problemas de salud. Es bien sabido que cuando un animal padece un proceso infeccioso, se produce un cambio en el patrón de ingesta de agua y este cambio puede ser un indicador precoz de enfermedad. En un estudio por Madsen y Kristensen (2005), la comparación de los cambios en la tasa de ingesta de agua indicó que los trastornos gastrointestinales podían predecirse aproximadamente 24 horas antes de que se observaran síntomas evidentes de diarrea en los corrales de cerdos. Además, cambios en la ingesta del agua también se han asociados con el bloqueo de comederos y las mordeduras de cola. De forma similar, Larsen *et al.* (2019) predijo brotes de mordeduras de cola al combinar la frecuencia de uso de los puntos de agua y la temperatura ambiente.

Los comportamientos asociados a enfermedad, como la disminución de la ingesta de agua, pueden ser buenos indicadores precoces de enfermedad ya que suelen aparecer antes que los signos clínicos.

Acelerómetros

La mayoría de los sistemas de sensores en granjas porcinas (como cámaras de imágenes, micrófonos, control climático, etc.) se adaptan al monitoreo grupal, a nivel de hato, y no tienen la resolución para captar signos vitales de cerdos individuales. En cambio, los acelerómetros son sensores electrónicos de uso individual que permiten el registro continuo del movimiento del animal y caracterizar cambios en los patrones de actividad. Son relativamente económicos y se pueden fijar a diferentes áreas del cuerpo. Sin embargo, debido a las condiciones de crianza y al comportamiento exploratorio de los cerdos, los crotales parecen ser la opción más viable para montar estos sensores de aceleración. A pesar de que en las orejas el sensor está alejado del sistema locomotor, aún puede registrar información suficiente sobre el patrón de movimiento del animal.

Uno de los potenciales usos del acelerómetro es la detección temprana de enfermedades. En el estudio de

Martínez-Avilés *et al.* (2017) se probó la aceleración en combinación con datos de temperatura corporal para generar alertas tempranas de enfermedad. Sus resultados sugieren que la combinación de estos datos puede detectar de manera fiable la infección por el VPPA de 1 a 3 días antes de que se detecte mediante un muestreo común. En otro estudio realizado por Ahmed *et al.* (2016), las infecciones por *Salmonella enteritidis* y *Escherichia coli* alteraron significativamente el patrón de movimiento de los lechones inoculados en relación con el registrado en los no inoculados, pudiéndose usar efectivamente para la detección temprana de ambas infecciones.

Otra aplicación de los acelerómetros es la detección temprana de cojeras. En un estudio por Scheel *et al.* (2017), el uso de acelerómetros permitió la identificación de cerdas cojas mediante la detección de cambios en la postura y en el patrón de caminar.

Sistemas de identificación individual RFID

La tecnología RFID (del inglés, *radio frequency identification*) se utiliza básicamente para el reconocimiento individual de varios cerdos en el mismo lector RFID. De hecho, la tecnología RFID se suele combinar con otros dispositivos como básculas, comederos y bebederos automáticos. La identificación rápida e individual de los animales es esencial para la recopilación y el análisis de datos adecuados, así como para brindar atención individual. Aunque quizá su uso en cuestiones de sanidad no es tan obvio, Maselyne *et al.* (2018) usaron desviaciones en los patrones de alimentación como indicadores de enfermedad a partir de datos RFID. De hecho, se validaron cuatro sistemas de alerta basados en patrones de alimentación individuales. El mejor sistema de alerta fue capaz de

