



Supervivencia del virus de la fiebre porcina clásica en jamones elaborados a partir de la carne procedente de cerdos vacunados con la cepa PAV-250 y de cerdos no vacunados



Heidi Amezcua Hempel ^a

María Salud Rubio Lozano ^b

Eliseo Manuel Hernández Baumgarten ^a

Pablo Correa Girón ^{c†}

Oscar Torres Ángeles ^d

María Antonia Coba Ayala ^c

Jose Abel Ciprián Carrasco ^a

Susana Elisa Mendoza Elvira ^{a*}

^a Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Virología. Av. Primero de Mayo S/N, Campo I, Col. Santa María las Torres, Cuautitlán Izcalli. Estado de México. México.

^b Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza Práctica en Salud y Producción Animal. México.

^c Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, CENID-Microbiología, Ciudad de México. México.

^d Universidad Autónoma de Morelos, Facultad de Farmacia. Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor de correspondencia: seme_6@yahoo.com.mx

Resumen:

El propósito del estudio fue determinar la presencia del virus de la Fiebre Porcina Clásica (FPC) en la carne de cerdos vacunados con la cepa PAV-250 a los que después se desafió con la misma cepa. Se establecieron cinco grupos de tratamiento (cada uno constituido por cuatro cerdos). Grupo A: cerdos alimentados con jamones elaborados a partir de

animales negativos; Grupo B: cerdos alimentados con jamones procesados de cerdos comerciales inoculados con la cepa de referencia (ALD) (título de $10^{4.0}$ /ml); Grupo C: cerdos alimentados con jamones procesados procedentes de cerdos infectados con la virulenta cepa ALD (título de $10^{2.5}$ /ml); Grupo D: cerdos alimentados con jamones procesados elaborados a partir de cerdos vacunados con la cepa PAV-250 y expuestos a la cepa ALD (título de $10^{1.1}$ /ml), y el Grupo E: cerdos alimentados con jamones procesados hechos con piernas de cerdos vacunados con dos dosis de la cepa PAV-250 y expuestos a la cepa ALD (negativos). Se tomaron muestras de sangre a los días 1, 5, 10, 15 y 20, para realizarles un análisis biométrico. Los grupos B, C y D manifestaron signos clínicos del virus de la fiebre porcina clásica: 40 °C de temperatura, anorexia, parálisis, vómitos, diarrea, temblores, cabello hirsuto y cianosis. Los cerdos se sacrificaron y se realizaron necropsias para identificar lesiones en los tejidos. Los resultados de las pruebas de inmunofluorescencia directa de tejidos fueron positivos y el virus se recuperó. Bajo estas condiciones de estudio, se encontró que el virus de fiebre porcina clásica resistía el método de cocción a 68 °C durante 40 min en jamones de cerdos no vacunados, y que el virus fue capaz de transmitir la enfermedad a los cerdos sanos no vacunados, mientras que los jamones de los animales vacunados no transmitieron el virus.

Palabras clave: Fiebre porcina clásica, Vacuna PAV-250, Jamones, México.

Recibido: 13/06/2017

Aceptado: 30/08/2018

Introducción

El virus de la fiebre porcina clásica (FPC) pertenece al género *Pestivirus* de la familia *Flaviviridae*, y está estrechamente asociado con el virus que causa la diarrea viral bovina o la enfermedad de las mucosas y la enfermedad de la frontera, el cual también puede infectar a los cerdos^(1,2). La FPC es una enfermedad altamente contagiosa, cuya forma aguda afecta el sistema nervioso, el endotelio vascular y las células reticuloendoteliales⁽²⁾. El contagio se produce principalmente a través del contacto con diferentes tipos de secreciones nasales y lagrimales, urinarias y excreciones fecales, pero también puede ser transmitido mecánicamente por los mosquitos, las aves, los utensilios, los alimentos contaminados, desechos infectados o carne de cerdo contaminada⁽³⁻⁷⁾. El virus puede permanecer infectivo en la carne de cerdo y subproductos porcinos durante meses, constituyendo un factor epizoótico de considerable importancia. Además, el virus puede sobrevivir en cerdos o subproductos porcinos infectados durante meses o incluso años, cuando la carne se almacena en condiciones de congelamiento o refrigeración⁽⁸⁻¹⁰⁾.

