



# Seroprevalencia y factores de riesgo de brucelosis y leptospirosis en cerdos en comunidades rurales de Argentina

Julia Analía Silva<sup>1\*</sup> ; Exequiel Alejandro Scialfa<sup>2,4</sup> ; Silvina Elena Gutiérrez<sup>1</sup> ; Adela Tisnés<sup>3</sup> ; Marcelo Gastón Rodríguez<sup>1</sup> ; Silvia Marcela Estein<sup>1</sup> ; Mariana Alejandra Rivero<sup>1</sup> .

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA); Facultad de Ciencias Veterinarias; Centro de Investigación Veterinaria de Tandil (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Tandil, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Zoonosis Rurales de Azul. Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de Ciencias Humanas. (CIG-IGEHC- CONICET). Tandil, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de Agronomía. Azul, Buenos Aires, Argentina.

\*Correspondencia: [juliasil@vet.unicen.edu.ar](mailto:juliasil@vet.unicen.edu.ar)

Recibido: Septiembre 2022; Aceptado: Febrero 2023; Publicado: Mayo 2023.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar la seroprevalencia de brucelosis y leptospirosis en cerdos de granjas de pequeña escala en áreas rurales del partido de Tandil, Argentina; analizar los factores de riesgo asociados; describir los serogrupos de *Leptospira* spp. prevalentes y determinar la distribución espacial de ambas enfermedades. **Materiales y métodos.** Se obtuvieron 340 muestras de suero. Se utilizaron la prueba de aglutinación en placa, la prueba de Rosa de Bengala y el Test de Polarización de la Fluorescencia para detectar anticuerpos contra *Brucella* spp. Se aplicó la Prueba de Aglutinación Microscópica para el diagnóstico de leptospirosis. Se utilizaron métodos estadísticos para evaluar los factores asociados a las infecciones. **Resultados.** Se observaron seroprevalencias de 0 y 22,6% para brucelosis y leptospirosis, respectivamente. Los serogrupos de *Leptospira* más prevalentes fueron: Canicola, Ballum, Icterohaemorrhagiae y Pomona. Los principales factores de riesgo asociados a la infección por leptospirosis fueron el mayor número de cerdos, la presencia de equinos y la presencia de jabalíes cerca o dentro de las granjas. Se asoció el uso de subproductos de cereal como alimento para los animales y el uso de cajón para el destete. Se detectó un agrupamiento espacial significativo de seropositividad a *Leptospira* spp. en un área de baja altitud. **Conclusiones.** La brucelosis probablemente esté controlada, pero *Leptospira* spp. se encuentra presente en estas producciones. El conocimiento de la seroprevalencia de la brucelosis y la leptospirosis, su distribución espacial y los factores de riesgo asociados puede ser útil para la prevención y el control de enfermedades zoonóticas endémicas en la región.

**Palabras clave:** Epidemiología; brucelosis; leptospirosis; cría; cerdos (*Fuente: DeCS*).

## ABSTRACT

**Objectives.** To determine the seroprevalence of brucellosis and leptospirosis in pigs reared on small-scale farms in rural areas of the district of Tandil, Buenos Aires Province, Argentina; to analyse the associated risk factors; to describe the prevalent *Leptospira* spp. serogroups; and to determine the

### Como citar (Vancouver).

Silva JA, Scialfa EA, Gutiérrez SE, Tisnés A, Gastón-Rodríguez M, Estein SM, Rivero MA. Seroprevalencia y factores de riesgo de brucelosis y leptospirosis en cerdos en comunidades rurales de Argentina. Rev MVZ Córdoba. 2023; 28(2):e3047. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3047>



©El (los) autor (es) 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

spatial distribution of both diseases. **Materials and methods.** A total of 340 serum samples were obtained. Buffer Plate Agglutination Test, Rose Bengal Test, and Fluorescence Polarisation Assay were used to detect antibodies against *Brucella* spp. Microscopic Agglutination Test was applied for serological diagnosis of leptospirosis. Statistical methods were used to evaluate the factors associated with the infections. **Results.** Seroprevalence of 0% and 22.6% was observed for brucellosis and leptospirosis, respectively. The most prevalent *Leptospira* serogroups identified were Canicola, Ballum, Icterohaemorrhagiae and Pomona. The main risk factors associated with leptospirosis infection were farms with a higher number of pigs and the presence of horses and wild boars near or within the farms. The use of milling by-products of cereal grains as animal feed and the presence of weaning cages were also associated. A relevant spatial cluster of seropositivity to *Leptospira* spp. was identified in a low-altitude area. **Conclusions.** Our results suggest that brucellosis is probably controlled, but *Leptospira* spp. are present in the farming systems under study. Knowledge of brucellosis and leptospirosis seroprevalence, spatial distribution and associated risk factors can be useful for the prevention and control of endemic zoonotic diseases in the region.

**Keywords:** Epidemiology; brucellosis; leptospirosis; farming; swine (*Source: DeCS*).

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años en la Argentina el sector porcino ha experimentado un interesante crecimiento debido al incremento en la producción y al aumento en el consumo de carne de cerdo y sus productos derivados. El 70% de la población de cerdos en el país está distribuida principalmente en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Las producciones porcinas están clasificadas en 3 categorías principales según el número de madres: pequeñas (hasta 100 madres), medianas (de 100 a 500 madres) y de gran escala (> 500 madres) (1). Se estima que alrededor del 39% corresponde a producciones porcinas en confinamiento con una productividad promedio de 20 lechones por madre/año. El resto de las producciones están constituidas por sistemas extensivos o mixtos (combinados con cría intensiva), cuya productividad estimada es de unos 10 a 14 animales por madre/año. Aunque en los últimos años ha aumentado el número de productores que iniciaron el proceso de intensificación sostenible, las producciones porcinas de pequeña y mediana escala (de 10 a 200 madres) siguen siendo los sistemas de cría predominante en el país (1).

