

Papel de los roedores en la transmisión de *Leptospira* spp. en granjas porcinas

The role of rodents in the transmission of *Leptospira* spp. in swine farms

Catalina Ospina-Pinto, Manuel Rincón-Pardo,
Diego Soler-Tovar y Patricia Hernández-Rodríguez

Recibido 17 enero 2016 / Enviado para modificación 18 febrero 2017 / Aceptado 16 mayo 2017

RESUMEN

Diferentes especies de roedores son potenciales transmisores de múltiples agentes zoonóticos como *Leptospira* spp., espiroqueta causante de la Leptospirosis, que es una enfermedad infecciosa que tiene un impacto negativo en la porcicultura debido a que genera grandes pérdidas productivas, reproductivas y económicas.

En las granjas porcinas, las especies de roedores más comunes son el ratón doméstico (*Mus musculus*), la rata parda (*Rattus norvegicus*) y la rata negra (*Rattus rattus*), que actúan como huéspedes de mantenimiento de diferentes serovares de *Leptospira* spp., contaminando con orina el ambiente, los alimentos y el agua, poniendo en riesgo la salud humana y animal.

Por esta razón, el objetivo de este artículo es describir el papel de los roedores en la transmisión de *Leptospira* en granjas porcinas. Para esto, se realizó una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos como Science Direct, Scopus, Redalyc, PubMed y SciELO. Los resultados de la revisión de literatura, demuestran que son escasos los estudios que reportan la importancia de los roedores en la transmisión de *Leptospira* en granjas porcinas. La presentación de la enfermedad depende en gran parte de la presencia, el contacto y el control de roedores en las granjas, aunque también se deben tener en cuenta factores ambientales, de supervivencia del agente y las medidas de higiene, entre otros.

Palabras Clave: Leptospirosis, control de roedores, porcinos (*fuentes: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

Different species of rodents are potential transmitters of multiple zoonotic agents such as *Leptospira* spp., a spirochete that causes leptospirosis. This is an infectious disease that has a negative impact on pig production because it generates large productive, reproductive and economic losses.

In swine farms, the most common rodent species are house mice (*Mus musculus*), brown rats (*Rattus norvegicus*) and black rats (*Rattus rattus*), which act as maintenance hosts for different serovars of *Leptospira*, contaminating the environment, food and water through urine, and putting human and animal health at risk.

For this reason, the objective of this article is to describe the role of rodents in the transmission of *Leptospira* in swine farms. For this purpose, a bibliographic search was carried out in different databases such as Science Direct, Scopus, Redalyc, PubMed and SciELO. The results of the literature review show that there are few studies that report the importance of rodents in the transmission of *Leptospira* in swine farms. The onset of the disease depends to a large extent on the presence, contact and control of rodents in farms, although environmental factors, agent survival and hygiene, among others, must also be considered.

Key Words: Leptospirosis, rodent control, swine (*source: MeSH, NLM*).

CO: MV. M. Sc. Ciencias Veterinarias, Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. mospina09@unisalle.edu.co
MR: MV. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. jorge-manu-rinpa@hotmail.com
DS: MV. M. Sc. Salud Animal. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. diegosoler@unisalle.edu.co
PH: Bióloga. Esp., M. Sc., Ph. D. Agrociencias. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. phernandez@unisalle.edu.co

La búsqueda de información para la revisión temática sobre el papel de los roedores en la transmisión de *Leptospira* spp. en granjas porcinas se realizó utilizando descriptores en español e inglés, siendo “roedores, *Leptospira*, granjas porcinas” y “rodents, *Leptospira*, pig farms”, respectivamente. Los motores o bases de datos utilizados para recolectar la información fueron Science Direct, Scopus, Redalyc, Pubmed y Scielo, y la información recuperada se encontró en una ventana temporal de 18 años. Como criterios de inclusión se tuvo en cuenta artículos científicos y de revisión, que en el título se encontrara al menos alguno de los descriptores mencionados o en algunos casos que al leer el resumen del artículo se evidenciara que correspondiera con la temática. Se excluyeron los documentos que estuvieran en idiomas diferentes a inglés y español. No se utilizaron criterios de valoración de la calidad de la evidencia.

La mayoría de patógenos que son transmitidos a los animales domésticos y a los humanos, tienen como reservorio diferentes especies de roedores, entre los más comunes *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus* (1). Estas especies hacen sus madrigueras dentro y alrededor de las instalaciones de las granjas y son fuente natural de múltiples agentes zoonóticos de importancia en salud y producción animal (2). Un agente zoonótico importante es *Leptospira* que causa leptospirosis, una enfermedad de distribución mundial y que afecta a más de 160 especies animales y al hombre (3).