En México, la porcicultura de traspatio y de subsistencia constituye un sistema de producción y comercialización, que se caracteriza por un continuo ciclo de compra y venta de animales después de breves períodos de engorda; aunque en algunos casos, los productores obtienen sus propios cerdos manteniendo un macho y cinco hembras reproductoras. Sin embargo, las instalaciones son rústicas y están situadas cerca de los hogares, y generalmente los trabajadores son miembros de la familia⁽¹¹⁾. Tradicionalmente, el alimento para los cerdos criados en estas condiciones se compone de sobras y desechos (escamocha) de la preparación y el consumo de alimentos en los hogares o de restaurantes, hoteles, hospitales, mercados, centros de distribución de alimentos y las industrias agrícolas, entre otros. Estos materiales suelen incluir carne de cerdo o productos derivados de la misma. Por estas razones, la alimentación de los cerdos de traspatio con desperdicios y residuos constituye una importante fuente de virus de fiebre porcina clásica; los cerdos susceptibles pueden adquirir la enfermedad cuando se los alimenta con residuos de cocina o restos de comida sin un tratamiento térmico adecuado, como ha sucedido en México durante muchos años. Se ha comprobado que la alimentación de los cerdos con restos de comida y residuos es una de las principales causas de los brotes de la FPC, ya que el virus puede resistir en la médula ósea durante largos períodos de tiempo, especialmente si las temperaturas de cocción no son lo suficientemente altas para desactivar el virus⁽¹²⁾. McKerker *et al*⁽¹³⁾ encontraron que la persistencia del virus de la fiebre porcina africana en los jamones serrano e ibérico (112 días después del procesamiento) era de hasta 5 a 6 meses, lo cual fue apoyado por los hallazgos de Botija⁽¹⁴⁾.

Se dispone de vacunas eficaces contra la FPC, cuyo uso puede reducir costos y limitar la propagación de esta enfermedad. Sin embargo, la eficacia de las vacunas depende de su capacidad de inducir una respuesta inmunitaria fuerte, la cual puede ser obtenida usando la vacuna viva modificada, que fue muy exitosa para controlar la FPC en países donde era endémica. Los estudios de transmisión en serie en cerdos de la vacuna viva atenuada contra la FPC han demostrado que no ocurre una reversión a la virulencia⁽¹⁵⁾. Alrededor del año 2005, México emprendió el programa de control y erradicación de la fiebre porcina, en el cual se dividió el país en tres regiones: La Región 1, donde se aplicó un programa de vacunación intensiva; la Región 2, donde se logró erradicar el virus mediante la vacunación, y la Región 3, que correspondió a una fase libre de enfermedad. Debido a que las fases 1 y 2 requieren de vacunación intensiva, el uso restringido de la vacuna indujo al equipo de investigación —junto con el Instituto Lelystad— a llevar a cabo un estudio para determinar la composición antigénica de la vacuna que se utiliza actualmente y compararla con otras que se han aplicado en el pasado. Las cepas de campo mexicano incluido en este estudio revelaron reacciones heterólogas en sus epítopes secundarios, que estaban lejanamente relacionadas con los sitios de neutralización conservados. Esta variación estuvo restringida a los sitios secundarios de neutralización del virus de la fiebre porcina clásica. Sólo se ha utilizado la vacuna PAV-250 en las fases 1 y 2 de la campaña para la erradicación de la FPC en México. Los cerdos vacunados con PAV-250 y desafiados 14 días después de la vacunación con la ALD-FPC virulenta no transmitieron el virus de desafío a cerdos susceptibles. Sin embargo, un bajo nivel de liberación de la

virulencia del virus de cerdos vacunados fue detectado tras este desafío; por lo tanto, el virus se mantuvo en niveles por debajo de la dosis infecciosa. La vacuna PAV-250 resultó ser superior a otras vacunas porcinas disponibles en México^(16,17).

El objetivo de este estudio fue determinar la presencia del virus de la fiebre porcina clásica en la carne procedente de cerdos vacunados con la cepa PAV-250 y luego desafiados, y además, determinar el estado de virus en jamones preparados a partir de carne pertenecientes a esos animales.

Material y métodos

Carne procedente de cerdos vacunados experimentalmente y expuestos

La carne utilizada en este experimento provenía de uno anterior que constaba de cinco tratamientos: Grupo I, carne de cerdos testigo o negativos; Grupo II, carne de cerdo comercial cuyas piernas fueron inoculadas con cepa ALD con un título de $10^{6.0}$ /ml; Grupo III, carne de cerdos infectados con cepa virulenta ALD con un título de $10^{4.7}$ /ml; Grupo IV, carne procedente de cerdos vacunados con cepa PAV-250 y desafiados con la cepa ALD con un título de $10^{3.1}$ /ml; y Grupo V, carne procedente de cerdos vacunados con dos dosis de la cepa PAV-250 y desafiados con cepa ALD con título negativo⁽¹⁸⁻²¹⁾.