Las pequeñas producciones representan más del 99% de la producción porcina en Argentina y están ubicadas principalmente en áreas peri-urbanas o rurales (2). Estas producciones son familiares o de traspatio y generalmente poseen estructuras precarias, la nutrición de los animales es inadecuada, la aplicación de normas de bioseguridad y de asistencia técnica es escasa, coexisten con otras especies domésticas y silvestres además se realiza la faena y venta de productos cárnicos sin control sanitario (3,4).

En Argentina, determinadas patologías de los porcinos, como la Peste Porcina Clásica y el Síndrome Respiratorio Reproductivo Porcino (ambas enfermedades exóticas), la enfermedad de Aujeszky, la tuberculosis, la triquinosis, la brucelosis y la leptospirosis, están bajo programas oficiales de vigilancia (5). Las tres últimas patologías mencionadas son enfermedades endémicas y se consideran un peligro para la salud pública debido a su gran potencial zoonótico (6).

La brucelosis y la leptospirosis continúan siendo las principales causas de problemas sanitarios en las producciones porcinas, provocando grandes pérdidas económicas en varios lugares del mundo (7,8).

Las infecciones causadas por *Brucella* spp. y *Leptospira* spp. persisten en animales domésticos y silvestres, constituyendo un riesgo para la transmisión hacia los humanos, especialmente en países en vías de desarrollo, donde las granjas se ubican en la cercanía de áreas residenciales, las condiciones ambientales, demográficas, ocupacionales y los factores socioeconómicos pueden favorecer el mantenimiento y la propagación de estos agentes infecciosos (9,10). Debido al rol de los pequeños productores en el crecimiento económico del sector porcino en Argentina, es importante evaluar los principales factores de riesgo que limitan el desarrollo económico.

La brucelosis es causada por bacterias del género *Brucella*. Estos patógenos intracelulares facultativos pueden sobrevivir dentro de células fagocíticas profesionales y no-profesionales y pueden infectar a múltiples especies de hospedadores (11,12). Esta enfermedad

crónica es una zoonosis de distribución mundial y permanece endémica en algunos países en vías de desarrollo. *B. melitensis* y *B. suis* han sido reconocidas como los principales agentes etiológicos de la brucelosis humana y porcina en Sudamérica, siendo *B. suis* el más extendido en Argentina (13). Particularmente, en nuestro país se han reportado 721 casos notificados y 102 casos confirmados de brucelosis humana en el año 2022 (14).

La brucelosis en los cerdos puede causar abortos, natimortos, muertes perinatales e infertilidad. La principal ruta de transmisión es la venérea, no obstante los animales también pueden infectarse a través del consume de alimentos o agua contaminados con productos de abortos, secreciones genitales u orina de animales infectados (12). La información epidemiológica de la brucelosis porcina provocada por *B. suis* es escasa. En el año 2013 se inició en Argentina un registro nacional de establecimientos libres de brucelosis, pero el control de la brucelosis porcina no es obligatorio para los pequeños establecimientos productivos.

La brucelosis humana ocurre con mayor frecuencia a través del contacto ocupacional con animales infectados, por la ingestión de carne insuficientemente cocida o debido a la inhalación de aerosoles que contienen *Brucella* spp. (11,15). La enfermedad tiene un amplio espectro de manifestaciones clínicas como fiebre, pérdida de peso, sudoración nocturna, artralgias y dolor de cabeza, las cuales pueden persistir de semanas a meses si no se aplica un tratamiento antibiótico adecuado (16).

La leptospirosis es causada por cepas patógenas del género *Leptospira* y particularmente es prevalente en vías de desarrollo donde las condiciones ambientales y socioeconómicas favorecen su transmisión (8,17). Los serogrupos de *Leptospira* spp. pueden presentar cierta afinidad con determinados animales hospedadores. Cada serogrupo puede adaptarse a uno o más especies de mamíferos hospedadores, denominados hospedadores de mantenimiento. Otras especies pueden actuar como hospedadores incidentales. En estos hospedadores, la enfermedad tiende a ser más severa y la duración del tiempo de leptospiuria suele ser más corta. Los cerdos son considerados hospedadores de mantenimiento del serogrupo Pomona, los perros del serogrupo Canicola, el ganado bovino del serogrupo Hardjo, Pomona y Grippotyphosa, los caballos del serogrupo Icterohaemorrhagiae, los jabalíes

de Pomona y algunas especies de roedores pueden ser hospedadores de mantenimiento de los serogrupos Icterohaemorrhagiae, Ballum y Copenhageni (18,19,20). En los gatos el rol como hospedadores incidentales o de mantenimiento de las leptospiras no está muy bien definido, pero algunos estudios sugieren que estos felinos se infectan principalmente a través de la caza de roedores, de esa manera pueden ser hospedadores de mantenimiento de leptospiras patógenas. Además, los gatos sanos que están expuestos al aire libre pueden eliminar especies de *Leptospira* a través de la orina y, por lo tanto, ser una fuente de infección para los humanos y para otros animales (21,22,23).

La amplia variedad de hospedadores y reservorios susceptibles, además de la dificultad para realizar el cultivo del agente etiológico, hacen que la leptospirosis sea muchas veces difícil de diagnosticar en los animales de producción, especialmente en la forma subclínica (24). *Leptospira* spp. se disemina a través de la orina de animales infectados y puede sobrevivir en el ambiente durante varios meses. Estas bacterias pueden ser la causa de epidemias y pandemias en humanos que habitan en áreas rurales y urbanas (25). Las condiciones sanitarias deficientes, el contacto con roedores, el contacto con animales infectados o sus secreciones, además de las inundaciones, son factores que están asociados con la presentación de la leptospirosis (26). Los reservorios de leptospiras más importantes son los pequeños mamíferos silvestres, los cuales pueden ser fuente de infección para los animales domésticos (27).