Los roedores son potenciales transmisores de *Leptospira*, especialmente en regiones cercanas a los ríos debido a que los niveles de agua subterránea son altos, lo que promueve la persistencia de la bacteria, causando una mayor frecuencia de la enfermedad, así como problemas económicos significativos (4). La transmisión puede ser directa, por contacto con orina de roedores sobre mucosas o lesiones en la piel, o indirecta por contaminación de los alimentos y demás implementos utilizados en las granjas porcinas, encontrándose que el serovar Icterohaemorrhagiae es el reportado con más frecuencia en roedores (5).

Así mismo, los cambios en diferentes aspectos del manejo de los animales domésticos, como la implementación de modelos de producción extensivos, aumentan el riesgo de contacto entre pequeños mamíferos silvestres, roedores sinantrópicos, animales de producción y humanos. Particularmente, el riesgo de exposición ocurre en enfermedades cuya fuente del patógeno se encuentra en la fauna silvestre como es el caso de leptospirosis, que tiene múltiples huéspedes y, por lo tanto, genera graves consecuencias cuando hay sobrepoblación de especies sinantrópicas, propiciando la interfaz animales silvestres-domésticos (6).

La enfermedad en porcinos induce principalmente desórdenes reproductivos en las cerdas de cría; por lo tanto, la presencia de las diferentes especies de roedores, que son reservorio de *Leptospira*, es un factor de riesgo común para la presentación de leptospirosis en las producciones porcinas. En ocasiones no se presta la suficiente atención a la presencia de roedores o su difícil control ha llevado a grandes pérdidas productivas y económicas (7). Por lo tanto, el propósito de este artículo es describir el papel de los roedores en la transmisión de *Leptospira* en granjas porcinas determinando el impacto de estas especies a nivel epidemiológico y así aportar al desarrollo de programas apropiados de bioseguridad enfocados a la prevención y control de leptospirosis en las granjas porcinas, considerando que cada vez es más difícil combatir estas especies sinantrópicas involucradas en la transmisión de la bacteria, y así evitar pérdidas económicas para los productores.

Leptospirosis

Leptospirosis es una enfermedad infecciosa y de distribución mundial transmitida a la mayoría de especies animales y al hombre, que genera grandes pérdidas económicas en las granjas de producción, y que además es relevante para la salud pública por ser una zoonosis. Los signos clínicos son semejantes a los observados para otras infecciones como fiebre amarilla, dengue, malaria y enfermedades rickettsiales; esto asociado con la dificultad en el diagnóstico de la enfermedad ha generado que la leptospirosis sea una enfermedad subdiagnosticada en muchos países (8).

Etiología

El agente etiológico que produce la enfermedad es una espiroqueta perteneciente a la familia *Leptospiraceae*, al orden *Spirochaetales* y al género *Leptospira*; es un microorganismo Gram negativo de 6 a 20 µm de longitud por 0,1 µm de diámetro, aerobio obligado que crece a una temperatura óptima de 28 a 30°C; se han reportado 20 especies de *Leptospira* que se clasifican en tres grupos según su patogenicidad: 9 patógenas, 6 saprófitas y 5 intermedias, siendo *L. interrogans* la especie patógena más importante y *L. biflexa* la saprófita. Se han descrito 20 serogrupos en las especies de *Leptospira*, y en estos se encuentran agrupados según su composición antigénica más de 300 serovares que al mismo tiempo se dividen en cepas o genotipos (9).

Transmisión

Las leptospiras son transmitidas por diferentes especies animales, principalmente los roedores, en los que la infección es asintomática con colonización renal de la bacteria y excreción a través de la orina contaminando el ambiente, y aunque algunas especies patógenas de *Lep-*

Leptospira pueden sobrevivir en agua por muchas semanas, generalmente son muy sensibles a la desecación y al pH ácido (10). Se puede transmitir por contacto directo o exposición indirecta con orina de portadores, los cuales eliminan la bacteria contaminando fuentes de agua, alimentos y el suelo, promoviendo la infección a otros huéspedes vía membranas mucosas, percutánea y por heridas de la piel (11).