Preparación de los jamones

Las piernas de cada grupo experimental fueron seleccionadas y procesadas de forma independiente. El peso promedio de las piernas antes del procesamiento fue de 2.2 kg. Se eliminó hueso de las piernas, y luego la carne se inyectó con 20 % de salmuera y se conservó durante 18 h a 4 °C antes de cocerla. La salmuera contenía los siguientes ingredientes: 20 g de NaCl, 0.24 g de nitrito de sodio, 0.24 g de nitrato de sodio, 6.0 g de fosfato de grado alimentario, 0.66 g de ascorbato de sodio, 3.6 g de azúcar refinada, 0.18 g de glutamato monosódico y 0.11 g de proteínas vegetales hidrolizadas. Los jamones fueron envueltos con una malla de algodón y colocados en moldes⁽²²⁾ y después cocidos a una temperatura interna de 68 °C durante 40 min. Se insertó un termómetro en el núcleo de la pieza para medir la temperatura, tal como se especifica en la norma NMX-F-123-S-1982⁽²³⁾. Los moldes que contenían los jamones se refrigeraron durante 24 h y, a continuación, los jamones se lavaron con agua a 28 °C. Por último, los jamones fueron metidos en cajas de plástico y almacenados a 4 °C hasta que fueron utilizados para alimentar a los animales.

Animales

Se utilizaron un total de 20 cerdos comerciales de cruza Yorkshire y Landrace obtenidos de una granja comercial y con un peso de 16 a 18 kg. Los cerdos fueron serológicamente negativos para PPC, PRRS y virus de Aujeszky según la técnica de ELISA⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Jamón de cerdos vacunados experimentalmente y desafiados

Se formaron cinco grupos de tratamiento, con cuatro cerdos cada uno. El Grupo A correspondió a un grupo de cerdos que fueron alimentados con jamones elaborados a partir de animales negativos; el Grupo B, a cerdos alimentados con jamones procesados a partir de piernas de cerdos comerciales inoculadas con la cepa ALD (con un título de $10^{4.0}$ /ml); el Grupo C correspondió a cerdos alimentados con jamones elaborados con piernas de cerdos infectados con la cepa virulenta ALD (con un título de $10^{2.5}$ /ml); el Grupo D se formó con cerdos alimentados con pequeños trozos de jamón elaborado con piernas de cerdos vacunados con la cepa PAV-250 y desafiados con la cepa ALD (con un título de $10^{1.1}$ /ml); y el grupo E, con cerdos alimentados con jamones procesados a partir de piernas de cerdos vacunados con dos dosis de la cepa PAV-250 y desafiados con la cepa negativa ALD. Todos los cerdos de los cuatro grupos fueron alimentados con jamón desmenuzado, y cada uno de ellos recibió aproximadamente 200 g en una única ocasión.

Signos clínicos

Diariamente se monitoreó la temperatura rectal de todos los cerdos de cada grupo y se evaluaron sus signos clínicos durante un periodo de entre 7 y 21 días.

Biometría hemática

Se tomaron muestras de sangre de todos los animales. Se tomó una muestra basal al inicio del experimento; las siguientes muestras se tomaron cada cinco días, sumando un total de 5 (días 1, 5, 10, 15 y 20). Al final del experimento (es decir, en el día 21), los cerdos fueron sacrificados⁽²⁷⁾.

Sacrificio y la evaluación de la patología

Se realizaron necropsias en todos los animales que murieron durante el experimento y también en los cerdos sacrificados al final del mismo. Las necropsias se llevaron a cabo mediante la sedación con 3 mg/kg de azaperona y la anestesia profunda con 0.3 ml/kg de una mezcla de xilacina y tiletamina con zolazepam, seguidas de desangramiento⁽²⁸⁾. El diseño del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Experimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria en la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México); el experimento se realizó en cumplimiento con las Regulaciones de México para el cuidado y mantenimiento de animales⁽²⁹⁾.

Prueba de inmunofluorescencia

Se recolectaron las amígdalas, ganglios y bazos de los cerdos del experimento. El conjugado para diagnosticar FPC fue agregado a secciones de tejido previamente fijadas, las cuales se incubaron inmediatamente durante 30 min a 37 °C en una cámara húmeda. Las láminas fueron lavadas y montadas con glicerol/PBS 1/1 y observadas con microscopia de inmunofluorescencia⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Aislamiento viral y titulación

El virus fue aislado en la línea celular PK-15 a partir de una suspensión que incluía a los tejidos de los ganglios linfáticos, el bazo y las amígdalas, así como médula ósea del fémur. La titulación viral se realizó mediante la prueba de inmunofluorescencia directa⁽²⁰⁻²¹⁾.

