

MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE LAS LESIONES PULMONARES CAUSADAS POR LA INFECCIÓN DE *MYCOPLASMA HYOPNEUMONIAE*

Beatriz García-Morante¹, Joaquim Segalés^{2,3} y Marina Sibila¹. 2016. PV ALBEITAR 11/2016.

1. IRTA, Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA, IRTA-UAB).
2. UAB, Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA, IRTA-UAB), Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
3. Departament de Sanitat i Anatomia Animals, Facultat de Veterinària, UAB.

Beatriz.garcia@irta.cat

Artículo publicado en revista Suis n.º 125, marzo 2016.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Enfermedades infecciosas de los porcinos](#)

AGENTE ETIOLÓGICO PRIMARIO DE LA NEUMONÍA ENZOÓTICA Y UNO DE LOS PRINCIPALES PATÓGENOS DEL CRP

La lesión macroscópica asociada a la infección por *Mycoplasma hyopneumoniae* consiste en una consolidación pulmonar craneoventral (CPCV) cuya evaluación requiere su cuantificación. En este artículo se revisan los métodos de cuantificación de CPCV más usados, haciendo hincapié en sus características y aplicaciones.

Las enfermedades respiratorias se consideran entre los mayores problemas en los sistemas de producción porcina intensiva actual (Tacker y Minion, 2012). De hecho, se cree que los cerdos criados en condiciones comerciales que llegan al matadero sin presentar algún tipo de lesión pulmonar durante su vida productiva son pocos (Christensen et al., 1999). Las lesiones pulmonares descritas más frecuentemente en matadero son pleuritis y neumonías (Fraile et al., 2010; Fablet et al., 2012). Entre las causas más comunes de estas lesiones se han nombrado factores ambientales adversos y/o agentes infecciosos. *Mycoplasma hyopneumoniae* es uno de los patógenos respiratorios bacterianos primarios causantes de neumonía (Christensen et al., 1999; Fraile et al., 2010; Fablet et al., 2012).

La lesión pulmonar asociada a la infección por *M. hyopneumoniae* es una neumonía bronquiolointersticial (figura 1) que rápidamente evoluciona a bronconeumonía purulenta debido a la coinfección con otras bacterias. Globalmente, la visión macroscópica se manifiesta como una consolidación pulmonar craneoventral (CPCV), localizada normalmente en los lóbulos pulmonares apicales y cardiacos (Maes et al., 2008) (figura 2). La zona afectada suele adquirir un color que varía desde rojo oscuro a rojo grisáceo según la cronología de la lesión (Gómez-Cabrera, 2010).

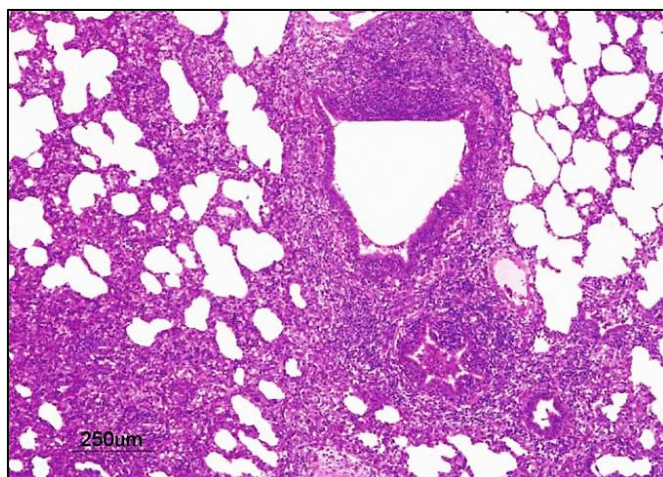
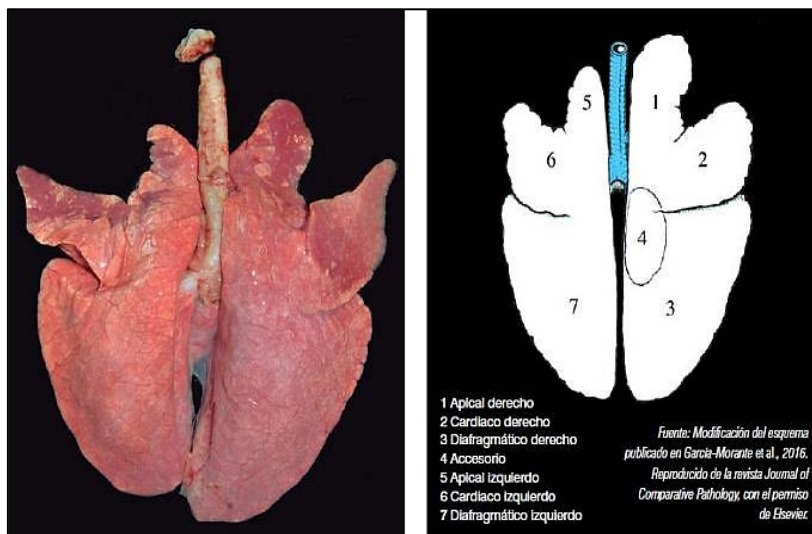


