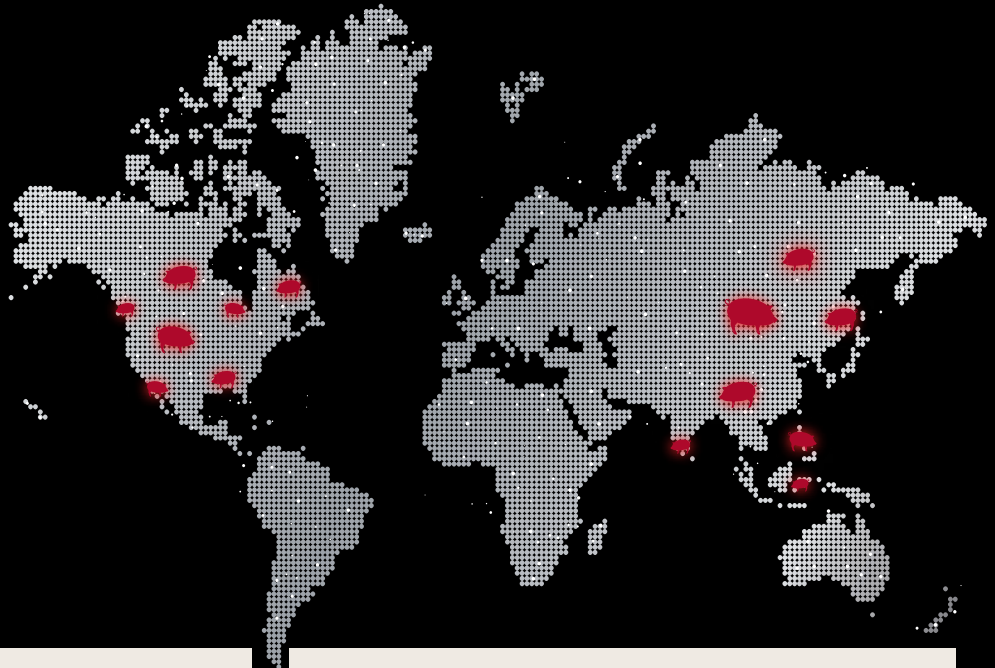


Revisión actualizada y estrategias de control de la diarrea epidémica porcina

■ Alejandro Ramírez

Imágenes cedidas por el autor



► Resumen

El 17 de mayo de 2013 se confirmó de forma oficial la exposición de la cabaña porcina de Estados Unidos a una enfermedad transfronteriza: el virus de la diarrea epidémica porcina (PEDv, por sus siglas en inglés). El país no estaba preparado para la introducción de una nueva enfermedad y en unas pocas semanas, el virus de la diarrea epidémica porcina se diseminó por varios estados. La industria porcina y los veterinarios norteamericanos han estado trabajando intensamente desde entonces para desarrollar herramientas de diagnóstico que permitan confirmar la presencia del virus de la diarrea epidémica porcina en nuevos brotes y en el control y/o erradicación del virus PED. Parece ser que las poblaciones porcinas de Estados Unidos son muy susceptibles a este nuevo virus que requiere una muy baja dosis infectiva, y se excreta en cantidades extremadamente elevadas en los purines de neonatos infectados. En la actualidad, el método de control principal que los veterinarios están utilizando para tratar de controlarlo y erradicarlo de sus rebaños es la exposición oral. Concienciar de la importancia de las medidas de bioseguridad, especialmente respecto al pienso y al transporte, es actualmente la mayor prioridad para eliminar el riesgo.

Palabras clave: porcino, virus de la diarrea epidémica porcina (PEDv), epidemiología, diagnóstico

► Summary

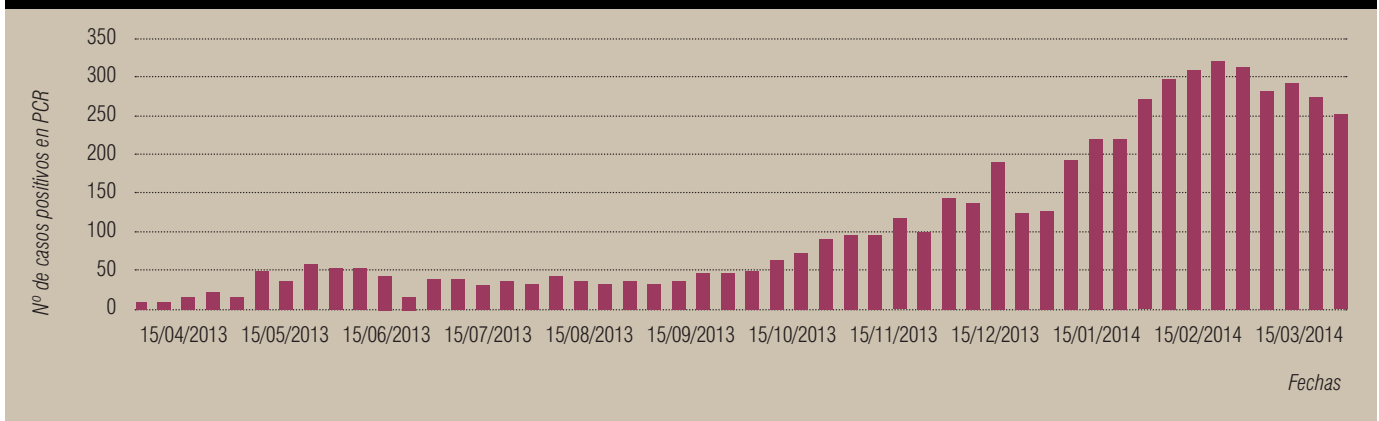
Porcine epidemic diarrhea - current update and strategies for control