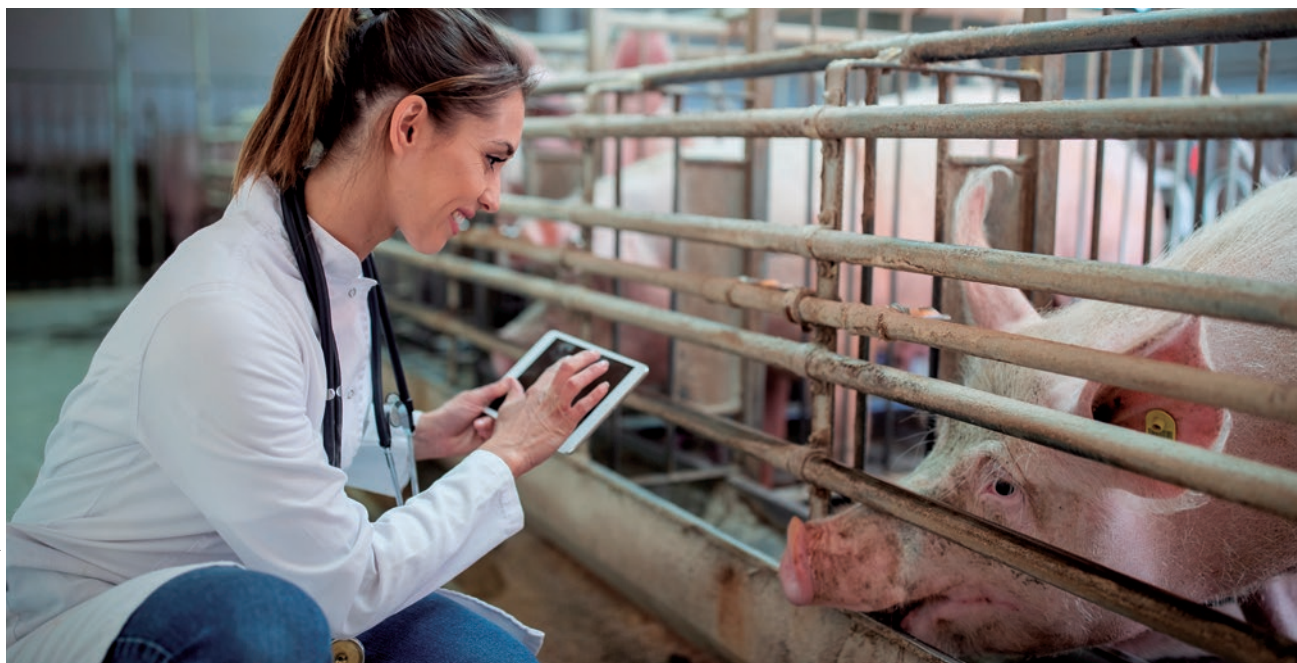
detectar los problemas más graves (basados en el protocolo Welfare Quality®) en un plazo medio de 1,3 días.

Otra aplicación práctica de los sistemas RFID es la monitorización de interacciones sociales como una posible vía de transmisión de enfermedades, ya que la intensidad y la duración del contacto entre individuos puede ser un indicador de transmisión de enfermedades.

¿CON QUÉ LIMITACIONES Y DESAFÍOS FUTUROS SE ENCUENTRA LA GANADERÍA DE PRECISIÓN?

En la actualidad se están desarrollando e investigando muchas tecnologías de PLF. Sin embargo, solo una pequeña proporción de estas tecnologías llega al mercado, y la porcicultura está adoptando una proporción aún menor. Aunque muchas tecnologías de PLF se enfocan en el monitoreo o mejora del bienestar y salud animal, el verdadero avance en sistemas PLF está ocurriendo más bien en las áreas de eficiencia productiva y calidad de vida de los trabajadores. Según Tuytens *et al.* (2022), para las tecnologías de PLF que se enfocan en el bienestar y salud animal, no está claro si alguna vez serán ampliamente adoptadas comercialmente y si tendrán el efecto beneficioso esperado para los animales.

No todas las soluciones PLF desarrolladas en un entorno de laboratorio se pueden implementar con éxito como productos comerciales en las granjas de cerdos. Algunas tecnologías son demasiado costosas (al menos hasta el momento) o funcionan mejor en un entorno experimental, donde las condiciones están controladas y el tamaño de la muestra es mucho más pequeño. Por lo tanto, es esencial validar las tecnologías PLF a nivel comercial (validación externa) para asegurar su valor (precisión predictiva) en la evaluación de parámetros de salud y bienes-



Budimir Jevtic/shutterstock.com

tar animal. En este aspecto, Gómez *et al.* (2021) informan que solo el 5 % de las 84 tecnologías identificadas para la evaluación del bienestar en cerdos habían sido validadas tanto interna como externamente. Para garantizar la precisión de las tecnologías PLF en diferentes sistemas, estas deberían probarse en diferentes edades, razas, entornos de producción, etc. Idealmente, en cualquier escenario que pueda afectar la precisión de los sensores.

La implementación de PLF utiliza tecnologías conectadas que producen una gran cantidad de datos a partir de múltiples fuentes, como sensores, dispositivos, etc. De hecho, la aplicación de ganadería de precisión suele generar lo que llamamos *big data*. Este término se refiere a los datos que son tan grandes, rápidos y/o complejos que es difícil o imposible procesarlos con métodos tradicionales. El *big data* sin procesar tiene un valor bajo y la mayor parte no es realmente útil o importante a nivel comercial. Una forma de dar valor añadido a estos datos almacenados es extraer conocimiento útil de ellos para los usuarios finales.