Las leptospiras persisten en los riñones y en el tracto genital de los porcinos y son excretadas a través de la orina y los fluidos genitales (28). Las manifestaciones clínicas en los cerdos pueden variar desde las formas subclínicas hasta los cuadros graves de la enfermedad. Las principales pérdidas de la producción porcina asociadas a la leptospirosis son los abortos, natimortos, el nacimiento de lechones débiles, la mortalidad perinatal y la infertilidad (29,30). Los síntomas más comunes de la leptospirosis humana incluyen fiebre, mialgia y dolor de cabeza. La forma más severa de la enfermedad se conoce comúnmente como Síndrome de Weil (en el cual pueden manifestarse formas ictericas, fallo renal y hemorragias), con una tasa de mortalidad del 5–15%. El compromiso a nivel pulmonar se produce en el 20-70% de los pacientes, con un nivel de gravedad que comienza con tos no productiva llegando hasta la

insuficiencia respiratoria, debido principalmente por la hemorragia pulmonar (31).

En el partido de Tandil, existen comunidades rurales cuya actividad económica principal es la agricultura. Los animales de producción cumplen un papel significativo a nivel económico y sociocultural, formando parte del bienestar de los habitantes de áreas rurales como fuente de alimento, de ingresos económicos, subsistencia, transporte y como forma de producción agrícola sostenible (32). El ganado lechero, ovino, las aves de corral y los cerdos son criados a traspatio y a pequeña escala, en contacto estrecho con los humanos. Estas condiciones de cría están caracterizadas por la falta de infraestructura acorde, se realizan a campo, donde se observa la presencia de roedores y otros animales silvestres y además no cuentan con las medidas de bioseguridad apropiadas, control sanitario ni asistencia técnica.

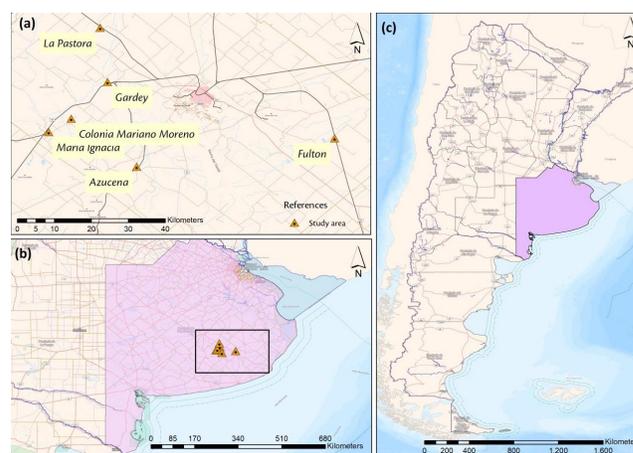
Dado el impacto que tienen estas enfermedades en la salud humana y animal y debido a la escasez de información epidemiológica en estas áreas, los objetivos de este estudio fueron: i) determinar la seroprevalencia de brucelosis y leptospirosis en cerdos criados en producciones de pequeña escala pertenecientes a áreas rurales del partido de Tandil (provincia de Buenos Aires, Argentina); ii) analizar los factores de riesgo asociados con ambas infecciones; iii) describir los serogrupos de *Leptospira* spp. prevalentes; y iv) analizar la distribución espacial de ambas enfermedades.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El estudio fue llevado a cabo en seis comunidades rurales del partido de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina: María Ignacia Vela (37°24'05.2"S - 59°30'21.5"W), La Pastora (37°07'46.1"S - 59°21'56.9"O), Azucena (37°29'02.9"S - 59°17'26.5"O), Gardey (37°16'49.7"S - 59°21'47.0"O), Colonia Mariano Moreno (37°22'50.8"S - 59°24'20.7"O) y Fulton (37°24'58.9"S - 58°48'33.7"O) (Figura 1).

**Diseño del estudio, toma de muestra y recolección de los datos.** Se realizó un estudio transversal en producciones porcinas de pequeña escala desde abril de 2017 hasta marzo de 2019. Se obtuvieron muestras de sangre de madres, padrillos, cachorras y capones los cuales no habían sido vacunados contra *Leptospira* spp. Las madres preñadas y en periodo de lactancia

fueron excluidas para evitar situaciones de estrés en esos animales. El porcentaje de muestreo en las producciones porcinas osciló entre el 22 al 100%. Cada animal muestreado fue identificado con una caravana. Se realizó un cuestionario de manera personal al propietario de los animales en cada establecimiento a fin de recabar información acerca de i) antecedentes clínicos y características individuales del animal (sexo, categoría, raza); ii) información epidemiológica y manejo sanitario de las piaras; y iii) antecedentes reproductivos.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las comunidades Rurales del partido de Tandil incluidas en el estudio (a). Ubicación de Tandil dentro de la provincia de Buenos Aires. (b). Ubicación de la provincia de Buenos Aires en Argentina (c).

**Diagnóstico serológico.** Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción yugular, con la aprobación del Comité de Bienestar Animal (Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Res CA 087/02). El suero se obtuvo mediante centrifugación a 1000 rpm durante 15 minutos y se conservaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  en el Laboratorio de Inmunología (CIVETAN-FCV-UNCPBA) para su posterior análisis.

Aunque el aislamiento de *Brucella suis* es la prueba de referencia, esto no siempre es posible. Por este motivo, y para incrementar la capacidad discriminadora del diagnóstico de brucelosis porcina, se realizó una combinación de técnicas. De esta manera, las muestras de suero fueron analizadas para detectar anticuerpos anti-*Brucella* spp. mediante el Test de Antígeno Bufferado en Placa (BPA) y el Test de Rosa de Bengala (RB) como pruebas tamiz, además se realizó el ensayo de Polarización de la Fluorescencia convencional (FPA, por sus

siglas en inglés) como prueba confirmatoria, de acuerdo con el Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para Animales Terrestres de la OIE (33). Los antígenos fueron provistos por el Laboratorio Biológico Tandil S.R.L (Tandil, Buenos Aires, Argentina). Además, se incorporó a éste análisis el FPA en microplaca, según está descrito por Gutiérrez et al. (34) con modificaciones, (las muestras de suero fueron diluidas en 1:5). Los resultados positivos o negativos fueron determinados por la presencia o ausencia de aglutinación visible (para las técnicas BPA y RB) y por aquellos valores  $\geq 85\text{mP}$  (para FPA). Los resultados fueron interpretados según los procedimientos recomendados por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (35).