On May 17, 2013 The United States (US) pig population was officially confirmed to have been exposed to a new transboundary disease: porcine epidemic diarrhea virus (PEDv). The US was not prepared for this new disease introduction and within a few weeks PEDv spread to several states within the US. The US swine industry and veterinarians have been working together intensely to develop diagnostic tools to confirm PEDv in new outbreaks and work to control and/or eradicate PEDv. It appears the US swine populations was highly susceptible to this new virus which appears to require a very low infectious dose yet is shed in extremely large quantities in the manure of infected neonates. Currently veterinarians are using oral exposure as the primary means to control and hopefully eradicate PEDv from their herds. Biosecurity awareness, especially in regards to feedstuff and transportation has become a top priority in mitigating risk.

Key words: swine, porcine epidemic diarrhea virus (PEDv), epidemiology, diagnostics

Contacto con el autor: Departamento de producción animal, Iowa State University, Estados Unidos. Email: ramireza@iastate.edu

Figura 1. Casos positivos en PCR de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Animal.



El 17 de mayo de 2013, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) anunció el diagnóstico del virus de la diarrea epidémica porcina (PEDv, por sus siglas en inglés) en el país. La identificación de esta nueva enfermedad, así como la nueva terminología utilizada en su clasificación (enfermedad transfronteriza frente a enfermedad animal extranjera) ha tenido implicaciones dramáticas para la producción porcina de Estados Unidos.

PRIMERAS NOTIFICACIONES

Los dos primeros rebaños de cerdas que sufrieron PEDv clínico remitieron muestras al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de la Universidad de Iowa (ISU-VDL) el 29 de abril y el 7 de mayo de 2013. Estas muestras procedían de dos estados distintos (Iowa e Indiana) y de dos veterinarios diferentes. La historia clínica hacía referencia a rebaños de cerdas con vómitos y diarrea y una tasa extremadamente alta de mortalidad en lechones neonatos. Clínicamente se ajustaba perfectamente a la imagen clásica del virus de la gastroenteritis transmisible (TGEv, por sus siglas en inglés). El ISU-VDL realizó un muestreo extensivo para detectar este virus e informó de los resultados negativos a los respectivos veterinarios. Ambos sabían que los resultados diagnósticos no se ajustaban a su evaluación clínica y llamaron al laboratorio para notificar un posible error en los protocolos de las pruebas; tenía que ser TGEv. El ISU-VDL respondió rápidamente. Los especialistas en diagnóstico del laboratorio también sabían que algo no estaba bien y en unos pocos días sospecharon que un nuevo coronavirus, con gran

probabilidad el PEDv, había entrado en Estados Unidos. Las autoridades federales fueron notificadas inmediatamente y poco después, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos confirmó la presencia del virus PED en la población porcina del país. El ISU-VDL, al igual que otros laboratorios veterinarios de EE. UU. comenzaron a trabajar inmediatamente en el desarrollo de pruebas diagnósticas. En unas pocas semanas, varios laboratorios desarrollaron distintas pruebas de PCR.

En la figura 1 se resumen los datos de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Animal (NAHLN, por sus siglas en inglés) de todos los laboratorios de diagnóstico que han realizado pruebas de PED hasta finales de marzo de 2014. Éstos representan los casos positivos en PCR. Como puede observarse, hubo un número exponencial de casos positivos, típico del punto

de origen de un brote. Puede parecer que el número de casos nuevos disminuyera al inicio de la primavera de 2014, pero es demasiado pronto para confirmarlo ya que el ligero descenso puede ser temporal. Hasta la fecha se han identificado como positivas más de 5.000 muestras remitidas. Desafortunadamente, la recopilación de datos no permite actualmente a los laboratorios de diagnóstico diferenciar los nuevos casos de los procedentes de la monitorización de lugares ya conocidos como positivos. Por tanto, estos datos del NAHLN deben interpretarse con cautela.

Distribución

A finales de marzo de 2014, un 54 % (27/50) de los estados de Estados Unidos habían detectado casos positivos a PEDv. La mayor concentración de casos se da en aquellos con mayor población porcina. Es más interesante observar la gran distribución del PEDv en un relativamente corto periodo de tiempo (figura 2).