El periodo de incubación de *Leptospira* es en promedio de 10 días, y la bacteria comienza a eliminarse por la orina aproximadamente tres semanas después de la aparición de los síntomas; por lo tanto, el periodo de transmisibilidad depende de la duración de esta leptospiruria, que es prácticamente de por vida en el caso de los roedores que son el principal reservorio de *Leptospira*, y en el caso de otros animales puede ser de más o menos 1 mes, aunque puede durar hasta 11 meses (12).

Leptospirosis en porcinos

En la especie porcina, la infección más frecuente alrededor del mundo es la subclínica, que únicamente tiene evidencia serológica pero no de signos clínicos o estos son inaparentes debido a que la infección es endémica en las granjas porcinas, y se encuentra en hembras vacías y no lactantes, y en animales en etapa de crecimiento, en donde el animal es expuesto a la bacteria y manifiesta un nivel de anticuerpos contra ésta, pero ningún signo de enfermedad, y por lo tanto estos animales aparentemente sanos se convierten en portadores del microorganismo y lo eliminan al ambiente, propagándolo y siendo fuente de infección para otros animales susceptibles (13).

La leptospirosis en porcinos se manifiesta principalmente con signos como aborto, disminución en el número de lechones, nacimiento de lechones débiles e infertilidad temporal, aunque generalmente es subclínica, y su forma de presentación depende de factores como la bioseguridad de la granja, el tipo de explotación, los serovares circulantes, las medidas de higiene de la producción, la inmunización de los animales y la convivencia con otras especies tanto domésticas como silvestres, entre otros (14).

La especie porcina se puede infectar con cualquier serovar de las especies patógenas de *Leptospira* no solo con los serovares mantenidos por esta, que son principalmente Bratislava, Pomona y Tarassovi, sino también con otros como Hardjo, Canicola, Icterohaemorrhagiae y Grippotyphosa, mantenidos por otras especies animales presentes en la región, lo cual produce infecciones incidentales, y aunque por ser huéspedes no adaptados es más difícil que se infecten con estos serovares, cuando se infectan presentan signos severos de la enfermedad (15).

Modelos de leptospirosis en roedores

Los roedores tienen una relación comensal con *Leptospira*, por lo cual el microorganismo se mantiene viable, se multiplica y se elimina durante toda la vida de estos animales, e incluso pueden transferir la bacteria a sus crías en el periodo neonatal o a través de la placenta. Los roedores de los géneros *Rattus*, *Mus* y *Apodemus* son fuente principal de infección natural de *Leptospira* porque contaminan el ambiente, los alimentos y el agua través de su orina, poniendo en riesgo la salud humana y animal, especialmente en regiones cercanas a cuerpos de agua (16).

Los roedores del género *Rattus* son el principal reservorio asintomático de *Leptospira*, y han sido utilizados como modelo experimental de resistencia a la enfermedad, debido a que en éstos no se encuentran cambios histopatológicamente significativos, y además la fase de leptospiremia conduce a una rápida difusión y acumulación del microorganismo en los túbulos renales, y a la eliminación de las leptospiras de los demás tejidos diferentes al riñón, aproximadamente nueve días después de la infección, similar a lo encontrado en otros modelos experimentales como ratones, primates no humanos y conejillos de indias; igualmente, se ha reportado que los serovares Grippotyphosa e Icterohaemorrhagiae pueden colonizar el riñón y tienen una persistencia renal característica, pues se pueden depositar en los túbulos proximales hasta por más de 7 meses, aunque se necesitan dosis mayores a 10⁴ leptospiras/mL para inducir esta colonización así como para la transmisión de la bacteria entre los mismos roedores (17).

Son limitados los estudios sobre la patogénesis de la enfermedad en roedores, y lo poco que se conoce indica que ésta depende de diversos factores ambientales, como el clima, la temperatura y el pH de los suelos, lo que hace fácil la subsistencia de las espiroquetas y además estos factores influyen en la distribución geográfica de los serovares de *Leptospira*, que generalmente presentan diferente patogenicidad (18).

A través del análisis histopatológico de tejidos renales de ratas urbanas capturadas y ratas inoculadas experimentalmente, determinaron que la población presentaba una alta tasa de infección y que el hallazgo de nefritis intersticial no se puede atribuir únicamente a la leptospirosis clínica, debido a que los infiltrados inflamatorios renales pueden ser una reacción tardía de la infección por *Leptospira* en ratas. De esta manera, se confirmó el estado portador, la capacidad para diseminar la bacteria y la resistencia completa a la enfermedad clínica que generalmente se relaciona con lesiones inflamatorias subclínicas subyacentes, sin presentar daños renales, lo cual está asociado con la colonización persistente de la bacteria en bovinos y porcinos (19).