Análisis estadístico

Se analizó un diseño factorial con datos aleatorios de los grupos infectados con FPC, utilizando el software SAS, mediante una desviación estándar (DE) +/- o el error estándar por encima de la media (EEM), con un análisis de varianza (ANOVA).

Resultados

Preparación de los jamones

Las piernas de los grupos de cerdos mencionados fueron seleccionadas y procesadas mediante el método de cocción, a fin de obtener los jamones. Bajo estas condiciones de estudio, el virus de fiebre porcina clásica se encontró después de la cocción (a 68 °C durante 40 min) en jamones de cerdos no vacunados, con disminución del título viral.

Aislamiento viral y titulación

El aislamiento del virus y la titulación del mismo revelaron lo siguiente: no se aisló el virus de la FPC de los jamones del Grupo A. En el Grupo B se utilizó carne comercial que contenía un inóculo de cepa ALD del virus de la FPC con un título de $10^{4.0}$ /ml. El jamón de grupo C tuvo un título de $10^{2.5}$ /ml; mientras que el jamón del grupo D tuvo un título de $10^{1.1}$ /ml. Por último, la carne correspondiente al Grupo E presentó un título negativo.

Temperatura y signos clínicos

Después de alimentar a los cerdos con pedazos de jamón hechos con piernas de (1) animales vacunados con PAV-250, (2) cerdos no vacunados pero desafiados con la cepa de referencia de ALD y (3) cerdos inoculados directamente con la cepa ALD, los hallazgos en los cerdos infectados revelaron una amplia variedad de signos clínicos característicos del virus de la fiebre porcina clásica (Cuadro 1).

Cuadro 1: Signos clínicos expresados como porcentajes

Grupos (n=4)	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Temperatura 40 °C	0	100	100	100	0
Anorexia	0	100	100	100	0
Parálisis	0	100	100	50	0
Vómito	0	25	100	75	0
Diarrea	0	25	100	75	0
Temblor	0	0	100	50	0
Pelo hirsuto	0	75	100	25	0
Cianosis	0	100	100	50	0

Biometría hemática

Los valores sanguíneos para el grupo C fueron muy diferentes de los de los cerdos alimentados con jamones libres de FPC, puesto que su recuento de glóbulos rojos en la sangre fue de $10 \times 10^6 \mu\text{l}$. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en términos de porcentajes del paquete celular, hemoglobina (g/dl), monocitos o eosinófilos ($10^3 \mu\text{l}$) con $P < 0.05$. El Cuadro 2 muestra los valores de las células que se vieron afectados tras la ingestión de jamones infectados con virus de fiebre porcina clásica en los grupos B y C. Los animales presentaron leucopenia, lo cual es característico de esta enfermedad, y otros valores muy significativos, como la disminución de los leucocitos, lo que indica que el Grupo A se comportó de manera bastante similar al Grupo E. Estos hallazgos indican que los jamones suministrados a los animales vacunados y desafiados no contenían partículas virales capaces de causar infecciones de FPC.

Necropsias

Los animales fueron sacrificados para evaluar las lesiones macroscópicas de los tejidos en los diferentes grupos experimentales (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2: Valores sanguíneos observados en los grupos experimentales

Grupos (n=4)	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Leucocitos x 10 ³ µl	Promedio: 17.31 ^a DE: 4.02 EEM: 1.42	Promedio: 11.97 ^b DE: 2.67 EEM: 0.94	Promedio: 10.77 ^b DE: 4.02 EEM: 1.42	Promedio: 11.56 ^b DE: 3.02 EEM: 1.42	Promedio: 16.88 ^a DE: 4.02 EEM: 1.42
Linfocitos x 10 ³ µl	Promedio: 3.68 ^a DE: 1.14 EEM: 0.43	Promedio: 1.18 ^b DE: 0.22 EEM: 0.07	Promedio: 2.68 ^b DE: 1.24 EEM: 0.43	Promedio: 1.38 ^b DE: 1.24 EEM: 0.43	Promedio: 3.38 ^a DE: 1.24 EEM: 0.43
Neutrófilos segmentados x 10 ³ µl	Promedio: 7.50 ^a DE: 2.18 EEM: 0.77	Promedio: 3.50 ^b DE: 2.18 EEM: 0.77	Promedio: 4.60 ^b DE: 2.18 EEM: 0.77	Promedio: 3.30 ^b DE: 2.18 EEM: 0.77	Promedio: 7.80 ^a DE: 2.18 EEM: 0.77