Figura 1. Visión microscópica de un pulmón de cerdo con lesiones compatibles con una infección por *M. hyopneumoniae*. Se trata de lesiones de neumonía bronquiolointersticial con formación de folículos peribronquiales y peribronquiolares.

La evaluación de la CPCV normalmente conlleva su cuantificación. Para ello, existen varios métodos que proporcionan un valor según la gravedad de la lesión. A continuación se revisan los sistemas de cuantificación de CPCV más usados en la literatura científica, así como sus principales características y parámetros que consideran, aplicabilidad y criterios de selección.

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DEL PULMÓN DEL CERDO

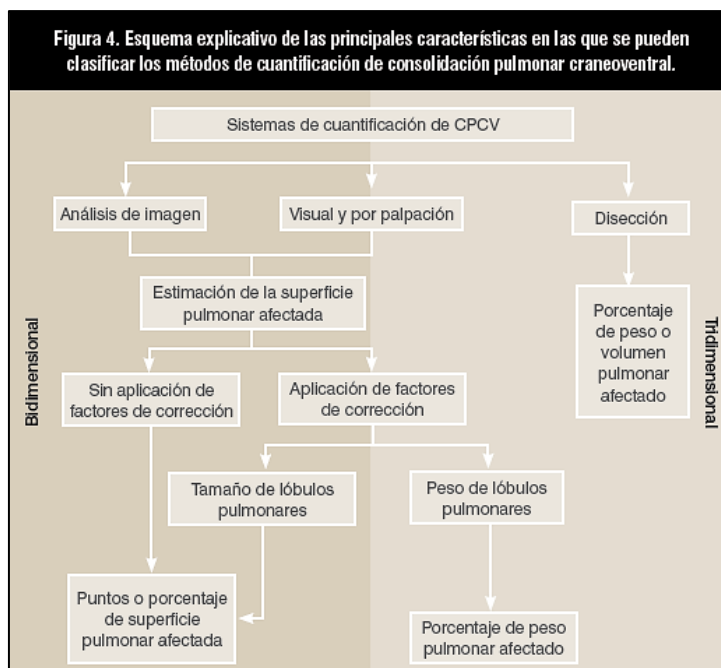
Tanto para poder valorar correctamente la CPCV como para entender algunas características de los métodos de cuantificación, es importante tener presente ciertos aspectos anatómicos básicos del pulmón del cerdo. Los pulmones se dividen por fisuras interlobulares bien desarrolladas que dividen los pulmones en lóbulos. Mientras el pulmón derecho tiene cuatro lóbulos: apical (craneal), cardiaco (medio), diafragmático (caudal) y accesorio (intermedio), el pulmón izquierdo está subdividido en tres lóbulos: apical (craneal), cardiaco (medio) y diafragmático (caudal) (figura 3). De hecho, los lóbulos apical y cardiaco izquierdos corresponden a las porciones craneal y caudal de un único lóbulo respectivamente, aunque a efectos prácticos se consideran dos lóbulos por separado (Taylor, 1996). Otro aspecto relevante es que el pulmón derecho es significativamente mayor que el izquierdo, habiéndose demostrado que el peso relativo al peso pulmonar total de los lóbulos derechos es siempre mayor que el de sus correspondientes lóbulos del lado izquierdo (Morrison et al., 1985; Christensen et al., 1999). Por último, antes de que la tráquea se bifurque en los bronquios principales izquierdo y derecho, esta proporciona un tercer bronquio para el lóbulo apical del pulmón derecho (bronquio traqueal o lobular o apical) (Taylor, 1996).