Para obtener el máximo potencial del *big data* generado en las granjas, es necesario desarrollar nuevas metodologías para la integración, procesamiento e interpretación de datos.

Uno de los desafíos más importantes relacionado con la PLF es la integración de datos. Hasta ahora, la mayoría de las tecnologías comercializadas funcionan individualmente y no se comunican entre sí. Esto significa que cada tecnología genera datos relacionados con un parámetro específico. Esto suele dificultar la correcta interpretación de los datos y que se tomen decisiones efectivas basadas en ellos. Afortunadamente, la aplicación de métodos de inteligencia artificial (IA) aporta solución a estos problemas. Mediante algoritmos, la IA analiza datos de distintas fuentes (sensores) en tiempo real, identificando patrones y anomalías que pueden ser indicativos de problemas de salud o bienestar. Una característica esencial de la IA es el aprendizaje automático (en inglés, *machine learning*), que es la capacidad de autoaprendizaje necesaria para optimizar los algoritmos, realizar funciones y tomar decisiones complejas basadas en datos. En esencia, el *software* programado para el aprendizaje automático se actualiza automáticamente según la cantidad y variedad de datos recibidos.

La IA permite extraer patrones, detectar anomalías o proyectar escenarios futuros a partir del análisis de grandes cantidades de datos.

Si bien la IA puede ser potencialmente muy beneficiosa para la ganadería de precisión, también existen varios desafíos que deben abordarse en su implementación. Estos son algunos de ellos:

- **Calidad de los datos:**
La IA requiere grandes cantidades de datos de alta calidad para entrenar modelos y hacer predicciones precisas. Sin embargo, los datos en los sistemas PLF pueden estar incompletos y ser de calidad variable. Esto puede afectar la precisión de los modelos de IA y reducir su efectividad.
- **Seguridad y privacidad de los datos**
Dado que en los sistemas de IA se recopilan grandes cantidades de datos, esto puede generar preocupaciones respecto su seguridad y privacidad. Es necesario desarrollar sistemas para garantizar a los poricultores que los datos se almacenen de forma segura y están protegidos contra el acceso no autorizado.
- **Coste:**
El coste de implementar la IA en los sistemas PLF puede ser alto, normalmente asociados con la compra de sensores, la instalación de *hardware* y *software* y la contratación de expertos para analizar los datos generados.
- **Experiencia técnica:**
La implementación de IA en los sistemas PLF requiere experiencia técnica en áreas como el aprendizaje automático, el análisis de datos y la visión artificial. Muchas empresas suelen carecer de perfiles con la experiencia necesaria, lo que dificulta la implementación efectiva de la IA.
- **Consideraciones éticas:**
Existen desafíos éticos asociados con el uso de IA en sistemas PLF. Por ejemplo, existe la preocupación de que la implementación de PLF podría cambiar la gestión ganadera para adaptarse al uso de la tecnología en lugar de mejorar el bienestar animal.

A pesar del extraordinario potencial que posee para beneficiar al sector ganadero, la IA comporta también desafíos y riesgos.

CONCLUSIONES SOBRE EL USO DE LA TECNOLOGÍA PLF

Mientras hay soluciones tecnológicas que ya llevan más tiempo implementadas en las granjas, tales como los sistemas de ventilación o los programas de gestión, estamos viviendo una época en la que la tecnología se está empezando a aplicar para asistir en el manejo de la salud y el bienestar animal. Mediante tecnologías PLF se puede monitorear una gran variedad de indicadores de salud y bienestar animal a escala individual, de forma continua y en tiempo

real. Estas herramientas, de hecho, tienen el potencial de evaluar sistemáticamente diferentes etapas productivas, superando algunas dificultades y lagunas de los protocolos actuales de evaluación (por ejemplo, el protocolo Welfare Quality® para bienestar animal). Por lo tanto, en el futuro, las tecnologías PLF pueden revolucionar la forma en que se evalúa e informa la salud y el bienestar animal.

Por otro lado, la ganadería de precisión utiliza cada vez más la IA y permite la recogida e interpretación de *big data*. El valor que esconden las grandes masas de datos es enorme y puede hacer mejorar el rendimiento de las granjas, apoyando una mejor toma de decisiones tanto diaria como estratégica. Sin embargo, todavía existe la necesidad de integrar datos de diferentes sensores que atañen a distintos aspectos de la cría de cerdos (como salud, nutrición, manejo, comportamiento natural, etc.) en información entendible y utilizable para ganaderos, veterinarios u otros usuarios finales.