La carga renal de *Leptospira* depende del peso, la edad y el sexo de las ratas, debido a que el número de microorganismos en los tejidos renales puede estar relacionado con el área disponible para la colonización en los túbulos, cuyo tejido podría aumentar en animales jóvenes a lo largo de su crecimiento mientras que en adultos esta área puede haber alcanzado su máximo tamaño. Los machos tienen áreas de distribución mayores que las hembras, que algunas veces coinciden con las de otros roedores, por lo que al recorrer diferentes ambientes contaminados estos pueden estar más expuestos a la transmisión indirecta de *Leptospira*; adicionalmente los comportamientos agresivos y las peleas favorecen la transmisión de la bacteria a través de las heridas. También la carga renal se puede afectar por otros factores como la transmisión sexual, el tiempo transcurrido desde la infección, el serovar infectante, la presencia de infecciones simultáneas y factores genéticos (20).

Roedores en granjas porcinas

En las producciones porcinas se encuentran grandes poblaciones de roedores, por lo que en éstas se corre un riesgo alto de transmisión y presentación de la enfermedad, afectando la salud humana y animal debido a que los roedores son portadores de la bacteria incluso entre la fauna silvestre y los animales de las granjas. Adicionalmente, si se tiene en cuenta que las especies *Mus musculus* (ratón doméstico), *Rattus norvegicus* (rata parda) y *Rattus rattus* (rata negra) son habitantes comunes de las granjas porcinas en todo el mundo y pertenecen al orden Rodentia que representa el mayor grupo de mamíferos tanto en términos de número de especies como de individuos, se hace necesario generar estrategias de control en las granjas con el fin de reducir la población de roedores como alternativa para evitar la potencial transmisión de la bacteria, ya que estas especies se distribuyen en colonias territoriales con una densidad de población de 50 a 300 individuos en las granjas porcinas en áreas de 25 a 150 m pero pueden moverse 3 km alrededor, por lo tanto, el ambiente de las explotaciones porcinas es ideal para su supervivencia y por su gran población y distribución es difícil erradicarlos a pesar de la implementación de medidas de control (21).

Características generales e importancia en las granjas porcinas

Los roedores pueden reproducirse durante todo el año, aunque las épocas varían según la especie y las condiciones climáticas pero en general son muy prolíficos; los machos dominantes se aparean con varias hembras formando unidades reproductivas que se reconocen entre sí por el olor, la gestación dura de 18 a 25 días según la especie y pueden parir de 6 a 12 crías por camada en el caso de las ratas, y de

cinco a siete crías en el caso de los ratones. La capacidad reproductiva de estas especies las convierten rápidamente en plagas en las explotaciones porcinas, además éstas contaminan las fuentes de agua para el consumo de los animales porque habitan cerca de éstos y acceden fácilmente a las instalaciones debido a que se encuentran en desagües, cloacas, basurales, paredes y techos; y por su elasticidad pueden pasar a través de un orificio de 2,5 cm y realizar madrigueras con orificios de entrada de 5 a 6 cm, en el caso de la rata parda y la rata negra (22).

Adicionalmente, los roedores se ubican en mayor proporción en los sitios de almacenamiento de los alimentos y en los comederos de los animales, contaminándolos con su orina más que consumiendo el concentrado, lo que favorece la transmisión y dispersión de las espiroquetas (23).

Leptospira spp. en roedores

Los roedores, son huéspedes de mantenimiento principalmente de los serovares Icterohaemorrhagiae y Copenhageni; sin embargo, se ha reportado que los serovares Grippotyphosa y Pomona también están presentes en los túbulos renales de los roedores silvestres, por lo que estos son un importante reservorio natural de la infección en las granjas porcinas (24).

Las diferencias entre la permanencia y la población de cada una de las especies de roedores comúnmente encontradas en las granjas, dependen de las condiciones ambientales de cada región, y se cree que cada una de estas especies es reservorio específico de ciertos serovares, así Ballum en el ratón común, Icterohaemorrhagiae y Ballum en la rata negra, e Icterohaemorrhagiae y Copenhageni en la rata parda; en un estudio realizado en los llanos orientales de Colombia los serovares encontrados en estas tres especies de roedores fueron Pomona (7,1 %), Canicola (42,8 %) y Bratislava (100 %), demostrando que cualquier especie de roedor puede ser portador de otros serovares de *Leptospira* (25).