^{abc}Las medias con diferentes superíndices en la misma fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 3: Lesiones observadas en los grupos experimentales

Grupos (n=4)	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Ganglios linfáticos hemorrágicos y edematosos	0	100	100	25	0
Riñones y/o vejiga con hemorragias petequias	0	50	75	25	0
Piel cianótica	0	0	75	50	0
Bazo infartado	0	100	75	50	0
Válvula ileocecal e intestino con ulceración	0	100	75	50	0
Lesiones pulmonares	0	100	75	25	0

Identificación de virus de FPC por DFI en órganos y tejidos y aislamiento viral

El ensayo de fluorescencia realizado fue positivo en todos los grupos, excepto en el grupo A (testigo negativo). El aislamiento viral se realizó utilizando una mezcla de los ganglios linfáticos, el bazo y las amígdalas (designada como la suspensión) y la médula ósea de los fémures de cada animal. Los títulos encontrados variaron ampliamente, entre 10² y 10⁴ (Cuadro 4).

Cuadro 4: Identificación de la FPC por inmunofluorescencia directa y aislamiento viral

Grupos (n= 4)	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Órganos y tejidos positivos por IFD, expresados en porcentajes					
Amígdalas	0	100	100	75	0
Ganglios linfáticos	0	100	100	75	0
Bazo	0	75	50	50	0
Aislamiento viral					
Mezcla de ganglios linfáticos, bazo y amígdalas (suspensión)	Negativo	Título: $10^{4.3}$	Título: $10^{3.9}$	Título: $10^{2.2}$	Negativo

Discusión

El principal resultado es que la vacuna PAV-250 redujo los títulos de infección en los animales vacunados e infectados, lo que significa que la cocción no elimina el virus.

La contribución de este estudio es que demostró que la vacuna PAV-250, además de proteger a los animales, contribuyó a mantener bajo títulos de infección después del desafío. Durante varios años, México sostuvo una campaña de control y erradicación de la Fiebre Porcina Clásica, hasta que el país fue declarado libre de esta enfermedad en 2012⁽³⁰⁾, mientras que la FPC fue erradicada en los Estados Unidos en el año 1978⁽³¹⁾. Sin embargo, el peligro de brotes de esta enfermedad en zonas de alta densidad porcina en Centroamérica y el sureste de México persiste. Es importante tener en mente que la carne de cerdo desempeña un papel clave en la seguridad alimentaria. Aunque la fiebre porcina clásica no afecta a los seres humanos, estudios previos demuestran que puede transmitirse en productos alimenticios mal procesados que pueden ser utilizados para alimentar a los cerdos, lo cual aumenta el riesgo de reaparición de la enfermedad⁽³²⁾. Si bien muchas de las operaciones de cría de ganado porcino son en gran escala en los modernos sistemas de producción, también hay prácticas de cría de cerdos en pequeña escala, doméstica o "de traspatio", en las que los animales son alimentados con desperdicios y desechos. Por lo tanto, estas prácticas representan un alto riesgo asimismo para las grandes unidades de producción.

Un estudio realizado por Mebus *et al*(33) en el que se utilizó carne de animales inoculados con virus de la FPC demostró la presencia del virus en distintos tipos de carnes y embutidos, después de la preparación, lo cual reveló un escenario de alto riesgo. La carne de esos animales contenía grandes cantidades de virus en determinados productos y subproductos. Las industrias cárnicas italiana y estadounidense determinaron un período de 189 días para desactivar los virus de la fiebre porcina clásica en jamones producidos mediante la técnica del *Prosciutto di Parma*. En otros productos secos o encurtidos, el virus de la FPC sobrevivió durante 70 días en la médula ósea, y durante 90 días en la grasa y el músculo; estos resultados coinciden con los de otros estudios⁽³⁴⁻³⁶⁾. Sin

embargo, el virus persistió durante largos periodos de tiempo en los ganglios linfáticos, la médula ósea y la grasa de los productos utilizados en el estudio. La prueba utilizada para determinar la presencia del virus de la fiebre porcina clásica demostró que los animales inoculados eran sensibles, y se detectaron en ellos importantes cantidades de partículas virales. Estos resultados coinciden con esta investigación, puesto que se aisló el virus en la línea celular PK15, y también los títulos virales concuerdan. En el estudio realizado por Mebus *et al*⁽³³⁾, los cerdos inoculados desarrollaron la FPC durante las pruebas *in vivo* con jamón ibérico. De los tres virus estudiados, la FPC persistió durante un período más largo en los productos sometidos a pruebas.