Por último, faltan estudios de validación para un porcentaje importante de las tecnologías PLF disponibles en el mercado. Tales estudios, sobre todo los que se

llevan a cabo en condiciones comerciales, aumentarían la confianza de los poricultores hacia las tecnologías PLF y su potencial para evaluar la salud y el bienestar animal.

En conclusión, la tendencia mundial hacia sistemas agrícolas sostenibles destaca la necesidad de una gestión ganadera de alta calidad. La investigación apunta hacia el gran potencial de las tecnologías PLF para abordar este problema mediante el monitoreo en tiempo real, automatizado y continuo de animales de granja, que proveerá al ganadero de información valiosa para el apoyo a la toma de decisiones, no solamente a nivel productivo, sino también a nivel sanitario.

La tarea de la ciencia de traducir varios tipos de datos de diferentes sensores en información de utilidad y aplicable a nivel comercial es la mayor barrera a la que se enfrentan las tecnologías PLF.

En resumen

El año 2022 el mundo ha vuelto a la normalidad después de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, para el sector porcino español la vuelta a la normalidad no ha sido todo lo normal que debería ser. La irrupción de la cepa virulenta (o atípica) de VPRRS Rosalía en el año 2020 no hacía presagiar el impacto productivo que ha tenido la diseminación de este virus en la producción porcina española. Esto ha provocado un aumento récord de las importaciones de animales vivos procedentes de la UE, tanto para engorde como sacrificio. Este incremento de animales importados para llenar las plazas vacías debido al impacto de la cepa Rosalía no hace más que aumentar el riesgo de entrada de nuevas cepas de VPRRS u otros patógenos (*Actinobacillus pleuropneumoniae* y el VPPA).

La PPA continúa siendo un riesgo real. En 2022 la PPA hizo un salto relevante en el mapa europeo, entrando por primera vez en Italia. Aunque no se ha podido determinar a ciencia cierta, los dos focos detectados en jabalíes, tanto en el norte como en el centro de la península itálica, parecen ser consecuencia de la acción humana probablemente por negligencia en el manejo de productos cárnicos infectados con el VPPA. Ante tal amenaza, la vigilancia pasiva y la rápida actuación ante la sospecha de PPA van a ser claves para tomar las decisiones correctas y frenar el avance de la enfermedad.

No sabemos todavía que impacto ha tenido la retirada del óxido de cinc en la producción porcina española. Seguramente debemos esperar a completar uno o dos años desde su prohibición. No existe una solución mágica para reducir las

diarreas posdestete, por lo tanto, la aproximación debe ser una aproximación holística donde no hay atajos ni sustitutos posibles. Especialmente ante el escenario de racionalización del uso de antimicrobianos. Muchas granjas/empresas han tenido que revisar la forma como se estaban produciendo los lechones, genética, días de lactación, condiciones ambientales, manejo del lechón e higiene de las instalaciones. Esperemos que estas medidas no solo sean beneficiosas frente a las diarreas posdestete, sino que además tengan un impacto positivo en la mejora de la salud del lechón.

Finalmente, la digitalización de las explotaciones se va tornando una realidad poco a poco y lo que parecía ser un futuro distante se va convirtiendo en el presente. El internet de las cosas y la monitorización de la explotación 24 horas al día, 365 días al año va a modificar la forma en la que entendemos la producción porcina. Un ejemplo de esta realidad es la monitorización del sonido. Esta tecnología ya está demostrando que puede ayudar a los ganaderos y veterinarios a detectar precozmente brotes de tos días antes de que el propio cuidante de los animales se percate de que algo está ocurriendo en la explotación. Sin embargo, la implantación de las nuevas tecnologías trae retos importantes que deben ser abordados para que se produzca una consolidación real de la instalación y utilidad de estas tecnologías, por ejemplo, manejo, almacenaje y análisis de los datos, o resistencia de los sensores en ambientes agresivos. Seguramente este va a ser un campo donde se produzca un crecimiento y una revolución en la próxima década.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los siguientes proyectos que están permitiendo investigación en distintos aspectos de las temáticas incluidas en la sección de sanidad porcina de este anuario: PID2021-125641OB-C21 (diarreas postdestete). El programa de vigilancia de fauna

salvaje asociado a PPA está financiado por el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya. Agradecemos también la participación del Cos d'Agents Rurals (encargados de la recogida de animales en el medio) y a los cazadores su colaboración en la detección de animales enfermos o muertos.