En el Reino Unido, reportaron una baja prevalencia de *Leptospira* en roedores y una seropositividad a los serovares Icterohaemorrhagiae y Bratislava; se estimó un 0 % por tinción de plata, 1 % por la Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT), 4 % por ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (Elisa), 4 % por cultivo y 8 % por inmunofluorescencia directa (IFD), con un 14 % total de animales positivos para al menos una de las pruebas evidenciando que existe una gran variación entre los resultados obtenidos, razón por la cual se debe tener precaución en la interpretación de las pruebas para no llegar a resultados erróneos (26).

En Colombia, en un estudio realizado en una zona urbana de la ciudad de Medellín reportaron que la presencia

de anticuerpos contra serovares de *Leptospira* que no están frecuentemente asociadas a *R. norvegicus*, es un indicador epidemiológico de que esta especie es un centinela de la circulación de diferentes serovares. En esta especie se encontraron títulos para Grippotyphosa (21,0 %), Icterohaemorrhagiae (20,4 %), Canicola (15,9 %), Ballum (11,5 %), Pomona (8,9 %), Shermani (6,4 %), Hardjo (5,7 %), Bratislava (5,1 %), Tarassovi (4,5 %) y Pyrogenes (0,6 %), donde 14 de las 64 muestras positivas aglutinaron para un único serovar, mientras que 30 manifestaron títulos para dos serovares; todo esto se puede atribuir a que los roedores se desplazan libremente y pueden tener contacto con otras especies animales que pueden estar infectadas con *Leptospira*, implicando que se amplió el espectro de infección para hospederos susceptibles como el hombre (27).

A través de la utilización de cultivo de riñón de *R. norvegicus* y *R. rattus*, fue posible el aislamiento y tipificación de *Leptospira interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae obteniendo una prevalencia del 45,8 % y 18,2 % respectivamente, con esto se confirma la importancia de estas especies como fuente de infección sin importar el sexo, el peso y la época del año, pero se debe resaltar que la especie *R. norvegicus* tiene un papel más importante en la transmisión de *Leptospira* porque su población es más abundante y es de mayor tamaño, dominando, desplazando y haciendo notoria la diferencia en jerarquía competitiva con *R. rattus* (28).

En Argentina se reportó una prevalencia de 30,1 % para *Leptospira* mediante aislamiento de la bacteria en muestras de orina de *R. rattus*. La eliminación de bacterias al ambiente por estos animales representa un problema para la salud pública en diferentes regiones geográficas, en las que a su vez existe diversidad en las especies de roedores; razón por la cual, es necesario conocer la prevalencia de *Leptospira* en estas poblaciones debido a que esta información es útil para tomar medidas de prevención y control (29).

Al realizar aislamiento y microscopía de campo oscuro de muestras obtenidas de corazón, pulmón, riñón, hígado y orina de roedores capturados en explotaciones porcinas de la zona cafetera de Colombia, se encontró una prevalencia del 82,7 % (62/75), lo que indica que una alta proporción de roedores en estas granjas porcícolas actúan como reservorios de *Leptospira*. Sin embargo, al utilizar la prueba MAT, solo se encontró una prevalencia de 3,3 % (1/30) de *Leptospira* en los roedores, siendo el serovar Pomona el serotipificado; estos resultados se pueden explicar porque los roedores no tienen una buena reacción inmunológica frente a los distintos serovares a los que están adaptados; además, los antígenos usados en la prueba serológica no contenían los serovares presentes en las granjas (30).

Al utilizar la prueba serológica de MAT, en Buenos Aires encontraron que el 52,3 % de 42 roedores fueron positivos a *Leptospira* y el 86,3 % de estos animales positivos correspondieron al serovar Canicola, el 54,5 % a Grippotyphosa, el 9 % a Icterohaemorrhagiae, el 4,5 % a Hebdomadis y el 63,6 % a Castellonis, y al realizar el aislamiento a través de cultivo de riñón de 25 animales se obtuvo un 96 % de positivos identificados como Icterohaemorrhagiae; así se evidencia que la respuesta de anticuerpos en roedores infectados es variable, lo que se muestra en los títulos bajos o indetectables en MAT, haciendo necesaria la detección de la infección por *Leptospira* mediante el aislamiento, y confirma que las infecciones de roedores pueden mantener una infección endémica en determinada zona (31).