Figuras 2 y 3. Visión dorsal de un pulmón de cerdo con lesiones compatibles con una infección por *M. hyopneumoniae*. Consolidación pulmonar craneoventral que afecta bilateralmente los lóbulos pulmonares apicales y cardiacos derechos e izquierdos (figura 2, izquierda). Representación de la visión dorsal del pulmón del cerdo. Los lóbulos pulmonares que conforman el pulmón derecho e izquierdo se encuentran identificados numéricamente en la leyenda (figura 3, derecha).

MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE CONSOLIDACIÓN PULMONAR CRANEOVENTRAL

Las características principales de los sistemas de cuantificación de CPCV, algunas de las cuales sirven a su vez como criterios para su clasificación (figura 4), son las siguientes:

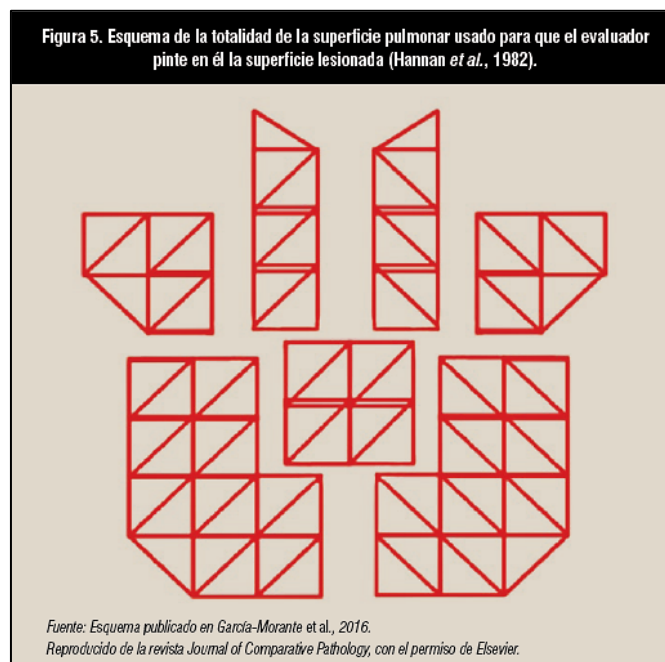


MODO DE VALORACIÓN DE LA LESIÓN

En la mayoría de los métodos de cuantificación se parte de la evaluación visual y la palpación in situ de la zona afectada del pulmón. Sin embargo, los métodos de análisis de imagen se basan en una valoración de la lesión a posteriori y a partir de una base fotográfica. En estos últimos se usa un programa informático que calcula la superficie de pulmón afectada de la totalidad de superficie pulmonar. Finalmente, existen otros sistemas que se basan en la disección de la zona lesionada y comparan su peso o volumen con el de la porción de pulmón sano.