Esto quedó demostrado por la observación de signos clínicos clásicos de FPC en los cerdos de los experimentos en los cuales se los alimentó con aquellos jamones⁽³⁵⁾. El análisis de los hemogramas mostró la presencia de leucopenia y recuentos normales, mientras que esos niveles descendieron por debajo de 9.000 y alcanzaron un mínimo de 3.000 (entre los días 4-7) en los cerdos con FPC. Es importante considerar que los cerdos sanos menores de 5 semanas de edad normalmente tienen bajos recuentos de leucocitos. Tras la aparición de la enfermedad, los animales mostraron un bajo conteo de glóbulos blancos, el debilitamiento del sistema inmune y múltiples hemorragias internas que se produjeron cuando las bacterias invadieron a los animales⁽²⁷⁾. Los órganos de los cerdos presentaron lesiones macroscópicas causadas por los virus de la FPC encontrados en los jamones utilizados en el experimento. Además, esto fue confirmado por las pruebas de inmunofluorescencia directa de las secciones de tejido obtenido a partir de los cerdos de experimentación. Estos resultados demostraron que el tratamiento de cocción redujo el título viral en 2 logaritmos en las piernas inoculadas directamente con la cepa de referencia de ALD (Grupo B) y en aquellas procedentes de cerdos infectados con esta misma cepa (Grupo C). Otra manera de demostrar la presencia de este virus implicó el aislamiento viral mediante una suspensión preparada con una mezcla de ganglios linfáticos, bazo y amígdalas, y médula ósea de los fémures. Los títulos obtenidos mediante este método variaron de 10^2 a 10^4 . Con base en estas pruebas y en la observación de animales durante el experimento, fue posible demostrar que el virus realmente estaba presente en los jamones elaborados a partir de piernas de cerdos infectados.

Como se ha demostrado, el virus de la FPC persiste durante diferentes períodos de tiempo en los tejidos de cerdos expuestos: 14 días en la sangre, 21 días en los ganglios y 94 días en las úlceras intestinales “en botón de camisa”. Además, también se ha detectado en el bazo de aproximadamente el 1.2 % de los animales sanos de los grupos expuestos enviados al sacrificio y en los materiales de desecho de restaurantes, los cuales contienen restos de carne y hueso procedentes de cerdos enfermos que fueron muertos en el matadero. En el jamón, los perritos calientes y productos similares, el virus puede sobrevivir hasta 85 días, mientras que en la médula de los huesos de la carne salada puede persistir durante 73 días, y 60 días en el salami. Asimismo, puede resistir a la refrigeración y congelación durante 5-10 años. El hecho de haber alimentado los cerdos con sobras insuficientemente cocidas fue el principal factor responsable de entre el 18 y el 22 % de los brotes ocurridos en los Estados Unidos entre 1972 y 1973, respectivamente⁽⁸⁾. Por otro

lado, el virus puede sobrevivir durante 25 días en el tocino. Se ha comprobado que la alimentación de los cerdos con sobras es una de las principales causas de brotes de FPC, porque el virus sobrevive durante largos períodos en la médula ósea, especialmente cuando las temperaturas de cocción son demasiado bajas para desactivar eficazmente las partículas de virus que puedan estar presentes. A menudo se envían al matadero cerdos infectados con el virus del cólera, y la carne entra en el mercado, donde se consume en restaurantes. Se suelen vender como alimento para cerdos restos de comida que contienen huesos insuficientemente cocidos, por lo que ese alimento constituye otra forma en la que el ciclo de infección puede perpetuarse y causar una infección. La FPC también sobrevive durante 2 días en corrales abiertos y de 2 a 4 días en el estiércol. De hecho, este virus sobrevivió durante varias semanas en el estiércol infectado experimentalmente, mientras que en otro experimento se detectó el virus de la fiebre porcina clásica a lo largo de 1,600 m de un canal de aguas residuales que fluían desde los laboratorios que producen vacunas contra la FPC⁽¹²⁾.