REFERENCIAS

- Adrion F, Kapun A, Eckert F, Holland EME-M, Staiger M, Götz S, *et al.* Monitoring trough visits of growing-finishing pigs with UHF-RFID. *Comput Electron Agric.* (2018) 144:144–53. doi: 10.1016/j.compag.2017.11.036.
- Ahmed ST, Mun HS, Yoe H, Yang CJ. Monitoring of behavior using a video-recording system for recognition of *Salmonella* infection in experimentally infected growing pigs. *Animal.* (2015) 9:115–121. doi: 10.1017/S1751731114002213.
- Amezcua R, Walsh S, Luimes pH, Friendship RM. Infrared thermography to evaluate lameness in pregnant sows. *Can Vet J.* (2014) 55:268–72. doi: 10.13140/RG.2.2.11670.80968.
- Arenas-Montes A, García-Bocanegra I, Paniagua J, Franco JJ, Miró F, Fernández-Morente M, Carbonero A, Arenas A. 2013. Blood sampling by puncture in the cavernous sinus from hunted wild boar. *Eur J Wildl Res* (2013) 59:299–303. DOI 10.1007/s10344-013-0701-3.
- BDporc. bdporc1.irta.es/servlet/ContingutPartPublica?1681901108318.
- Bowman ASS, Nolting JMM, Workman JDD, Cooper M, Fisher AEE, Marsh B, *et al.* The inability to screen exhibition swine for influenza A virus using body temperature. *Zoonoses Public Health.* (2016) 63:34–9. doi: 10.1111/zph.12201.
- Chedad A, Moshou D, Aerts JMM, Van Hirtum A, Ramon H, Berckmans D. Recognition system for pig cough based on probabilistic neural networks. *J Agric Eng Res.* (2001) 79:449–57. doi: 10.1006/jaer.2001.0719.
- Chung Y, Oh S, Lee J, Park D, Chang H-H, Kim S. Automatic detection and recognition of pig wasting diseases using sound data in audio surveillance systems. *Sensors.* (2013) 13:12929–12942. doi: 10.3390/s131012929.
- Ciesinski, Lisa, Sebastian Guenther, Robert Pieper, Martin Kalisch, Carmen Bednorz, and Lothar H. Wieler. “High Dietary Zinc Feeding Promotes Persistence of Multi-Resistant E. Coli in the Swine Gut.” *Plos One* 13, no. 1 (January 26, 2018). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191660>.
- Collins LM, Smith LM. Review: Smart agri-systems for the pig industry. *Animal.* (2022) 2:100518. doi: 10.1016/j.animal.2022.100518.
- Conte S, Bergeron R, Gonyou H, Brown J, Rioja-Lang FC, Connor L, *et al.* Measure and characterization of lameness in gestating sows using force plate, kinematic, and accelerometer methods. *J Anim Sci.* (2014) 92:5693–703. doi: 10.2527/jas.2014-7865.
- Cook NJJ, Bench CJJ, Liu T, Chabot B, Schaefer ALL. The automated analysis of clustering behaviour of piglets from thermal images in response to immune challenge by vaccination. *Animal.* (2018) 12:122–33. doi: 10.1017/S1751731117001239.
- Cuevas, Leonardo (2014) https://www.3tres3.com/articulos/erradicacion-de-prrs-en-chile-experiencia-exitosa-y-rebrote_34441/.
- DARP. 2019. Pla de contingència enfront la Pesta Porcina Africana. <https://agricultura.gencat.cat/web/.content/07-ramaderia/sanitat-anim/pesta-porcina-africana/enllacos-documents/fitxers-binariis/pla-contingencia-pesta-porcina-africana.pdf>.
- Debauche O, Mahmoudi S, Manneback P, Lebeau F. Cloud and distributed architectures for data management in agriculture 4.0: Review and future trends. *J King Saud Univ Sci.* (2022) 34:7494–7514. doi: 10.1016/j.jksuci.2021.09.015.
- Dominiak KN, Hindsborg J, Pedersen LJ, Kristensen AR. Spatial modeling of pigs' drinking patterns as an alarm reducing method II. Application of a multivariate dynamic linear model. *Comput Electron Agric.* (2019) 161:92–103. doi: 10.1016/j.compag.2018.10.037.
- EFSA. 2020. Epidemiological analyses of African swine fever in the European Union (November 2018 to October 2019). *EFSA J.* 2020, 18, 5996.
- European Commission. 2003. “Opinion of the Scientific Committee for Animal Nutrition on the use of zinc in feedingstuffs.” https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animal-feed_additives_rules_scan-old_report_out120.pdf.
- European Medicines Agency, European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption, 2022. “Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2021” (EMA/795956/2022).
- Exadaktylos V, Silva M, Ferrari S, Guarino M, Taylor CJ, Aerts J-M, *et al.* Time-series analysis for online recognition and localization of sick pig (*Sus scrofa*) cough sounds. *J Acoust Soc Am.* (2009) 124:3803–9. doi: 10.1121/1.2998780.
- Feng Y-Z, Zhao H-T, Jia G-F, Ojukwu C, Tan H-Q. Establishment of validated models for non-invasive prediction of rectal temperature of sows using infrared thermography and chemometrics. *Int J Biometeorol.* (2019) 63:1405–15. doi: 10.1007/s00484-019-01758-2.