REGISTRO DE LA VALORACIÓN

En la mayoría de los casos es el evaluador quien, visualmente y por palpación, determina la superficie pulmonar afectada. Esta estimación se hace en cada uno de los siete lóbulos pulmonares del cerdo. Así, el evaluador proporciona un valor por cada lóbulo pulmonar que refleja la superficie afectada en cada lóbulo. Este valor se puede registrar de distintos modos según el sistema de cuantificación usado. Existen métodos que en vez de proporcionar un valor determinado requieren que el evaluador pinte la superficie afectada en un esquema o dibujo que refleja la totalidad de la superficie pulmonar (figura 5). En los métodos de análisis de imagen, el registro de la valoración lo conforman las fotografías de los pulmones que a posteriori serán analizadas. En este caso, se suele calcular la superficie pulmonar afectada total directamente, sin calcular previamente la de cada lóbulo.



UNIDADES USADAS

Básicamente, los métodos de cuantificación pueden expresar su resultado mediante dos unidades: puntos o porcentaje. Se trabaje con la unidad que se trabaje, el valor final proporcionado por un determinado método proviene de la suma de los puntos o porcentajes obtenidos en cada uno de los lóbulos pulmonares. En aquellos métodos que utilizan el porcentaje como unidad, el 100 % del pulmón afectado será el valor más alto posible, mientras que en aquellos que usan puntos, el máximo valor lo establece cada método.

FACTORES DE CORRECCIÓN APLICADOS

Los lóbulos pulmonares del cerdo no son iguales, difiriendo en tamaño y peso. De este modo, algunos métodos de cuantificación contemplan estas diferencias y corrigen el valor estimado de la superficie afectada de cada lóbulo por su tamaño o peso relativo. Estos factores de corrección varían en función del método de cuantificación escogido.

CONSIDERACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA LESIÓN

Las lesiones causadas por *M. hyopneumoniae* se localizan normalmente en los lóbulos pulmonares más craneales (Maes *et al.*, 2008). Así pues, hay métodos que dan más valor a aquellas lesiones situadas en los lóbulos apicales y cardíacos que en los diafragmáticos. Alguno de ellos valora los bordes laterales craneales de los lóbulos diafragmáticos aparte, ya que estas son las zonas más afectadas cuando estos lóbulos están implicados.

APROXIMACIÓN DIMENSIONAL

Los métodos de cuantificación se pueden clasificar según su aproximación bidimensional o tridimensional. Aquellos métodos que expresan su resultado como superficie pulmonar afectada (sea en puntos o porcentaje) se consideran bidimensionales. Los métodos de análisis de imagen, por ejemplo, son bidimensionales, ya que a partir de una imagen determinan la superficie afectada, expresándola normalmente en porcentaje. Por otro lado, aquellos métodos que consideran la naturaleza tridimensional de las lesiones y expresan su resultado como volumen o peso pulmonar afectado se consideran tridimensionales.

Los métodos de cuantificación de CPCV más comúnmente usados y descritos en la literatura científica se encuentran representados en la tabla 1. En García-Morante et al. (2016) se revisan detalladamente estos ocho métodos de cuantificación de CPCV, que incluyen el método recomendado por la Farmacopea Europea (en inglés, European Pharmacopoeia, Ph. Eur.) para la evaluación de la eficacia de las vacunas inactivadas frente a *M. hyopneumoniae*. De hecho, este último sistema se propone como método de referencia. Además, en esta revisión se comparan los ocho sistemas de cuantificación aplicándolos en 72 pulmones con CPCV procedentes de cerdos inoculados experimentalmente con *M. hyopneumoniae*. Los resultados de tal comparación indican buenas correlaciones entre los distintos sistemas de cuantificación. Sin embargo, aquellas correlaciones más fuertes se encuentran entre los métodos tridimensionales. Por último, también se proporciona una fórmula de equivalencia entre los distintos métodos y el de referencia (Ph. Eur.), haciendo posible la unificación de resultados obtenidos a partir de la aplicación de distintos métodos y, por ende, una comparativa directa entre métodos y resultados obtenidos en distintos estudios.