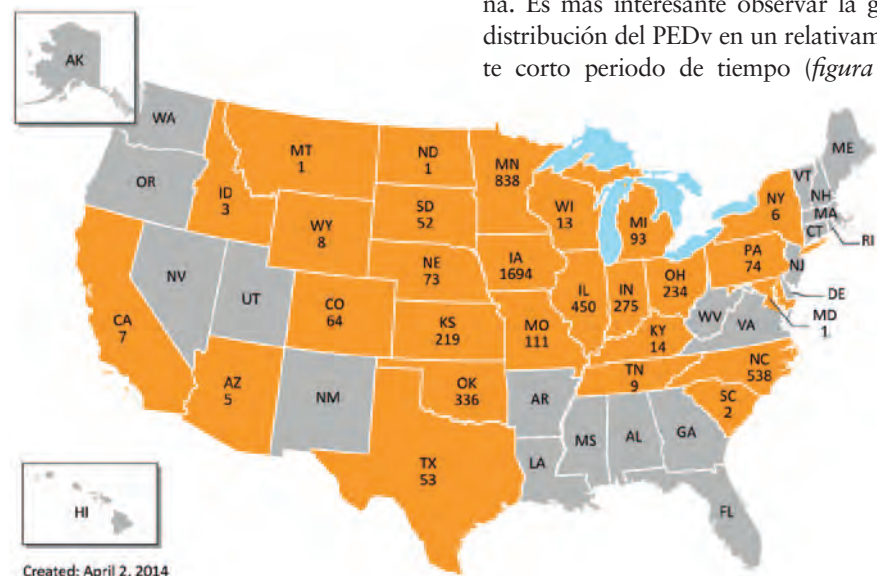


Figura 2. En 27 de los 50 estados de Estados Unidos han aparecido casos positivos de PEDv. La mayor concentración de casos se da en aquellos estados con mayor población porcina. Fuente: National Animal Health Laboratory Network.

Anatomía y fisiología del PEDv

La infección por el virus de la diarrea epidémica porcina causa casi un 100 % de mortalidad en lechones de menos de tres semanas de edad. Esta elevada mortalidad se asocia con la anatomía y fisiología de los lechones recién nacidos. La infección con PEDv causa atrofia villosa, tal y como se observa en la *figura 3*. Este daño grave a las vellosidades intestinales disminuye drásticamente la capacidad enzimática y de absorción del intestino delgado. En neonatos, el índice cripta:vellosidad varía de 1:7 a 1:15 y le cuesta entre 7 y 10 días regenerarse. Por ejemplo, se pueden comparar lechones destetados con un índice de 1:5 y 5 días para regenerar, con cerdos mayores que tienen un índice de 1:3 y necesitan sólo tres días para la regeneración. La exposición al PEDv en el período posdestete es mucho menos grave. Clínicamente, el PEDv continúa siendo indistinguible de un brote de TGEv.

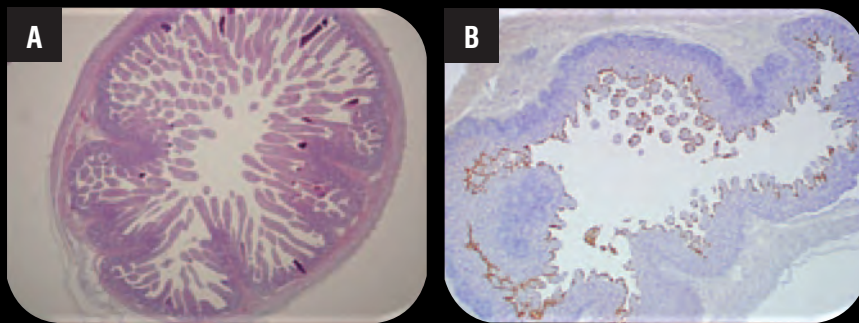


Figura 3. Daño intestinal provocado por el PEDv. Tinción de H&E en intestino delgado de lechón sano, con una longitud de vellosidades normal (a). Tinción IHC para PEDv de intestino delgado de lechón enfermo, con importante atrofia en las vellosidades (b). Fuente: Darin Madson (ISU-VDL).

Se estima que aproximadamente un millón de cerdos pueden ser transportados en Estados Unidos a diario. Esto es una pesadilla cuando se trata de frenar la expansión de cualquier enfermedad.

La importancia de que el Departamento de Agricultura de EE. UU. haya determinado que se trata de una enfermedad transfronteriza en lugar de la tradicional clasificación de enfermedad animal extranjera es un nuevo paradigma. Debido a que el PEDv no está reconocido por la OIE como una enfermedad de información obligatoria internacional, la clasificación de transfronteriza la aleja de ser una enfermedad sometida a normativa, y como tal, el USDA no tiene ninguna "jurisdicción" sobre ella. Esto permite al país continuar con sus exportaciones internacionales, pero al mismo tiempo, evita que tenga que poner cualquier rebaño en cuarentena o limitar los movimientos de cerdos de un lugar a otro. Esta nueva clasificación exonera también al USDA de proporcionar recursos financieros directos para investigar o resolver lo que hacer con esta nueva enfermedad. Por primera vez, los veterinarios y productores porci-