Los anticuerpos anti leptospirosis patógenas fueron detectados mediante la Técnica de Microaglutinación (MAT) en el Laboratorio de Leptospirosis, del Departamento de Zoonosis Rurales (Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires), siguiendo el protocolo propuesto en la Guía para el Diagnóstico propuesta por la OIE (36). Se utilizó un panel de diez cepas de referencia de *Leptospira* spp.: *L. interrogans* serogrupo Canicola serovar Canicola cepa H. Utrecht IV, serogrupo Hebdomadis serovar Hebdomadis cepa Hebdomadis, serogrupo Icterohaemorrhagiae serovar Copenhageni cepa M20, serogrupo Pomona serovar Pomona cepa Pomona, serogrupo Pyrogenes serovar Pyrogenes cepa Salinem, serogrupo Sejroe serovar Wolfii cepa 3705 y serogrupo Sejroe serovar Hardjo cepa Hardjoprajitno; *L. borgpeterseni* serogrupo Ballum serovar Castellonis cepa Castellon 3 y serogrupo Tarassovi serovar Tarassovi cepa Perepelitsin y *L. kirschneri* serogrupo Grippytyphosa serovar Grippytyphosa cepa Castellon 3. Estas cepas estuvieron mantenidas a 28-30 °C en medio Ellinghausen-McCullough-Johnson-Harris (EMJH) con no más de 15 días de crecimiento. Las diluciones de los sueros se realizaron con Buffer Fosfato Salino (PBS) a pH=7,2 tomando 1 mL de suero, comenzando con una dilución 1:100. Las placas se incubaron a 30±2°C durante 90 minutos. Luego del periodo de incubación se efectuó la lectura microscópica de la mezcla suero-antígeno en microscopio de campo oscuro para observar las posibles microaglutinaciones. Se interpretó y se consideró como suero positivo en dilución  $\geq 1:100$  a todo aquel que presentó una ausencia del 50% de leptospirosis libres respecto al testigo en cualquiera de los serogrupos observados. La dilución de suero más alta con más del 50

% de aglutinación o, menor o igual al 50 % de leptospirosis libres, en comparación con el control negativo, se consideró el título del punto de corte de la MAT.

**Análisis estadístico.** Los datos de cada animal, las características de los establecimientos productivos y los resultados del laboratorio fueron incorporados a una base de datos construida en Epi-info 3.5.4.

Se estimó la prevalencia de anticuerpos anti-*Brucella* spp. y anti-*Leptospira* spp. con un intervalo de confianza (IC) del 95%. Las asociaciones entre la variable dependiente (seropositividad) y las variables incluidas en el estudio, se analizaron de manera univariada aplicando el test estadístico chi cuadrado. Si el valor esperado de una o más de las celdas se encontró menor a 5, se utilizó el Test exacto de Fisher para este mismo análisis. El Odd Ratio (OR) con su respectivo IC del 95% también se estimó para cada variable. La hipótesis nula planteada fue que no existieron diferencias entre los grupos involucrados en el análisis. Todos los test estadísticos se realizaron con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Las variables significativas  $p<0.2$  en el análisis univariado fueron incorporadas a un modelo multivariado de regresión logística. El método de estimación utilizado fue el de máxima verosimilitud con un criterio de convergencia de 0.01 para un máximo de 10 interacciones. La fuerza de asociación entre cada covariable y la seroprevalencia se expresó como un valor estimado por el OR y su respectivo IC95%.

El Árbol de Clasificación y Regresión (CART, por sus siglas en inglés), se aplicó a fin de comprender las interacciones entre las variables explicativas y los individuos seropositivos, además para predecir la variable respuesta (seropositividad) en relación a una serie de variables ingresadas.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando los *softwares* InfoStat y R Core Team (2020).

**Análisis espacial.** Todos los establecimientos productivos fueron georreferenciados utilizando un geolocalizador digital (GPS, por sus siglas en inglés). Además, se determinó el nivel de altitud del terreno. Para ello, se utilizaron cuatro cartas obtenidas desde un Modelo de Elevación Digital MDE-Ar v2.0, las cuales fueron aplicadas para construir un mapa de altitud del área de estudio seleccionada. Estas cartas presentaron

una resolución de 30 metros y una precisión vertical de 3 metros aproximadamente. Se generó una imagen mediante la unión de las cuatro cartas y se delimitó el área de estudio utilizando el *software* QGIS 3.8.3. Esta imagen se fue convertida a una capa vectorial, y se le asignó a cada celda un valor correspondiente a su altura sobre el nivel del mar. A partir de la información de la altitud de cada celda, se crearon 5 categorías con los respectivos niveles de esta magnitud. A los diferentes niveles de altura se les asignaron diferentes colores a fin de visualizar e identificar las áreas altas y bajas: a) 206.22–218.03 metros sobre el nivel del mar (msnm); b) 218.04–224.44 msnm; c) 224.45–230.6 msnm; d) 230.61–239.33 msnm; y e) 239.34–271.67 msnm.

Con el propósito de comparar la seropositividad en las diferentes ubicaciones (por ejemplo, en los diferentes establecimientos productivos estudiados), se construyeron gráficos de torta proporcionales según la seropositividad de cada uno de los establecimientos utilizando el *software* QGIS 3.8.3.

Los potenciales agrupamientos espaciales en el área de estudio fueron investigados utilizando las herramientas del *software* SaTScan v.7.0.1. El modelo Poisson fue aplicado para detectar patrones espaciales del número de eventos MAT-positivos en una ubicación geográfica, considerando cada establecimiento productivo como una unidad de análisis con una población en riesgo conocida (37).