En 1 164 sueros de roedores estudiados en Tailandia mediante la prueba de MAT se encontraron títulos contra *Leptospira* en las especies *Rattus exulans*, *R. rattus*, *Bandicota indica*, *B. savilei* y *R. norvegicus*, de las cuales fueron positivos el 6,9 % (22/317), el 5,0 % (23/464), el 3,5 % (6/170), el 2,6 % (1/38), y el 2,3 % (4/175), respectivamente, y el serovar predominante fue Pyrogenes, lo cual tuvo correlación con los serovares predominantes en humanos de la región, demostrando el riesgo que tienen las personas que trabajan en zonas rurales al tener contacto con agua contaminada con orina de estos animales infectados (32).

En un estudio realizado en Canadá, mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se obtuvo una prevalencia del 11,1 % (66/592) para *Leptospira interrogans* en *R. norvegicus*, confirmando la presencia de la bacteria en esta especie, la cual varía incluso en diferentes ubicaciones dentro de una ciudad, y de igual forma se reportó que una característica importante de la ecología de estos roedores es su agrupación marcada, que puede diferir incluso en pequeñas distancias geográficas, debido a que el área de distribución de las ratas pardas depende de la disponibilidad de refugio y alimentos, de la presión social de sus congéneres u otras especies de ratas y de la presencia de barreras que impidan su movimiento, por lo que la ausencia de cambios drásticos ambientales hace poco común la migración a largas distancias (33).

Asociación epidemiológica entre roedores y porcinos

Al asociar el agente etiológico entre roedores y porcinos, se debe tener en cuenta que existe poca correlación entre la clasificación serológica y genotípica, debido a que cepas serológicamente similares pueden ser genéticamente indistinguibles, y cepas genéticamente similares pueden ser serológicamente distintas, por lo tanto, es importante realizar estudios de epidemiología molecular que permitan identificar aislamientos de *Leptospira* de diferentes

fuentes como roedores, porcinos, personal de trabajo, agua, diferentes ambientes en las granjas como el suelo y las áreas de almacenamiento del alimento, con el fin de caracterizar los serovares circulantes en las granjas y establecer si existe relación epidemiológica entre las diferentes fuentes; por ejemplo, en Portugal a través de estas pruebas diagnósticas se ha aislado e identificado el nuevo serovar Altodouro, del serogrupo Pomona, representado por la cepa RIM 139 de *Leptospira kirschneri*, que no solo se encuentra en roedores silvestres sino que también puede infectar a los animales domésticos (34).

Control de roedores en granjas porcinas

Para un control efectivo de roedores en las granjas, se requiere la gestión integral de plagas (IPM, por sus siglas en inglés), que consiste en la implementación de diferentes sistemas de control ecológico y reúne una variedad de controles ambientales para reducir el crecimiento de la población, que son continuamente evaluados con relación a los niveles de daño que se pueden tolerar económica y socialmente mejorando la predicción de cuando las acciones de control deben ser tomadas (35).

El saneamiento es el primer método preventivo incluido en la IPM para roedores que permite disminuir la proliferación y presencia de estos; sin embargo, en las granjas porcinas es imposible impedir el acceso de estos animales a las áreas de almacenamiento de alimento y comederos. En este sentido, para reducir el impacto de los roedores en las granjas se hace necesario eliminar los posibles sitios de refugio y formación de madrigueras mediante la eliminación regular de escombros, el almacenamiento de concentrado en contenedores a prueba de roedores, apilando el alimento con espacio adecuado para inspeccionar y facilitar la distribución de trampas, y mantener un perímetro de aproximadamente 1 m libre de vegetación alrededor de las instalaciones (36).

El segundo método preventivo en las granjas porcinas es la adecuación de las instalaciones a prueba de roedores mediante la eliminación de agujeros y la protección de las áreas susceptibles a ser roídas con materiales duraderos como concreto, metal galvanizado, alambre, aluminio o ladrillo, con la ubicación de una tira de grava alrededor del perímetro de los cimientos, también por medio de la instalación de una cortina metálica enterrada antes de las paredes, e igualmente las puertas, divisiones y ventanas deben encajar a la perfección (37).

Cuando ya existe una infestación es necesario llevar a cabo el tercer método de la IPM que es la reducción de la población a través de técnicas como la utilización de trampas, cebos tóxicos y fumigación. Se debe tener en cuenta el costo-beneficio de estos métodos debido a que la presencia

de roedores causa grandes pérdidas económicas a la industria porcina, con un estimado de 6 350 000 dólares anuales en daño estructural; y posteriormente se debe realizar un seguimiento de la población, registrando las trampas que tuvieron éxito y las medidas de actividad roedora para determinar la necesidad de controles adicionales (38) ↻

Agradecimientos: Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad de La Salle por el acceso a las diferentes bases de datos que contribuyeron a la búsqueda de información para la construcción del documento.