La cepa de la vacuna PAV-250 produce buena inmunidad en cerdos y no permite la propagación del virus en el campo entre piaras de una misma granja. Estos datos fueron confirmados por el experimento, ya que los cerdos del grupo E no mostraron signos clínicos ni lesiones patológicas. Además, se presentaron resultados negativos en las pruebas de IFD y una recuperación cero del virus a partir de tejido linfoide y médula ósea. En México, el uso de la cepa de la vacuna PAV-250 durante el Programa de Control y Erradicación de la FPC, obtuvo éxito mediante la implementación de una estrategia de vacunación basada en zonas, que no sólo controló la FPC sino también logró la erradicación total de la enfermedad^(9,14,27,29).

La erradicación de la FPC en México se llevó a cabo sólo con el uso de la vacunación; fue un proceso muy excepcional, y no se lo menciona en ninguna otra publicación. Sí, México ya está libre del virus de la fiebre porcina clásica, debido en gran parte a los beneficios de la vacuna PAV-250, mientras que en otros países de América Latina siguen teniendo este gran problema, principalmente porque se utilizan varias cepas de vacunas contra la FPC y se continúa alimentando a los cerdos con desperdicios de alimentos^(15,30,37).

El uso de esta vacuna durante el proceso de obtención de jamón no se menciona en ninguna otra publicación. Si bien México ya está libre del virus de la fiebre porcina clásica, lo cual se debe en gran parte a los beneficios de la vacuna PAV-250, otros países de América Latina todavía tienen este gran problema porque utilizan varias cepas vacunales y alimentan a los cerdos con calamar.

Conclusiones e implicaciones

La vacuna PAV-250 redujo los títulos de infección en los animales vacunados e infectados, lo que significa que la cocción no elimina el virus. Bajo estas condiciones de estudio, se encontró que los virus de fiebre porcina clásica resistieron al método de cocción a 68 °C durante 40 min en jamones de cerdos no vacunados, y que el virus fue capaz de transmitir la enfermedad a los cerdos sanos no vacunados, mientras que los jamones de los animales vacunados no transmitieron el virus. La erradicación de la FPC en México se logró sólo con el uso de la vacunación. La aportación de este estudio consiste en haber demostrado que la vacuna PAV-250, además de proteger a los animales, contribuyó a mantener bajos títulos de infección después del desafío.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de las becas: PAPIIT IN228516 PIAPI1827.

Literatura citada:

1. Fields BN. Virology. 3rd ed. Philadelphia, BN. Fields; 2008.
2. Moennig V. Introduction to classical swine fever: virus, disease and control policy. *Vet Microbiol* 2000;73:93-102.
3. Dunne HW. Diseases of Swine: Hog cholera. 2nd ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press; 1964.
4. Mengeling WL, Parker RA. Pathogenesis of Chronic hog Cholera host response, *Am J Vet Res* 1969;30:409-417.
5. Ressang AA. Studies on the pathogenesis of hog cholera. I. Demonstration of hog cholera virus subsequent to oral exposure. *Zentralbl Veterinaarmed Beth* 1973;20:265-271.
6. Penrith ML, Vosloo W, Mather C. Classical Swine Fever (Hog Cholera): Review of aspects relevant to control. *Transbound Emerg Dis* 2011;58:187-196.
7. Weesendorp E, Stegeman A, Loeffen W. Dynamics of virus excretion via different routes in pigs experimentally infected with classical swine fever virus strains of high moderate or low virulence. *Vet Microbiol* 2009;133:9-21.