## RESULTADOS

### Ubicación y características de los establecimientos de producción porcina.

En el estudio se incluyeron treinta y tres establecimientos productivos con un número de animales que osciló entre 2 y 28, ubicados en comunidades rurales del partido de Tandil. 20 producciones (60.6%) estaban ubicadas en María Ignacia Vela, 5 (15.1%) en La Pastora, 3 (9.1%) en Azucena, 3 (9.1%) en Gardey, 1 (3%) en Colonia Mariano Moreno y 1 (3%) en Fulton. En total fueron 340 cerdos de raza mixta entre los cuales se incluyeron: 261 madres (76.8%), 33 padrillos (9.7%), 24 cachorras (7%) y 22 capones (6.5%).

El sistema de cría de estas producciones de pequeña escala se realizaba de manera familiar y a traspaso en algunos casos. Respecto a las

condiciones de estructura y de manejo, todos los establecimientos (100%) se realizaban sobre piso de tierra, 32 (97%) de los establecimientos poseían parideras, 26 (78.8%) y 33 (100%) utilizaban contenedores de plástico o bateas realizados de manera artesanal como sistema de comederos y bebederos, respectivamente. Algunos de los productores porcinos aplicaban tratamiento antiparasitario anti ecto – o endoparásitos.

Entre los antecedentes reproductivos se registraron abortos (8%), muerte perinatal (1.15%), nacimiento de lechones débiles (0.4%) e infección endometrial (0.4%). Ninguno de los animales muestreados presentó signos compatibles con la brucelosis (como orquitis, atrofia testicular, secreciones vulvares o cojera) o con la leptospirosis (como ictericia, hemorragia, hematuria, fallo renal o muerte).

**Análisis de brucelosis.** Los anticuerpos anti-*Brucella* fueron detectados en 2/340 (0.6%) muestras a través del diagnóstico realizado mediante BPA y RB, ambos fueron negativos en el FPA convencional y en placa (seroprevalencia 0%; IC 95% 0-1.08).

**Análisis de leptospirosis.** De los 340 sueros porcinos analizados, 77 (22.6%, IC 95% 18.4–27.5) resultaron positivos a *Leptospira* spp. con títulos que oscilaron entre 1:100 y 1:200. Canicola fue el serogrupo más prevalente, seguido por Ballum, Icterohaemorrhagiae y Pomona (Tabla 1). Se produjeron reacciones cruzadas entre 2 serogrupos en 17 muestras (22%) y entre 3 o más serogrupos en 26 muestras (33%). De las 33 producciones porcinas analizadas, 22 (66.6%) presentaron al menos un animal positivo. La localidad con la mayor tasa de seropositividad detectada fue María Ignacia Vela (31.1%).

**Tabla 1.** Serogrupos y serovares prevalentes de *Leptospira* spp. en la población de estudio.

Serogrupo	Serovar	n/N (prevalencia %)	IC 95%
Canicola	Canicola	39/340(11.5)	8.4-15.5
Ballum	Castellonis	37/340(10.9)	7.9-14.8
Icterohaemorrhagiae	Copenhageni	27/340(7.9)	5.4-11.5
Pomona	Pomona	24/340(7.1)	4.7-10.5
Pyrogenes	Pyrogenes	7/340(2.1)	0.9-4.4
Hebdomadis	Hebdomadis	4/340(1.2)	0.4-3.2
Sejroe	Hardjo	4/340(1.2)	0.4-3.2
Tarassovi	Tarassovi	4/340(1.2)	0.4-3.2
Grippothyphosa	Grippothyphosa	1/340(0.3)	0-1.9

(n: Frecuencia; N: Población Total; CI95%: Intervalo de Confianza del 95%)

**Análisis univariado.** El análisis de los factores de riesgo se realizó únicamente para leptospirosis. Las características individuales del animal, la información epidemiológica, las condiciones estructurales y de manejo en las producciones porcinas, además de otras exposiciones ambientales relacionadas con la infección por *Leptospira* spp. se detallan en las Tablas 2,3,4,5. En el análisis univariado, la ubicación de los establecimientos en la localidad de María Ignacia Vela tuvo una asociación estadísticamente significativa ( $p=8.877E^{-05}$ , OR=2.85, IC95%=1.13 – 7.21) con la seropositividad a leptospirosis. Los establecimientos con más de 14 animales presentaron mayor riesgo respecto a los de menor número ( $p=0.00002$ , OR=3.1, IC95%=1.83–5.25). Además, aquellas producciones

que tenían más de 2 cachorras presentaron mayor riesgo ( $p=0.00005$ , OR=2.94, IC95%=1.73–5.1). En cuanto a las características individuales de los animales, como el sexo y la categoría no estuvieron estadísticamente asociados con la seropositividad ( $p=0.61$  y  $0.63$  respectivamente), (Tabla 3). El uso de subproductos de cereal como alimento presentó asociación ( $p=0.0001$ , OR=3.02, IC95%=1.70–5.48). Adicionalmente, el uso de un cajón destetador estuvo asociado con la infección ( $p=0.000006$ , OR=3.4 IC95%=1.98–5.8). La presencia de equinos y de aves de corral en las producciones porcinas fueron considerados factores de riesgo ( $p=0.002$ , OR=2.52, IC95%=1.4–4.54 y  $p=0.0001$ , OR=3.1, IC95%=1.7–5.5, respectivamente).

**Tabla 2.** Factores de riesgo de la seropositividad a leptospirosis en relación con las características de las producciones y las piaras. Resultados del análisis univariado.