- Fernández-Carrión E, Martínez-Avilés M, Ivorra B, Martínez-López B, Ramos ÁMAM, Sánchez-Vizcaíno JMJM. Motion-based video monitoring for early detection of livestock diseases: the case of African swine fever. *PLoS ONE*. (2017) 12:e0183793. doi: 10.1371/journal.pone.0183793.
- Fote FN, Roukh A, Mahmoudi S, Mahmoudi SA, Debauche O. Toward a big data knowledge-base management system for precision livestock farming. *Proc Comput Sci*. (2020) 177:136–142. doi: 10.1016/j.procs.2020.10.021.
- Gómez Y, Stygar AH, Boumans IJMM, Bokkers EAM, Pedersen LJ, Niemi JK, Pastell M, Manteca X, Llonch P. A systematic review on validated precision livestock farming technologies for pig production and its potential to assess animal welfare. *Front Vet Sci*. (2021) 8:660565. doi: 10.3389/fvets.2021.660565.
- Guarino M, Jans P, Costa A, Aerts J-MM, Berckmans D. Field test of algorithm for automatic cough detection in pig houses. *Comput Electron Agric*. (2008) 62:22–8. doi: 10.1016/j.compag.2007.08.016.
- Jensen DB, Kristensen AR. Temperature as a predictor of fouling and diarrhea in slaughter pigs. *Livest Sci*. (2016) 183:1–3. doi: 10.1016/j.livsci.2015.11.007.
- Jensen DB, Larsen MLV, Pedersen LJ. Predicting pen fouling in fattening pigs from pig position. *Livest Sci*. (2020) 231:103852. doi: 10.1016/j.livsci.2019.103852.
- Kashiha MA, Bahr C, Ott S, Moons CPH, Niewold TA, Tuytens F, *et al*. Automatic monitoring of pig locomotion using image analysis. *Livest Sci*. (2014) 159:141–8. doi: 10.1016/j.livsci.2013.11.007.
- Khanh V. 2022. Vietnam suspends African swine fever vaccine after pig deaths (24/08/2022). Último acceso 19/03/2022) <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/vietnam-suspends-african-swine-fever-vaccine-after-pig-deaths-2022-08-24/>.
- Larsen MLV, Pedersen LJ, Jensen DB. Prediction of tail biting events in finisher pigs from automatically recorded sensor data. *Animals*. (2019) 9:458. doi: 10.3390/ani9070458.
- Li YZ, Johnston LJJ, Dawkins MSMS. Utilization of optical flow algorithms to monitor development of tail biting outbreaks in pigs. *Animals*. (2020) 10:323. doi: 10.3390/ani10020323.
- Loughmiller JA, Spire ME, Dritz SS, Fenwick BW, Hosni MH, Hogge SB. Relationship between mean body surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *Am J Vet Res*. (2001) 62:676–81. doi: 10.2460/ajvr.2001.62.676.
- Lu M, He J, Chen C, Okinda C, Shen M, Liu L, *et al*. An automatic ear base temperature extraction method for top view piglet thermal image. *Comput Electron Agric*. (2018) 155:339–47. doi: 10.1016/j.compag.2018.10.030.
- Madsen TNTN, Kristensen ARAR. A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behaviour. *Comput Electron Agric*. (2005) 48:138–54. doi: 10.1016/j.compag.2005.02.014.
- MAPA. 2020. Manual práctico de operaciones en la lucha contra la peste porcina africana (PPA). https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/manualpracticoppa_tcm30-428107.pdf.
- MAPA. 2022a. Italia declara un foco de peste porcina africana en Jabalíes en el noroeste del país (10.01.2022), www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notanoticiappajabaliesitalia10_01_2022_tcm30-584163.pdf,
- MAPA. 2022b. Italia declara un foco de peste porcina africana (PPA) en jabalíes en Roma (09.05.2022), www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notanoticiappajabaliesitaliaroma09_05_2022_tcm30-619166.pdf.
- MAPA. 2022c. Alemania declara un foco de peste porcina africana en porcino doméstico en zona libre al sudoeste del país (26.05.2022), www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notanoticiappaalemaniadomestico2652022_tcm30-620088.pdf.
- MAPA. 2022d. Italia comunica la detección de un foco de peste porcina africana en porcino doméstico en las proximidades de Roma (10.06.2022), www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notappadomesticoromaitalia100622_tcm30-620995.pdf.
- MAPA. 2022e. Alemania declara dos nuevos focos de peste porcina africana en porcino doméstico en zona libre (4.07.2022), www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notanoticiappaalemaniadomestico04072022_tcm30-623295.pdf.
- MAPA. 2022f. Detección de un foco de peste porcina africana en jabalíes silvestres en la República Checa (5.12.2022). www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notapparcheca5122022_tcm30-637362.pdf.
- MAPA. 2023a. Indicadores económicos e informes trimestrales. www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/dashboard4trim2022_tcm30-640796.pdf.
- MAPA. 2023b. Programa nacional de vigilancia epidemiológica de PPC, PPA y enfermedad de Aujeszky en poblaciones de jabalíes. www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/programanacionaldevigilanciasobrepappcyaujeszkyenjabalies2023_tcm30-583841.pdf.
- Martínez-Avilés M, Fernández-Carrión E, López García-Baones JM, Sánchez-Vizcaíno JM. Early detection of infection in pigs through an online monitoring system. *Transbound Emerg Dis*. (2017) 64:364–73. doi: 10.1111/tbed.12372.
- Maselyne J, Van Nuffel A, Briene P, Vangeyte J, De Ketelaere B, Millet S, *et al*. Online warning systems for individual fattening pigs based on their feeding pattern. *Biosyst Eng*. (2018) 173:143–56. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.08.006.
- Matthews SG, Miller AL, Clapp J, Plötz T, Kyriazakis I. Early detection of health and welfare compromises through auto-