Tabla 1. Métodos de cuantificación de consolidación pulmonar craneoventral más comúnmente usados en la literatura científica. Métodos usados en la revisión comparativa de García-Morante et al., (2016).					
Aproximación	Valoración	Factor de correlación	Unidades	Rango	Referencia
Bidimensional (superficie de pulmón afectada)	Análisis de imagen	No	Porcentaje	0-100	Sibila et al., (2014)*
				0-28	Madec y Kobisch (1982)
	Visual/palpación		Puntos	0-55	Goodwin et al., (1969)**
				0-35	Hannan et al., (1982)
Tridimensional (peso de pulmón afectado)	Visual/palpación	Sí	Porcentaje	0-100	Straw et al., (1986)
					Morrison et al., (1985)
					Christensen et al., (1999)**
					Farmacopea Europea

*Método representativo de los distintos sistemas de análisis de imagen descritos en la literatura para la evaluación de las lesiones causadas por *M. hyopneumoniae*. **Métodos de cuantificación que consideran el patrón de distribución de las lesiones en la infección por *M. hyopneumoniae*.

APLICACIONES DE LOS MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE CONSOLIDACIÓN PULMONAR CRANEOVENTRAL Y CRITERIOS PARA SU SELECCIÓN

La evaluación de CPCV es una herramienta muy útil a distintos niveles:

A NIVEL DE CAMPO

El examen de los pulmones es una herramienta diagnóstica muy útil cuando aparecen signos clínicos como tos, fiebre y disnea, especialmente en cerdos de transición-engorde. En este escenario, y aunque requiera de pruebas de laboratorio para confirmarlo, la presencia de CPCV es altamente sugestiva de infección por *M. hyopneumoniae* (Sibila et al., 2009). Además, la cuantificación de dicha lesión ayuda a determinar la importancia de la enfermedad respiratoria en la granja.

A NIVEL DE MATADERO

La inspección y cuantificación de CPCV en matadero se utiliza con frecuencia para estimar la potencial incidencia de NE, así como su impacto en los precios de mercado de la canal (Fraile et al., 2010). Tales datos también pueden utilizarse en estudios epidemiológicos para examinar los factores de riesgo implicados en la prevalencia de CPCV (Sibila et al., 2009; Fraile et al., 2010; Merialdi et al., 2012). Además, puede ser útil en la detección de infecciones subclínicas (animales sin clínica aparente pero con lesiones pulmonares) que también puede afectar negativamente al rendimiento del cerdo durante ese periodo (Noyes et al., 1990; Sibila et al., 2009). Sin embargo, la evaluación de CPCV en matadero no proporciona información sobre la enfermedad respiratoria a tiempo real; en la mayoría de los casos se trata de una evaluación retrospectiva de los signos clínicos observados tiempo atrás (Noyes et al., 1990; Sibila et al., 2009).

A NIVEL EXPERIMENTAL

La evaluación y cuantificación de CPCV también es ampliamente usada a nivel experimental, ya sea para estudiar la patogénesis de la infección por *M. hyopneumoniae* o para determinar la eficacia vacunal o de antibióticos frente la infección (Kobisch y Friis, 1996).

¿Qué método de cuantificación de CPCV se debe escoger? Para poder responder esta pregunta es importante tener presente algunos de los criterios de selección que normalmente se aplican para escoger un método de cuantificación u otro:

OBJETIVIDAD

La mayoría de los métodos de cuantificación de CPCV descritos se basan en la evaluación visual y por palpación de la superficie pulmonar afectada. Esta estimación es subjetiva ya que su juicio es personal y depende del evaluador. En este sentido, los métodos basados en análisis de imagen o aquellos basados en la disección de la zona pulmonar afectada son mucho más objetivos porque evitan la estimación subjetiva del evaluador.