Variable	Frecuencia (%)	Positividad (%)	p valor	OR	IC (95%)
Localidad			8.877E-05*		
Azucena	36 (10.6)	6 (16.6)		0.35	0.14–0.89
Colonia Mariano Moreno	8 (2.4)	1 (12.5)		0.25	0.03–2.08
Fulton	18 (5.3)	1 (5.5)		0.10	0.01–0.79
Gardey	26 (7.6)	2 (7.7)		0.15	0.03–0.64
La Pastora	43 (12.3)	2 (4.6)		0.08	0.02–0.36
María Ignacia Vela	209 (61.5)	65 (31.1)		2.85	1.13–7.21
Número de cerdos en el establecimiento			0.00002		
Hasta 14	196 (57.6)	28 (14.3)		0.32	0.19–0.55
14 o más	144 (42.4)	49 (34)		3.1	1.83–5.25
Madres en el establecimiento			0.094		
Hasta 16	196 (56.7)	38 (19.4)		0.64	0.39–1.11
16 o más	144 (46.4)	39 (27)		1.54	0.93–2.57
Padrillos en el establecimiento			0.98		
Uno	163 (47.9)	37 (22.7)		1.005	0.6–1.67
Dos o más	177 (52.1)	40 (22.6)		0.994	0.6–1.65
Cachorras en el establecimiento			0.00005		
Una	240 (70.6)	40 (16.7)		0.34	0.20–0.58
Dos o más	100 (29.4)	37 (37)		2.94	1.73–5.1
Capones en el establecimiento			0.3		
Uno	217 (63.8)	53 (24.4)		1.33	0.77–2.29
Dos o más	123 (36.2)	24 (19.5)		0.75	0.44–1.29

(OR: Odds ratio; IC95%: Intervalo de Confianza del 95%)

**Tabla 3.** Factores de riesgo asociados con la seropositividad a leptospirosis en relación a las características individuales de los cerdos. Resultados del análisis univariado.

Variables	Frecuencia (%)	Positividad (%)	P valor	OR	IC (95%)
Sexo			0.61		
Hembra	285 (83.8)	66 (23.15)		1.21	0.59–2.46
Macho	55 (16.2)	11 (20)		0.83	0.41–1.69
Categoría			0.63		
Madre	261 (76.8)	59 (22.6)		0.91	0.39–2.13
Padrillo	33 (9.7)	8 (24.2)		0.32	0.14–0.71
Cachorra	24 (7)	7 (29.2)		1.29	0.29–4.22
Capón	22 (6.5)	3 (13.6)		0.49	0.12–2.11

(OR: Odds ratio; IC95%: Intervalo de Confianza del 95%)

**Tabla 4.** Factores de riesgo asociados con la seropositividad a leptospirosis en relación con las condiciones de cría y de manejo en los establecimientos productivos. Resultados del análisis univariado.

Variables	Frecuencia (%)	Positividad (%)	P valor	OR	IC (95%)
Alimentación con balanceado			0.46*		
Si	10 (2.9)	1 (10)		0.37	0.05–3.10
No	330 (97.1)	76 (23)		2.69	0.33–21.61
Alimentación con granos (maíz y trigo)			0.47*		
Si	329 (96.8)	76 (23.1)		3.004	0.38–23.8
No	11 (3.2)	1 (9.1)		0.33	0.04–2.64
Alimentación con granos de soja y subproductos			0.71		
Si	139 (40.9)	33 (23.7)		1.11	0.66–1.9
No	201 (59.1)	44 (21.9)		0.9	0.54–1.5
Alimentación con subproductos de cereal			0.0001		
Si	196 (57.6)	59 (30)		3.02	1.70–5.5
No	144 (42.4)	18 (12.5)		0.33	0.18–0.6
Alimentación con desperdicios urbanos			0.02		
Si	118 (34.7)	18 (15.3)		0.5	0.27–0.9
No	222 (65.3)	59 (26.6)		2.01	1.12–3.6
Alimentación con pasto			0.004*		
Si	47 (13.8)	3 (6.4)		0.2	0.06–0.7
No	293 (86.2)	74 (25.3)		4.95	1.5–16.4
Alimentación con suero de la industria láctea			0.003*		
Si	43 (12.6)	2 (4.6)		0.14	0.034–0.61
No	297 (87.4)	75 (25.3)		6.93	1.64–29.33
Alimentación con pan			>0.9999*		
Si	2 (0.6)	0 (0)		-	-
No	338 (99.4)	77 (22.8)		-	-
Almacén del alimento			0.14*		
Bolsas en carro	26 (7.6)	2 (7.7)		0.33	0.02–4.59
Bolsón descubierto	222 (65.3)	47 (21.2)		1.07	0.12–9.84
Galpón	81 (23.8)	25 (30.9)		1.79	0.19–16.8
Silo	6 (1.8)	2 (33.3)		2	0.13–31.98
Tanque	5 (1.5)	1 (20)		0.25	0.03–2.24
Tipo de comedero			0.57		
Batea	247 (72.6)	54 (21.9)		0.85	0.49–1.5
Suelo	93 (27.4)	23 (24.7)		1.17	0.67–2.05
Paridera			0.71*		
Cemento	8 (2.4)	1 (12.5)		0.48	0.06–3.97
Suelo	332 (97.6)	76 (22.9)		2.08	0.25–17.16
Destete			0.000006		
Suelo	250 (73.5)	41 (16.4)		0.29	0.17–0.5
Cajón destetador	90 (26.5)	36 (40)		3.4	1.98–5.8

(OR: Odds ratio; IC95%: Intervalo de confianza del 95%)

**Tabla 5.** Presencia de animales domésticos y silvestres cerca o dentro de las producciones porcinas y su asociación con la seropositividad a leptospirosis. Resultados del análisis univariado.