- mated detection of behavioural changes in pigs. *Vet J.* (2016) 217:43–51. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.09.005.
- Matthews SG, Miller AL, Plötz T, Kyriazakis I. Automated tracking to measure behavioural changes in pigs for health and welfare monitoring. *Sci Rep.* (2017) 7:17582. doi: 10.1038/s41598-017-17451-6.
 - Menzel A, Beyerbach M, Siewert C, Gundlach M, Hoeltig D, Graage R, *et al.* *Actinobacillus pleuropneumoniae* challenge in swine: diagnostic of lung alterations by infrared thermography. *BMC Vet Res.* (2014) 10:199. doi: 10.1186/s12917-014-0199-2.
 - Mohling CMM, Johnson AKK, Coetzee JFF, Karriker LAA, Abell CEE, Millman STT, *et al.* Kinematics as objective tools to evaluate lameness phases in multiparous sows. *Livest Sci.* (2014) 165:120–8. doi: 10.1016/j.livsci.2014.04.031.
 - Muñoz-Pérez C, Bosch J, Ito S, Martínez-Avilés M, Sánchez-Vizcaíno JM. 2022. Quantitative Risk Assessment of African Swine Fever Introduction into Spain by Legal Import of Live Pigs. *Pathogens.* 2022; 11(1):76. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010076>.
 - Neira V, Brito B, Mena J, Culhane M, Apel MI, Max V, Perez P, Moreno V, Mathieu C, Johow M, Badia C, Torremorell M, Medina R, Ortega R. Epidemiological investigations of the introduction of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in Chile, 2013–2015. *PLoS One.* 2017 Jul 25;12(7):e0181569. doi: 10.1371/journal.pone.0181569. PMID: 28742879; PMCID: PMC5526545.
 - Nemes I, Molnár T, Abonyi T, Terjék Z, Bálint Á, Szabó I. Eradication of PRRS from backyard swine herds in Hungary between 2012 and 2018. *Acta Vet Hung.* 2019 Dec;67(4):543–552. doi: 10.1556/004.2019.053. PMID: 31842601.
 - OECD/FAO. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2022–2031. OECD Publishing, Paris. (2022). doi: 10.1787/820ef1bb-es.
 - Polson D, Playter S, Berckmans D, Stoffel A, Quinn B, Genzow M, *et al.* Precision livestock farming (PLF) for pig health and production: Sound as a diagnostic sample. Proceedings of the 49th Annual Meeting of the American Association of Swine Veterinarians, San Diego, CA, USA. (2018) pp. 21–14.
 - Rodríguez-Baena DS, Gomez-Vela FA, García-Torres M, Divina F, Barranco CD, Daz-Díaz N, *et al.* Identifying livestock behavior patterns based on accelerometer dataset. *J Comput Sci.* (2020) 41:101076. doi: 10.1016/j.jocs.2020.101076.
 - Scheel C, Traulsen I, Auer W, Müller K, Stamer E, Krieter J. Detecting lameness in sows from ear tag-sampled acceleration data using wavelets. *Animal.* (2017) 11:2076–83. doi: 10.1017/S1751731117000726.
 - Schillings J, Bennett R, Rose DC. Animal welfare and other ethical implications of Precision Livestock Farming Technology. *CABI Agric Biosci.* (2021) 2:17. doi:10.1186/s43170-021-00037-8.