nos deben decidir por ellos mismos cómo enfrentarse a esta nueva enfermedad. En consecuencia, el National Pork Board incrementó el reparto de recursos de los productores para investigar este nuevo virus. Se dio un nuevo paradigma en la financiación. Los proyectos fueron durante un máximo de seis meses (proyectos rápidos) con el requisito de realizar actualizaciones cada dos semanas (*feedback* inmediato). La introducción del PEDv cambió la manera de comunicación entre veterinarios y productores (ahora se comunican con más franqueza) así como el modo en que los investigadores comunican y comparten sus descubrimientos entre ellos y con los productores (ahora la información es inmediata y sincera). Por todo ello, el contenido de este artículo resume lo que creemos que hemos aprendido del PEDv, tanto de estas investigaciones como de las experiencias de campo individuales.

ORIGEN DEL VIRUS PED

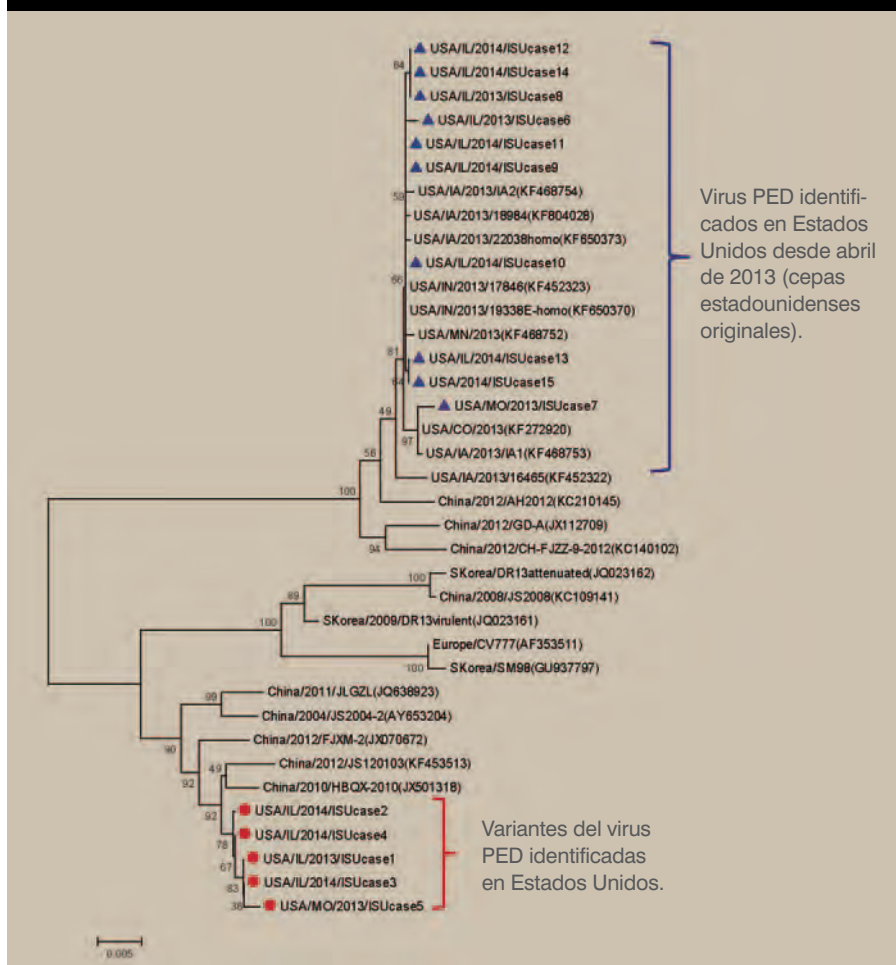
Hasta la fecha se desconoce cómo entró el PEDv en Estados Unidos. Desde ese momento y hasta la actualidad, hemos identificado tres cepas distintas. El PEDv

original tiene un 99,5 % de similitud con un virus de China en la GenBank (China-HBQX-10_JX501318). Las nuevas cepas identificadas tienen un 92-95 % de similitud con el PEDv original identificado en Estados Unidos. La *figura 4* muestra un ejemplo de dos *clusters* de PEDv procedentes de casos clínicos aislados del ISU-VDL. Aunque es posible que estas variantes de PEDv hayan ocurrido como mutaciones, es más probable que sean nuevas introducciones. Veterinarios y productores de EE. UU. están plenamente concienciados, ya que la bioseguridad nacional se ha visto en peligro ya en varias ocasiones. Según la encuesta epidemiológica inicial del Centro de Epidemiología y Salud Animal del USDA, se asociaron como factores de riesgo para el PEDv siete variables relacionadas con la alimentación. También la alimentación ha sido identificada como factor de riesgo en el reciente brote de Canadá. Los datos de la Agencia de Inspección Alimentaria de Canadá han sido confusos, pero parece que la proteína plasmática seca fue positiva para el PEDv tanto en PCR como en los bioensayos. Pero cuando el pienso completo que contenía dicha proteína plasmática se utilizaba en los bioensayos, los cerdos no se infectaban. Aunque no se ha probado de forma definitiva que el origen del PEDv esté en el pienso, todos nos hemos concienciado más del riesgo de que sea una fuente fundamental para la introducción de la enfermedad, lo que nos lleva a preocuparnos más en conocer el origen de todos sus ingredientes. Es importante recordar, además, que en este punto, aunque puede haber algunas diferencias en virulencia entre cepas PEDv, parece que sólo hay un serotipo de PEDv. Esto significa que hasta lo que sabemos, hay una protección cruzada significativa entre las distintas cepas del virus.

HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

Desde el punto de vista diagnóstico, la PCR ha sido siempre el punto de partida para identificar la presencia de material genético de PEDv en las muestras. Esta técnica varía entre laboratorios. En el ISU-VDL la PCR en tiempo real para PEDv busca el gen de la nucleocápside, del que se sabe que es la parte conservada del genoma del PEDv. Esta prueba parece ser muy sensi-

Figura 4. Dendrograma del virus PED (30 de enero de 2014).



Fuente: Jianqiang Zhang (ISU-VDL).

ble y hay una gran cantidad de virus en las heces de lechones infectados. Es muy habitual encontrar casos positivos con valores de ciclo umbral de una sola cifra. Según esta información, parece que los lechones muy jóvenes excretan más de 10.000 veces más virus/unidad de volumen que los adultos. La eliminación de virus es tan elevada que la contaminación ambiental y la transmisión de la enfermedad son más difíciles de parar.

Serológicamente, se dispone de una prueba de inmunodifusión indirecta (IFA, por sus siglas en inglés) así como de una prueba ELISA. Cada una tiene sus ventajas e inconvenientes y hasta ahora todavía estamos aprendiendo a interpretar sus resultados. Es relativamente fácil identificar una muestra positiva respecto a una negativa, pero todavía no se sabe cuánto tiempo tarda una muestra en ser positiva o incluso qué niveles se requieren para la protección. Bajo condiciones experimentales, la prueba de inmunodi-

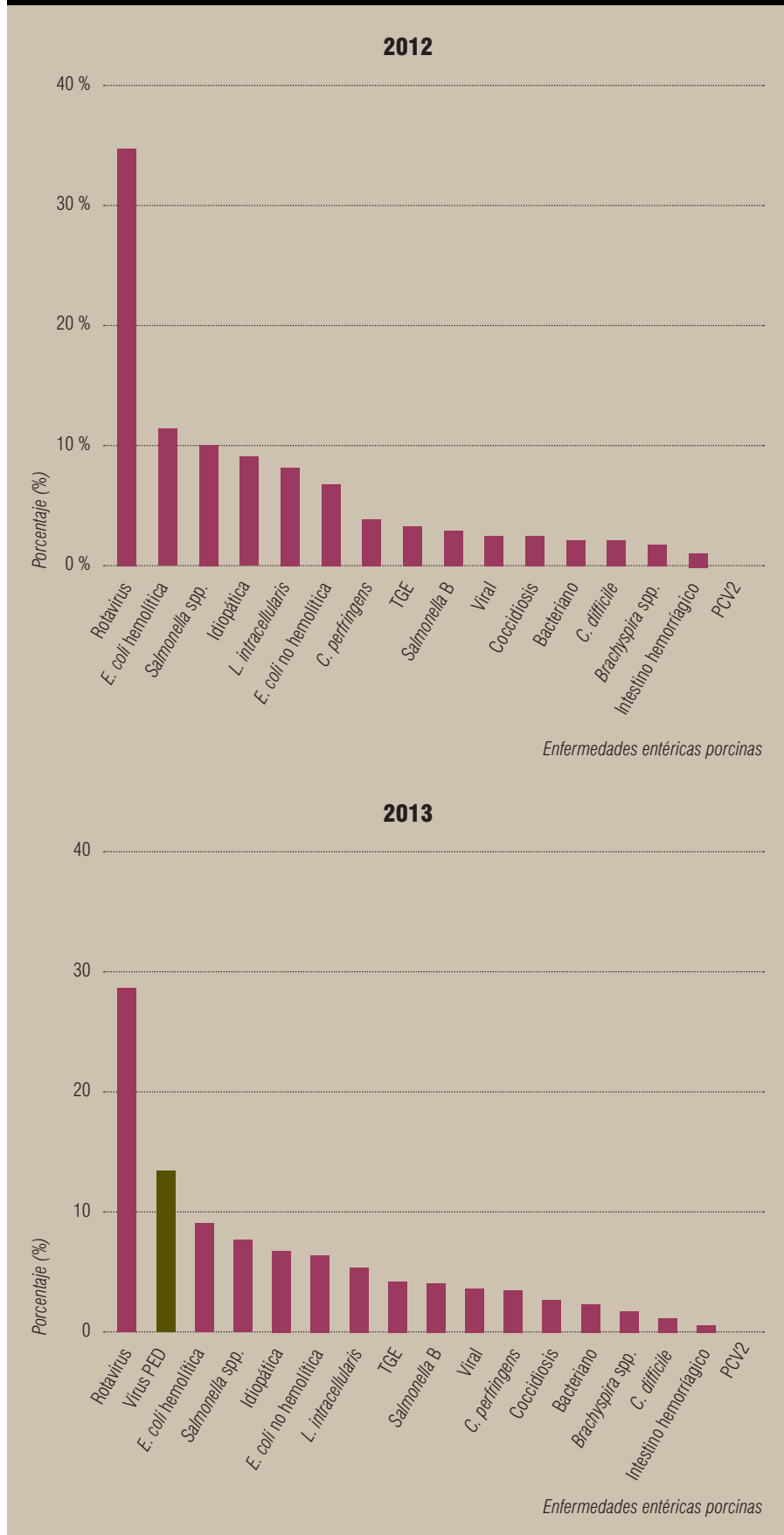
fusión indirecta del ISU-VDL es capaz de detectar títulos de anticuerpos hasta 3-4 semanas posinfección. El ensayo ELISA de la Universidad de Minnesota se validó sólo para detectar anticuerpos en suero de cerda entre 2 y 4 semanas tras la exposición (se discute más adelante) con una sensibilidad del 94,8 % y una especificidad del 99,6 % cuando se utilizaba un punto de corte positivo de $S/P \geq 0,5$. Las cuestiones relacionadas con la detección de anticuerpos tras la infección natural, la duración de la inmunidad o incluso si los índices S/P se correlacionan con la protección son desconocidos en este momento. Para el veterinario, disponer de los ensayos serológicos es útil, pero por otro lado, no estar seguro de cómo interpretar los resultados ha provocado mucha confusión y, en ocasiones, la incorrecta toma de decisiones. Debemos continuar utilizando estas herramientas con cuidado mientras aprendemos mejor su valor y sus limitaciones.