Variables	Frecuencia (%)	Positividad (%)	P valor	OR	IC(95%)
Presencia de bovinos			0.08		
Si	140(41.2)	25 (17.9)		0.62	0.4-1.06
No	200 (58.8)	52 (26)		1.7	0.95-2.8
Presencia de ovinos			0.44		
Si	107 (31.5)	27 (25.2)		1.23	0.72-2.11
No	233 (68.5)	50 (21.5)		0.81	0.47-1.38
Presencia de equinos			0.002		
Si	64 (18.8)	24 (37.5)		2.52	1.4-4.54
No	276 (81.2)	53 (19.2)		0.4	0.2-0.7
Presencia de caninos			0.07		
Si	283 (83.2)	59 (20.8)		2.5	1.4-4.5
No	57 (16.8)	18 (31.6)		0.4	0.2-0.7
Presencia de aves de corral			0.0001		
Si	195 (57.4)	59 (30.3)		3.1	1.7-5.5
No	145 (42.6)	18 (12.4)		0.33	0.18-0.6
Presencia de felinos			0.16		
Si	65 (19.1)	19 (29.2)		1.55	0.84-2.84
No	275 (80.9)	58 (21.1)		0.65	0.35-1.18
Presencia de jabalíes ( <i>Sus scrofa</i> )			0.15		
Si	23 (6.8)	8 (34.8)		1.92	0.8-4.7
No	317 (93.2)	69 (21.8)		0.5	0.2-1.3
Presencia de roedores			0.13		
Si	256 (75.3)	53 (20.7)		0.65	0.4-1.14
No	84 (24.7)	24 (28.6)		1.53	0.9-2.7

(OR: Odds ratio; CI95%: Confidence interval of 95%)

**Análisis multivariado de los factores de riesgo asociados con la leptospirosis.**

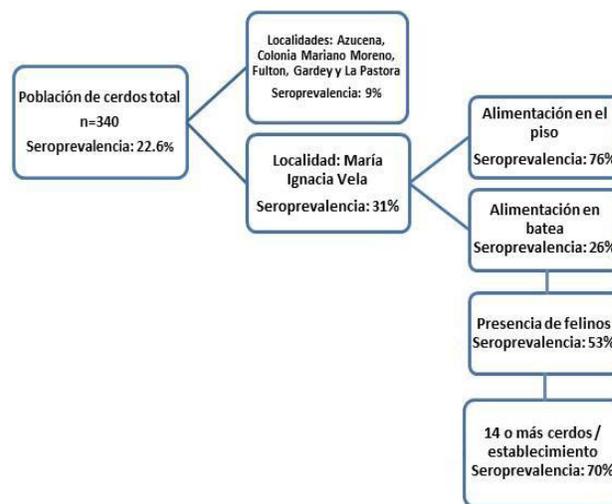
**Modelo de regresión logística.** Las variables  $p < 0.20$  resultantes del análisis univariado fueron incorporadas a un modelo de regresión logística. Las exposiciones "alimentación con pasto", "alimentación con suero de la industria láctea" y "almacenamiento del alimento" no se incluyeron en el modelo multivariado debido al número insuficiente de individuos expuestos a esos factores. Luego de realizar el análisis de regresión logística, las variables predictoras de la seropositividad a leptospirosis fueron los establecimientos productivos con 2 o más cachorras, la presencia de equinos y la presencia de jabalí cerca o dentro de las producciones (Tabla 6).

**Tabla 6.** Variables predictoras de la seropositividad a leptospirosis en las producciones porcinas de pequeña escala en el partido de Tandil, determinadas por el modelo multivariado de Regresión Logística.

Parámetro	Est	EE	OR	IC	LI	IC	LS	Chi <sup>2</sup>	P valor
Constante	-2.05	0.22	0.13	0.08	0.20	85.1	0.0001		
Dos o más cachorras	1.28	0.29	3.59	2.03	6.36	19.35	0.0001		
Presencia de equinos	1.13	0.32	3.10	1.65	5.84	12.33	0.0004		
Presencia de jabalíes ( <i>Sus scrofa</i> )	1.43	0.49	4.16	1.59	10.9	8.43	0.0037		

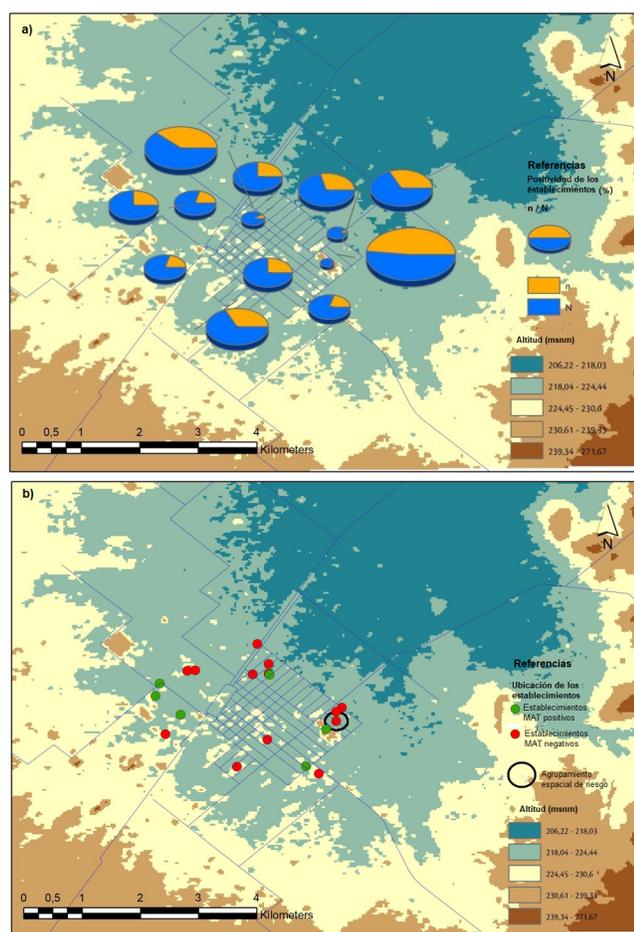
(Est: Estimador; EE: Error estándar; OR: Odds ratio; IC: Intervalo de Confianza (95%); LI: Límite Inferior; LS: Límite Superior).