REPETITIVIDAD

Una de las propiedades más valoradas de un método de cuantificación es que sea repetible. De este modo, los métodos visuales y por palpación son menos repetibles debido a la variabilidad en un mismo evaluador y entre evaluadores. Por ello, y sobre todo a nivel experimental, se recomienda un único evaluador por estudio, evitando así la variabilidad entre individuos. Sin embargo, se ha descrito que el uso de esquemas simplificados para la cuantificación de CPCV puede ayudar a la estandarización de la evaluación, aumentando su fiabilidad (Steinmann *et al.*, 2014). Asimismo, los programas de entrenamiento personalizado a los evaluadores conduce a la estandarización continua y a la optimización de la aplicación de los métodos de cuantificación (Steinmann *et al.*, 2014).

PRECISIÓN

El hecho que haya diferencias de tamaño entre lóbulos pulmonares implica que la superficie afectada en cada uno de los lóbulos tenga una incidencia distinta en la totalidad de la superficie pulmonar afectada. En este aspecto, aquellos métodos de cuantificación que aplican factores de corrección parecen ser más precisos estimando la severidad de la lesión que los que no los aplican. Por otro lado, al considerar la naturaleza tridimensional de la CPCV, se podrían considerar los métodos tridimensionales más precisos que los bidimensionales.

PRACTICIDAD

Este último factor es uno de los más importantes y condicionantes a la hora de escoger un determinado método de cuantificación y está muy relacionado al ámbito de aplicación del método en cuestión. Los métodos tridimensionales basados en diseccionar el tejido pulmonar afectado son muy laboriosos, requiriendo material especializado y mucho tiempo para la cuantificación. Aunque se trate de métodos que en principio son precisos, objetivos y repetibles, su poca practicidad ha conllevado un uso casi inexistente. A nivel de matadero, el método de cuantificación de CPCV se debe adaptar a la velocidad de la cadena de sacrificio. En este caso se suele elegir un método rápido y de fácil aplicación. Generalmente son métodos bidimensionales que no usan factores de corrección, maximizando el tiempo invertido a expensas de la precisión en la estimación. El uso de esquemas pulmonares para cuantificar la lesión es de gran ayuda en este escenario. A nivel experimental, donde el tiempo no es un factor tan limitante, normalmente se usan métodos bidimensionales que aplican factores de corrección, métodos de análisis de imagen o tridimensionales. Entre las ventajas de usar un método basado en el análisis de imagen se encuentra el hecho de poder reevaluar las lesiones siempre que se crea necesario, ya que se dispone del archivo fotográfico.

CONCLUSIONES

Las enfermedades asociadas a la infección por *M. hyopneumoniae* son un problema importante para la producción porcina mundial. La CPCV es la lesión macroscópica asociada a tal infección y su cuantificación es de vital importancia a nivel de granja, matadero y en condiciones experimentales. En este artículo se revisan los métodos de cuantificación de CPCV más comúnmente usados en la literatura, así como sus principales características. Estas son de gran utilidad para interpretar correctamente los resultados que ofrece un determinado método. Por otro lado, es muy importante tener presente tanto los distintos ámbitos de aplicación de los métodos de cuantificación de CPCV como sus criterios de selección para escoger el método más idóneo.