DIAGNÓSTICO DEL REBAÑO

Debido a la nueva introducción de esta enfermedad, los productores están hipersensibles a los problemas entéricos en los rebaños porcinos, especialmente en las granjas de cerdas. Al primer síntoma de vómitos o diarrea, llaman inmediatamente al veterinario preocupados por si se trata del PEDv. Como se observa en la figura 5, el PEDv no fue el único agente causal de diarrea en lechones en 2013. Es clave que las muestras sean remitidas a un laboratorio de diagnóstico veterinario para confirmar la causa de la diarrea. Los investigadores del ISU han sido capaces de demostrar que algunos cerdos infectados de forma experimental pueden excretar el PEDv durante más de cuatro semanas. En el campo, es todavía más importante remitir muestras de lechones que presentan diarrea aguda desde hace menos de 24 horas. De este modo, hay más posibilidades de confirmar tanto la presencia del virus como de lesiones asociadas con el PEDv. En la actualidad, el diagnóstico del PEDv en el campo sería así:

- El productor llamará a la clínica para informar al veterinario de que está observando diarrea en el rebaño de cerdas con o sin vómitos y que un elevado número de lechones neonatos también presentan diarreas graves.
- El veterinario acudirá inmediatamente a la granja y confirmará clínicamente la sospecha de PEDv.
- Se recogerán muestras para la confirmación en laboratorio.
- La granja se centrará de forma inmediata en el destete de todos los cerdos de la nave de más de 10 días de vida. La edad específica depende del nivel de confort y experiencia de cada granja. Para la mayoría de ellas, los cerdos pueden destetarse a los 10 días de vida y pueden proporcionar nutrición y cuidados apropiados. De forma ideal, estos lechones recién destetados se trasladarán a otra nave donde no haya cerdos. Los más mayores se trasladarán a otros corrales para minimizar las consecuencias de su exposición al PEDv.
- Los cerdos destetados recibirán las dietas apropiadas a su edad, además de electrolitos y antimicrobianos en el agua durante unos días para ayudar a controlar la diarrea.
- Se supervisará su salud y evolución y se tratará o eliminará a los que fuera necesario.
- De vuelta a la granja de cerdas, una vez que todos los cerdos hayan sido destetados

Figura 5. Etiología de la enfermedad entérica porcina. Frecuencia de diagnóstico en el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de la Universidad de Iowa (ISU-VDL).



Fuente: Phil Gauger (ISU-VDL).

y trasladados, todos los cerdos muertos se recogerán para la exposición oral de las cerdas (*feedback*; discusión más adelante). Aunque se considera que la PCR es la prueba estándar para el diagnóstico de PEDv, no existe un método adecuado para determinar si el material genético identificado por PCR es de virus vivo (y por tanto infeccioso) o no. Actualmente, la única manera de confirmar la infectividad de una muestra es hacer un bioensayo con cerdos. La lógica sugiere el uso de cultivo celular para confirmar la infectividad. Desafortunadamente, es muy complicado el cultivo de PEDv en el laboratorio. Actualmente, sólo se han podido realizar algunos aislados para su cultivo en células Vero. Estas monocapas de células son muy sensibles a los agentes químicos y a los cambios de pH. Esto significa que muchas veces la muestra que tratamos de testar matará a las células de nuestro cultivo. En la actualidad, se están llevando a cabo más investigaciones para encontrar una manera más fiable y sencilla de confirmar la presencia de virus vivo en una muestra sin tener que hacer un bioensayo.