 - Silva M, Ferrari S, Costa A, Aerts J-MM, Guarino M, Berckmans D. Cough localization for the detection of respiratory diseases in pig houses. *Comput Electron Agric.* (2008) 64:286–92. doi: 10.1016/j.compag.2008.05.024.
 - SIP Consultors 2023. El sector porcino en España. Evolución técnica y económica 2018–2022. BASE DE DATOS SIP. IX Jornada SIP–26 de enero 2023–Lleida (La Llotja).
 - Slifierz, M. J., R. Friendship, and J. S. Weese. “Cinc Oxide Therapy Increases Prevalence and Persistence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus* in Pigs: A Randomized Controlled Trial.” *Zoonoses and Public Health* 62, no. 4 (September 11, 2014): 301–8. <https://doi.org/10.1111/zph.12150>.
 - Stavrakakis S, Guy JH, Syranidis I, Johnson G, Edwards SA. Pre-clinical and clinical walking kinematics in female breeding pigs with lameness: A nested case-control cohort study. *Vet J.* (2015a) 205:38–43. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.04.022.
 - Stavrakakis S, Guy JH, Warlow OME, Johnson G, Edwards SA. Longitudinal gait development and variability of growing pigs reared on three different floor types. *Animal.* (2014) 8:338–46. doi: 10.1017/S175173111300222X.
 - Stavrakakis S, Li W, Guy JH, Morgan G, Ushaw G, Johnson G, *et al.* Validity of the Microsoft Kinect sensor for assessment of normal walking patterns in pigs. *Comput Electron Agric.* (2015b) 117:1–7. doi: 10.1016/j.compag.2015.07.003.
 - Svineproduktion.dk. https://svineproduktion.dk/-/media/PDF/Om-os/Aarsberetning-VSP-English/Resultater2022_uk.ashx?la=da&hash=C1D149C625AAE330C650B0B1C757DD5903E113EF.
 - Szabó I, Bognár L, Molnár T, Nemes I, Bálint Á. PRRS eradication from swine farms in five regions of Hungary. *Acta Vet Hung.* 2020 Sep 30;68(3):257–262. doi: 10.1556/004.2020.00043. PMID: 33185567.
 - Szabó I, Molnár T, Nemes I, Abonyi T, Terjék Z, Bálint Á. PRRSV eradication on large-scale fattening pig farms in Hungary between 2014 and 2019. *Acta Vet Hung.* 2019 Dec;67(4):529–542. doi: 10.1556/004.2019.052. PMID: 31842600.
 - Tran XH, Le TTP, Nguyen QH, Do TT, Nguyen VD, Gay CG, Borca MV, Gladue DP. 2022. African swine fever virus vaccine candidate ASFV-G-ΔI177L efficiently protects European and native pig breeds against circulating Vietnamese field strain. *Transbound Emerg Dis.* 2022 Jul;69(4):e497–e504. doi: 10.1111/tbed.14329. Epub 2021 Oct 15. PMID: 34582622.
 - Tuytens F, Molento C, Benaissa S. Twelve threats of precision livestock farming (PLF) for animal welfare. *Front Vet Sci.* (2022) 9:889623. doi: 10.3389/fvets.2022.889623.
 - Vahjen, Wilfried, Dominika Pietruszka, Ingo C. Starke, and Jürgen Zentek. “High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pigs.” *Gut Pathogens* 7, article number 23 (August 26, 2015). <https://doi.org/10.1186/s13099-015-0071-3>.
 - Weber, Nicolai Rosager (2022), https://www.pig333.com/articles/a-united-sector-to-fight-prrs-in-danish-pig-production_18681/.