Conflicto de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

1. Stuart AM, Prescott CV, MacIntyre S, Sethar A, Neuman BW, McCarthy ND, Wimalaratna H, Maiden MCJ. The role of rodents as carriers of disease on UK farms: a preliminary investigation. 8th European Vertebrate Pest Management Conference, Julius-Kühn-Archiv. 2011; 432: 198-199.
2. Jardine CM. Surveillance of disease agents of public health and agricultural significance in wildlife living on farms in Ontario. Wrap-up meeting of the 2008-2013 Animal Health Strategic Investment, University of Guelph, Canada: 1-6.
3. Adler B, De la Peña A. Leptospira and Leptospirosis. Veterinary Microbiology. 2010; 140: 287-296.
4. Tesic M, Zucic G, Kljajic R, Blagojevic M. Leptospirosis on a pig farm: health and economic significance and creation of eradication program. Proceedings of the 10th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics 2003: 1-3.
5. Hill W, Brown J. Zoonoses of Rabbits and Rodents. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice 2011; 14: 519-531.
6. Gortázar C, Ferroglio E, Höfle U, Frölich K, Vicente J. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. European Journal of Wildlife Research. 2007; 53: 241-256.
7. Orrego A, Giraldo G, Bohórquez A, Escobar J, Quiceno J, Ríos B, Santafé M, Hurtado J. Aproximación a la prevalencia serológica real de la leptospirosis en porcinos-cría. Rev. Corpoica 2001; 3 (2): 11-16.
8. Hernández-Rodríguez P, Díaz C, Dalmau E, Quintero G. A comparison between Polymerase Chain Reaction (PCR) and traditional techniques for diagnosis of leptospirosis in bovines. Journal of Microbiological Methods 2011; 84(1): 1-7.
9. Picardeau M. Diagnosis and epidemiology of leptospirosis. Médecine et maladies infectieuses 2013; 43: 1-9.
10. Levett P. Leptospirosis. Clinical Microbiology Reviews 2001; 14(2): 296-326.
11. Jorge S, Hartleben C, Seixas F, Coimbra M, Stark C, Larrondo A, Amaral M, Albano A, Minello L, Dellagostin O, Brod C. Leptospira borgpetersenii from free-living white-eared opossum (Didelphis albiventris): First isolation in Brazil. Acta Tropica 2012; 124: 147-151.
12. Instituto Nacional de Salud-INS. Protocolo de Vigilancia y Control de Leptospirosis, Grupo Enfermedades Transmisibles, Equipo Funcional Zoonosis, Vigilancia y Control en Salud Pública 2011: 1-21.
13. Jackson P, Cockcroft P. Polysystemic diseases. En: Jackson P, Cockcroft P. Handbook of Pig Medicine. Primera edición, Iowa, USA: Editorial Saunders Elsevier Health Sciences; 2007.