FEEDBACK ORAL

Tal y como escribieron Schwartz *et al.*, (2013), los primeros resultados logrados con la exposición intencional y controlada del rebaño de cerdas al PEDv son:

- Establecer la inmunidad del rebaño para minimizar el periodo de muertes de lechones, infectando y recuperando todas las cerdas y primerizas en un periodo de tiempo lo más corto posible.

- Asegurar que todas las cerdas y primerizas se inmunizan y dejan de eliminar el PEDv a la vez dentro de la población.

La exposición oral se ha utilizado durante muchos años en momentos específicos (como por Bay *et al.*, 1953 para el TGEv y Kohler en 1974 para *Escherichia coli* enteropatógena) con el fin de estimular el sistema inmunitario de primerizas y cerdas e incrementar la inmunidad calostroal y lactogénica en su camada. El objetivo es proporcionar suficiente exposición a PEDv virulento para causar infección en el intestino de cada cerda y con ello una fuerte respuesta inmunitaria. En la diarrea entérica, la inmunidad mucosal (IgA) es la inmunidad deseada para la protección. El calostro se centra en la IgG, que es la única inmunoglobulina que puede ser absorbida por el intestino en las primeras horas

■ ARTÍCULOS



riem/Shutterstock.com

de vida y proporciona protección circulatoria. Aunque la IgA no es absorbida, se secreta continuamente en la leche de la cerda, proporcionando inmunidad lactogénica local. Debido a que cuesta aproximadamente 10 días que la exposición oral produzca buena inmunidad lactogénica, sabemos que hasta esa edad los lechones no tendrán protección frente al PEDv y, por tanto, nacerán muy vulnerables en un entorno altamente contaminado.

Para asegurar que todas las cerdas y primizas están expuestas de forma apropiada al PEDv se sugiere un enfoque agresivo. Los cerdos adultos se exponen varias veces a la semana para asegurar que todos los individuos enferman. Se recomienda marcar cada cerda cuando enferma, para asegurar que todos los animales son expuestos apropiadamente y minimizar las posibilidades de que haya subpoblaciones de individuos poco inmunizados. En la actualidad, éste es un punto clave para intentar minimizar las posibilidades de que se produzca un brote de PEDv en una granja.

Muchos veterinarios de campo aseguran que desde el momento del brote inicial, sus clientes perderán entre 4 y 5 semanas de producción antes de que el rebaño se establezca. Durante este tiempo, es preciso ser consciente del estado psicológico de los trabajadores. Es muy desmoralizante para ellos trabajar así de duro esas cuatro o cinco semanas de pérdidas devastadoras, ya que se sienten impotentes. Los veterinarios juegan un papel crítico para intentar ayudar a comprender lo que está pasando, por qué los lechones están muriendo, y por qué

no podemos salvarlos. Los empleados necesitan asimismo saber lo que deberían esperar para las próximas semanas. Hay una luz al final del túnel y deben saber cuándo las cosas volverán a la normalidad.

TRANSMISIÓN

Además de que el pienso sea una posible fuente de infección para el virus, los vectores son también considerados un riesgo significativo para el PEDv. Como se mencionaba anteriormente, las heces están muy contaminadas. Investigaciones de la Universidad de Minnesota sugieren que el virus puede sobrevivir en purines frescos hasta siete días incluso a temperaturas de 50 °C. En el purín, el virus puede sobrevivir durante 14 días a temperatura ambiente y al menos 28 días a 4 °C.

Los camiones de transporte se han visto también implicados en la transmisión del PEDv. De forma ideal, los camiones deberían limpiarse y desinfectarse completamente antes de cada uso. Respecto a los desinfectantes, varios han demostrado su efectividad frente al PEDv incluyendo fenoles, peróxido de hidrógeno, cloro y productos combinados. Desafortunadamente, antes no se tomaban medidas de bioseguridad en los camiones y fue poco después de la introducción del PEDv cuando nos dimos cuenta de que muchos de ellos no se limpiaban, y que cuando sí se limpiaban no seguían rutinas de desinfección entre grupos de cerdos. En parte esto es porque logísticamente no hay lavaderos de camiones suficientes que den el 100 % de confianza. Investigaciones en el ISU han

demostrado que para inactivar el PEDv en presencia de heces es necesario que los camiones se sometan a temperaturas de 71 °C durante 10 minutos o se mantengan a temperatura ambiente (20 °C) durante al menos siete días.