8. Dunne HW. Diseases of swine: Hog cholera. 4th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press; 1975.
9. Mengeling WL, Drake L. Replication of hog cholera virus in cell culture. *Am J Vet Res* 1969;30:1817-1823.
10. Ramírez NR, Pijoan AC. Diagnóstico de las enfermedades del cerdo. México DF Ramírez NR-Pijoan AC; 1982.
11. Suárez B, Barkin D. Porcicultura, producción de traspatio, otra alternativa. Centro de Desarrollo. Tríptico de la UAM-Xochimilco. México DF; 1990.
12. Helwing DM, Keast JC. Viability of virulent swine fever virus in cooked and uncooked ham and sausage casings. *Austr Vet J* 1966;42:131-135.
13. McKerker PD, Yedloutschnig RJ, Callis JJ, Murpgy R, Panina GF, Civardi A *et al.* Survival of viruses in “Prociuto di Parma” (Parma Ham). *Can Inst Sci Technol* 1987;20:267-272.
14. Botija C. African Swine Fever: new developments. *Rev Sci Tech Int Epiz* 1982;1:1065-1094.
15. Van Oirschot J. Vaccinology of classical swine fever: from lab to field. *Vet Microbiol* 2003;96:367–384.
16. Correa-Girón P. La fiebre porcina clásica en las Américas: Características más importantes de la vacuna PAV-250 y de las vacunas contra la fiebre porcina clásica (CSF) usadas en México. Primer Symposium International 1998. Morilla GA editor. INIFAP, SAGARPA, IICA, FUPPUE; 2000.
17. González C, Pijoan C, Ciprián A, Correa P, Mendoza S. Airborne transmission of Hog Cholera virus in susceptible pigs and the effect of vaccination with the PAV-250 HCV strain on the airborne transmission of HVC. *J Vet Med Sci* 2001;63:991-996.
18. Coba A, Martínez A, Mendoza ES, Ciprián CA, Correa P. Antibody development in swine against a Hog Cholera lethal strain. *J Anim Vet Advances* 2008; (1):94-99.
19. Mendoza A, Correa-Giron P, Aguilera EA, Colmenares G, Torres O, Cruz T, *et al.* Antigenic differentiation of classical swine fever vaccine strain PAV-250 from other strains, including field strains from Mexico. *Vaccine* 2007;25:7120–7124.
20. Mendoza ES, Alvarado NJL, Hernández-Baumgarten E, Ciprián A. Manual de diagnóstico virológico. Primera ed. Universidad Nacional Autónoma de México. 2008.
21. Ramírez H, Valero G, Fraire M. Diagnóstico veterinario. Requisitos, proceso, interpretación, ventajas y desventajas de técnicas diagnósticas: Diagnóstico

- serológico de enfermedades virales. Primera ed. SARH, CENID-Microbiología-
INIFAP, PAIEPEME, SMPV. 1993.
22. Dott Gaetano. Elaboración de productos cárnicos. México: Trillas; 1983.
 23. NMX-F-123-S-1982. Alimentos. Jamón cocido. Especificaciones. Norma Mexicana. Dirección General De Normas. 1982.
 24. Correa GP. Diagnóstico de Fiebre Porcina Clásica (CSF) por la técnica directa de inmunofluorescencia. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. 1993.
 25. Dinfer. Diagnostic Virology, a review of methods at the National Veterinary Institute: Immunofluorescence (IF) test. Swedish International Developing Authority; 1989.
 26. Mendoza ES, Aguilera CE, Torres AO Correa GP, Hernandez-Baumgarten E, Ciprian CA. OIE Symposium on Classical Swine Fever (Hog Cholera): Classical swine fever; recent findings and perspectives regarding differential serological diagnosis between street and vaccine viruses. Birmingham, England. 1998.
 27. Calderón ANL, García ERM, Paasch, MLH. Estudios hematológicos de la fiebre porcina clásica aguda. Aportaciones a la patogénesis de la diátesis hemorrágica. Vet Méx 1997;28:21-24.
 28. Meyns T, Maes D, Calus D, Ribbens S, Dewulf J, Chiers K, *et al.* Interactions of highly and low virulent *Mycoplasma hyopneumoniae* isolates with the respiratory tract of pigs. Vet Microbiol 2007;120:87-95.
 29. Norma Oficial Mexicana. Regulación Mexicana para el cuidado y mantenimiento de los animales, NMX-F-062-200-1999.
 30. Diario oficial. Acuerdo del 14 de agosto del 2012, la República Mexicana Libre de Fiebre Porcina Clásica. 2012.
 31. Terpstra C. Infectious diseases of livestock: Hog cholera. 2nd ed. South Africa: Oxford University Press; 1994.
 32. Organización Mundial de Sanidad Animal. <http://www.oie.int/doc/ged/D13957.PDF>.
 33. Mebus CA, House C, Ruiz-Gonzalvo F, Pineda JM, Tapiador J, Pire JJ, *et al.* Survival of foot and mouth disease, African swine fever and Hog Cholera virus in Spanish Serrano cured hams, shoulders, and loins. Food Microbol 1993;10:133-144.
 34. Savi P, Torlone V, Tilili F. Sulla sopravvivenza del virus de Ila peste suina in alcuni prodotto di salumeria. Vet Ital 1964;15:760-769.
 35. Cottral GE, Cox BF, Baldwin DE. The survival of foot and mouth disease virus in cured and uncured meat. Am J Vet Res 1960;21:288-297.

36. Van Oirshot JT. Persistent and unapparent infections with swine fever virus of low virulence their effects on the immune system [thesis], State University of Utrecht; 1980.
37. Correa-Girón P. Enfermedades virales de los animales domésticos (mono-gástricos): Cólera porcino. 4ª. ed. Coordinación y Producción. Arte e Impresos BJ. México; 1981.