BIBLIOGRAFÍA

- Christensen G., Sørensen V., Mousing J. Diseases of the respiratory system. B.E. Straw, S. D'Allaire, W.L. Mengeling, D.J. Taylor (Eds.), *Diseases of Swine*, Iowa State University Press, Iowa (1999), pp. 913-941.
- Fablet C., Marois-Crehan C., Simon G., Grasland B., Jestin A., Kobisch M., Madec F., Rose N. Infectious agents associated with respiratory diseases in 125 farrow-to-finish pig herds: a cross-sectional study. *Vet Microbiol.* 2012; 157(1-2):152-63.
- Fraile L., Alegre A., López-Jiménez R., Nofrarías M., Segalés J. Risk factors associated with pleuritis and cranio-ventral pulmonary consolidation in slaughter-aged pigs. *Vet J.* 2010; 184(3):326-33.
- García-Morante B., Segalés J., Fraile L., Pérez de Rozas A., Maiti H., Coll T., Sibila M. Assessment of *Mycoplasma hyopneumoniae*-induced pneumonia using different lung lesion scoring systems: a comparative review. *J Comp Pathol.* 2016. doi: 10.1016/j.jcpa.2015.11.003.
- Gómez-Cabrera S. Atlas de anatomía patológica del aparato respiratorio del cerdo. Servet, España (2010), pp. 26-34.
- Goodwin R.F., Hodgson R.G., Whittlestone P., Woodhams R.L. Some experiments relating to artificial immunity in enzootic pneumonia of pigs. *J Hyg (Lond).* 1969; 67(3):465-76.
- Hannan P.C., Bhogal B.S., Fish J.P. Tylosin tartrate and tiamulin effects on experimental piglet pneumonia induced with pneumonic pig lung homogenate containing mycoplasmas, bacteria and viruses. *Res Vet Sci.* 1982; 33(1):76-88.
- Kobisch M., Friis N.F. Swine mycoplasmoses. *Rev Sci Tech.* 1996; 15(4):1569-605.
- Maes D., Segalés J., Meyns T., Sibila M., Pieters M., Haesebrouck F. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Vet Microbiol.* 2008; 126(4): 297-309.
- Madec F., Kobisch M. Bilan lésionnel des poumons de porcs charcutiers à l'abattoir. *Journées de la Recherche Porcine en France.* 1982; 405-412.
- Merialdi G., Dottori M., Bonilauri P., Luppi A., Gozio S., Pozzi P., Spaggiari B., Martelli P. Survey of pleuritis and pulmonary lesions in pigs at abattoir with a focus on the extent of the condition and herd risk factors. *Vet J.* 2012; 193(1):234-9.
- Morrison R.B., Hilley H.D., Leman A.D. Comparison of methods for assessing the prevalence and extent of pneumonia in market weight swine. *Can Vet J.* 1985; 26(12):381-4.
- Noyes E.P., Feeney D.A., Pijoan C. Comparison of the effect of pneumonia detected during lifetime with pneumonia detected at slaughter on growth in swine. *J Am Vet Med Assoc.* 1990; 197(8):1025-9.
- Sibila M., Aragón V., Fraile L., Segalés J. Comparison of four lung scoring systems for the assessment of the pathological outcomes derived from *Actinobacillus pleuropneumoniae* experimental infections. *BMC Vet Res.* 2014; 10:165.
- Sibila M., Pieters M., Molitor T., Dominiek M., Haesebrouck F., Segalés J. Current perspectives on the diagnosis and epidemiology of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection. *Vet J.* 2009; 181(3):221-31.
- Steinmann T., Blaha T., Meemken D. A simplified evaluation system of surface-related lung lesions of pigs for official meat inspection under industrial slaughter conditions in Germany. *BMC Vet Res.* 2014; 10:98.
- Straw B.E., Bäckström L., Leman A.D. Examination of swine at slaughter. Part II. Findings at slaughter and their significance. *Compend Contin Educ Pract Vet.* 1986;8:106-111.
- Taylor J.D. The lungs. L.D. Sims, J.R.W. Glastonbury (Eds.), *Pathology of the Pig, a Diagnostic Guide*. Pig Research and development Corporation & Agriculture, Victoria, Australia (1996), pp. 219-238.
- Thacker E.L., Minion F.C. Mycoplasmosis. J.J. Zimmerman, A. Ramirez, K.J. Schwartz, G.W. Stevenson (Eds.), *Diseases of Swine*, Wiley-Blackwell, Iowa (2012), pp. 779-798.

Volver a: [Enfermedades infecciosas de los porcinos](#)