La transmisión por aerosol del virus es un aspecto controvertido. Sabemos con certeza que se elimina a través de los purines en elevadas cantidades y que cuando “se seca” puede pasar a forma de aerosol. También sabemos que muchos rebaños dentro de una misma zona han sufrido brotes de PEDv, lo que se considera por algunos prueba de la diseminación por aerosol. Por otro lado, investigadores de la universidad han hecho varios experimentos con cerdos en el mismo espacio (mismo aire compartido) en los que no ha habido transmisión por el aire (es decir, los cerdos negativos se han mantenido negativos). En este momento, yo diría que es posible que este tipo de transmisión tenga lugar, pero no hay pruebas definitivas de que sea una ruta principal en el campo.

CONTROL O ELIMINACIÓN

Actualmente en Estados Unidos estamos trabajando para aprender más sobre la eliminación del virus de un rebaño. Al parecer, algunas de las granjas en las que hubo brote de PEDv tendrán un segundo brote entre 10 y 17 semanas después. En estos rebaños, no se han identificado factores de riesgo que haga más probable que tengan un rebrote. El tamaño del rebaño no parece ser un factor de riesgo significativo para ello. Es difícil predecir en qué rebaños habrá un brote de nuevo y en cuáles no. No tenemos referencia para determinar qué porcentaje de rebaños tendrán un brote de nuevo. El único consenso que tenemos es que los “rebotes” parecen ser significativamente menos graves y más cortos.

VACUNACIÓN

Actualmente existe al menos una vacuna que se esté utilizando en el campo para mitigar o controlar el PEDv. En este momento es demasiado pronto para conocer la efectividad y/o valor de la vacuna. De forma tradicional, las vacunas frente al TGEv y el PEDv han sido menos que prometedoras pero tenemos esperanza en encontrar una mejor. Se sabe que la protección para el TGEv y PEDv parece corta en duración. ¿Cómo de corta? No estamos seguros, pero definitivamente menos de 12 meses. ¿Quizás entre 4 y 6 meses?

ASPECTOS CLAVE DEL VIRUS PED

- Definitivamente, no tenemos todas respuestas respecto al PEDv; hay mucho más que aprender.
- El PEDv no parece ser más difícil que el tradicional TGEv.
- Actualmente sólo hay un serotipo reconocido del PEDv.
- Los rebaños de Estados Unidos no habían sido expuestos previamente al PEDv y, por tanto, son muy susceptibles.
- La dosis infectiva para el PEDv parece ser muy baja.
- Los neonatos infectados con PEDv eliminan una cantidad extraordinaria de virus durante días y/o semanas.
- Las cerdas infectadas perderán entre 4 y 5 semanas de producción después de un brote.
- La PCR es la prueba diagnóstica de elección para confirmar un brote de PEDv.
- El bioensayo en cerdos es actualmente el mejor método para confirmar la presencia de virus vivo en cualquier muestra.
- Los veterinarios deberían esforzarse para eliminar, y no sólo para controlar, el PEDv.
- Con suerte, Estados Unidos puede ahora averiguar cómo entró el virus en el país, por lo que el área de vulnerabilidad puede abordarse muy pronto.

BIBLIOGRAFÍA

- Bay W, Doyle L, Hutchings L. 1953. Transmissible gastroenteritis of swine—a study of immunity. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 122:200-202.
- Canadian Food Inspection Agency. 2014. Update: Canadian Food Inspection Agency Investigation into Feed as a Possible Source of Porcine Epidemic Diarrhea (PED). Available at: <http://www.inspection.gc.ca/animals/terrestrial-animals/diseases/other-diseases/ped/2014-03-03/eng/1393891410882/1393891411866>. Last accessed: 4/7/2014.
- Center for Food Security and Public Health – Iowa State University. Disinfection. Available at: <http://www.cfsph.iastate.edu/Disinfection/>. Last accessed 4/7/2014.
- Iowa State University. 2014. New PEDv strains detected in US swine. Available at: <http://vetmed.iastate.edu/sites/default/files/vdl/news/New%20PEDV%20strain%20identified%20in%20US%20swine%201-30-14.pdf>. Last accessed 4/7/2014.
- Kohler E. 1974. Protection of pigs against neonatal enteric colibacillosis with colostrum and milk from orally vaccinated sows. *American Journal of Veterinary Research* 35:331-338.
- National Animal Health Laboratory Network. 2014. Porcine Epidemic Diarrhea Virus (PEDv) Testing Summary Report. Available at: <http://aasv.org/aasv%20website/Resources/Diseases/PorcineEpidemicDiarrhea.php>. Last accessed 4/7/2014.
- National Pork Board. 2014. PEDv Research. Available at: <http://www.pork.org/Research/4317/PEDVResearch.aspx#.UON0efldU11>. Last accessed 4/7/2014.
- University of Minnesota. 2013. PEDV Viral Stability and Disinfectant Use as Compared to TGEV and PRRSV. Available at: http://www.cvm.umn.edu/sdec/prod/groups/cvm/@pub/@cvm/@sdec/documents/content/cvm_content_445643.pdf. Last accessed 4/7/2014.