14. Feraud D, Abeledo M. Primer reporte en Cuba de *Leptospira interrogans* serovar Tarassovi y caracterización clínica epidemiológica en focos de Leptospirosis porcina. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* 2005; 6(4): 1-35.
15. Ellis WA. Leptospirosis. En: Zimmerman J, Karriker L, Ramirez A, Schwartz K, Stevenson G. *Diseases of Swine*. Décima edición. USA: Wiley-Blackwell; 2012.
16. Céspedes M. Leptospirosis: Enfermedad Zoonótica Emergente. *Rev. Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 2005; 22(4): 290-307.
17. Athanazio D, Silva E, Santos C, Rocha G, Vannier-Santos M, McBride A., Ko A, Reis M. *Rattus norvegicus* as a model for persistent renal colonization by pathogenic *Leptospira interrogans*. *Acta Tropica* 2008; 105: 176-180.
18. Tucunduva M, Calderwood M, Athanazio D, McBride A, Hartskeerl R, Pereira M, Ko A, Reis M. Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from an urban setting highly endemic for leptospirosis in Brazil. *Acta Tropica* 2008; 108: 1-5.
19. Tucunduva M, Athanazio D, Goncalves E, Silva E, Reis M, Ko A. Morphological Alterations in the Kidney of Rats with Natural and Experimental *Leptospira* Infection. *Journal of Comparative Pathology* 2007; 137: 231-238.
20. Desvars A, Michault A, Chiroleu F. Influence of risk factors on renal leptospiral load in naturally infected wild black rats. *Acta Tropica* 2013; 125: 258-261.
21. Backhans A, Fellstrom C. Rodents on pig and chicken farms - a potential threat to human and animal health. *Infection Ecology and Epidemiology* 2012; 2: 1-9.
22. Ricci M, Padín S. Roedores transmisores de enfermedades: medidas de prevención y control. *Guía de estudios universitarios*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de La Plata, Argentina 2001: 1-17.
23. Sepúlveda A, Dimas J, Preciado F. La rata y el perro, importantes vectores de la leptospirosis en explotaciones pecuarias de Cd. Guzmán, Jalisco. *Rev. Cubana de Medicina Tropical* 2002; 54: 21-23.
24. Ellis WA. Leptospirosis. En: Straw B, Zimmerman J, D'Allaire S, Taylor D. *Diseases of Swine*. Novena edición. USA: Blackwell Publishing; 2006.
25. Morales R, Bravo D, Moreno D, Góngora A, Ocampo A. Asociación serológica de la infección por *leptospira* en humanos, porcinos y roedores en una granja de Villavicencio-Colombia. *Rev. Orinoquia* 2007; 11(2): 73-80.
26. Webster JP, Ellis WA, Macdonald DW. Prevalence of *Leptospira* spp. in wild brown rats (*Rattus norvegicus*) on UK farms. *Epidemiology and Infection* 1995; 114: 195-201.
27. Agudelo-Flórez P, Arango J, Merizalde E, Londoño A, Quiroz V, Rodas J. Evidencia serológica de circulación de *Leptospira* spp en *Rattus norvegicus* naturalmente expuestos en una zona urbana colombiana. *Rev. Salud Pública (Bogotá)*. 2010; 12(6): 990-999.
28. Arango J, Cittadino E, Agostini A, Dorta G, Álvarez C, Colusi M, Koval A, Cabrera A, Kravetz F. Prevalencia de leptospirosis en *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus* en el Gran Buenos Aires, Argentina. *Ecología Austral* 2001; 11: 25-30.
29. Marder G, Ruiz RM, Ríos LM, Zorzo L, Merino D. Detección de leptospirosis en riñón de roedores de la ciudad de Corrientes: estudio preliminar, Universidad Nacional del Nordeste. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2006; 5 (008): 1-4.
30. Giraldo G, Orrego A, Betancurth A. Los roedores como reservorios de Leptospirosis en plantales porcinos de la zona central cafetera de Colombia. *Archivos de Medicina Veterinaria* 2002; 34(1): 69-78.
31. Scialfa E, Bolpe J, Bardón JC, Ridao G, Gentile J, Gallicchio O. Isolation of *Leptospira interrogans* from suburban rats in Tandil, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Argentina de Microbiología* 2010; 42(2): 126-128.
32. Wangroongsarb P, Petkanchanapong W, Yasaeng S, Imvithaya A, Naigowit P. Survey of Leptospirosis among Rodents in Epidemic Areas of Thailand. *Journal of Tropical Medicine and Parasitology* 2002; 25(2): 55-58.
33. Himsworth CG, Bidulka J, Parsons KL, Feng AYT, Tang P, Jardine CM, Kerr T, Mak S, Robinson J, Patrick DM. Ecology of *Leptospira interrogans* in Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in an Inner-City Neighborhood of Vancouver, Canada. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2013; 7(6): 1-9.
34. Paiva-Cardoso M, Arent Z, Gilmore C, Hartskeerl R, Ellis WA. Altodouro, a new *Leptospira* serovar of the Pomona serogroup isolated from rodents in northern Portugal. *Infection, Genetics and Evolution* 2013; 13: 211-217.
35. Tobin M, Fall M. Pest Control: Rodents. *USDA National Wildlife Research Center, Staff Publications* 2004; 67: 1-20.
36. See T. Control de roedores. *Boletín Bioseguridad* 2004; 4(18): 1-6.
37. Pierce R. Controlling rats. *University of Missouri Office of Extension* 2012: 1-6.
38. Vercauteren K, Hygnstrom S, Timm R, Corrigan R, Beller J, Bitney L, Brumm M, Meyer D, Virchow D, Wills R. Development of a Model to Assess Rodent Control in Swine Facilities. *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations* 2000; 7: 59-64.