**Árbol de Clasificación y Regresión (algoritmo CART).** El método CART se aplicó a fin de observar las interacciones predictivas ocurridas entre subgrupos de variables (Figure 2). Este análisis indicó que aquellos animales que estaban ubicados en María Ignacia Vela y eran alimentados en el suelo presentaron mayor riesgo de infección. Por otro lado, aquellos animales de la comunidad mencionada, que eran alimentados desde una batea, que tenían contacto con felinos y que además, provenían de establecimientos productivos cuyo número de animales era de 14 o más, tuvieron el mayor riesgo de exposición a leptospirosis.



**Figura 2.** Árbol de Clasificación y Regresión (algoritmo CART). Interacciones predictivas entre las variables asociadas con el riesgo de leptospirosis.

**Análisis espacial.** El análisis espacial se realizó únicamente en María Ignacia Vela. Se construyeron gráficos de proporción para las producciones georreferenciadas sobre un mapa de elevación (Figura 3(a)). En esta figura, cada establecimiento está representado por un gráfico de torta, cuyo tamaño depende del número de animales. Además, está indicada en color azul la proporción de cerdos seropositivos. Las producciones porcinas con la tasa de positividad más alta estaban ubicadas en sitios de baja altitud. La ubicación de estas producciones está representada a través de un punto en un mapa de elevación, donde se indica el resultado positivo (al menos un animal seropositivo), o negativo (ningún animal seropositivo) (Figura 3(b)). Un agrupamiento espacial significativo con altas tasas de positividad a MAT se detectó ( $p=0,0014$ ) en un área de baja altitud.



**Figura 3. a)** Gráficos de torta proporcionales en los establecimientos productivos ubicados en María Ignacia Vela sobre un mapa de elevación. El tamaño estándar del gráfico de torta está indicado en las referencias. **b)** Distribución espacial de las producciones (positivas o negativas a MAT) y agrupamiento espacial significativo con altas tasas de seropositividad a leptospirosis.

## DISCUSIÓN

El estudio de enfermedades zoonóticas como la brucelosis y la leptospirosis en áreas endémicas tiene relevancia epidemiológica, particularmente en las pequeñas producciones ubicadas en comunidades rurales, donde se conoce muy poco sobre su estado sanitario y sus características productivas. Las prácticas de cría en condiciones precarias, el cambio climático y las condiciones ambientales y geográficas como los niveles bajos de altitud favorecen la propagación de estas zoonosis.

Aunque en este estudio fueron registrados problemas reproductivos en los establecimientos de pequeña escala, no se detectaron anticuerpos anti-*Brucella* en las muestras de los cerdos incluídas. En contraposición, en un estudio de Bence et al (38) se halló recientemente que el 53% (10/19) de los cerdos adultos fueron seropositivos a *Brucella*, y se aisló *B. suis* biovar 1 de un padrillo aparentemente sano en una producción de pequeña escala en la Provincia de Buenos Aires. Es llamativo que la brucelosis fue detectada en animales debido a un caso clínico de esta enfermedad en un trabajador de un establecimiento porcino. Esta información resalta la importancia de realizar testeos en este tipo de producciones a fin de mejorar los aspectos productivos y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades entre animales y humanos. En otro estudio, Dibarbora et al (4) encontró que 4/68 (6%) establecimientos de crianza a traspatio y de pequeña escala en la misma provincia, tuvieron animales positivos a brucelosis. Por lo tanto, aunque en el presente estudio no se halló evidencia serológica de brucelosis, es recomendable la implementación de estrategias de control basadas en cuarentena y en pruebas serológicas a los animales durante 45 días a intervalos regulares para la vigilancia de esta enfermedad.

La seroprevalencia de la leptospirosis en cerdos varía sustancialmente entre diferentes regiones y países. En este estudio, la serorreactividad frente a *Leptospira* spp. fue detectada en el 22.6% de las muestras de suero de los porcinos analizados. A pesar de que los animales aparentemente estaban sanos, en algunas producciones se registraron signos y síntomas que son característicos de la enfermedad como abortos, muerte perinatal, nacimiento de crías débiles e infección endometrial. En las producciones donde se registraron estos signos y síntomas, se detectaron diagnósticos positivos a MAT.

La seropositividad a leptospirosis detectada fue similar a otras reportadas en Argentina (30%) y Brasil (19%) por Petrakovsky et al (39) y Hashimoto et al (40), respectivamente. Del mismo modo, el rango de prevalencias reportadas en otros países de América Latina en producciones de pequeña escala y/o de traspatio varía entre el 10.3% y el 61% en países como Colombia, Brasil y México (40,41,42).

Las reacciones cruzadas entre dos serogrupos se produjeron en un 22%, mientras que entre 3, 4 y 5 serogrupos ocurrieron en un 33,8%. Estos resultados fueron similares a los reportados en México en cerdos criados a traspatio (31.7% y 25,8%, respectivamente) (41). Sin embargo, las reacciones cruzadas observadas en este estudio son menores que las reportadas previamente por Ospina-Pinto et al (43) en una granja de mediana escala ubicada en Colombia, donde el 72.4% de los animales presentaron títulos frente a dos o más serogrupos.

Aunque la técnica de MAT no especifica el serovar de *Leptospira* infectante, proporciona información epidemiológica sobre los serogrupos de *Leptospira* que circulan en las especies animales (44). Los serogrupos más frecuentes detectados fueron: Canicola, Ballum e Icterohaemorrhagiae, lo que indica un contacto estrecho con otras especies animales que podrían ser huéspedes de mantenimiento, como los roedores y los caninos, o incidentales de estos serogrupos. Casualmente, la presencia de equinos y jabalíes en los establecimientos productivos se asoció con la seropositividad. Los equinos pueden actuar como portadores de *Leptospira* spp., alojando la bacteria en los riñones y eliminándola por orina, en consecuencia, contaminan el ambiente (45,46),

En Argentina el jabalí (*Sus scrofa*) es considerado una especie exótica invasora que se ha distribuido ampliamente en las zonas menos afectadas por las actividades antrópicas. A medida que la población de jabalíes aumentó, también lo hizo su contacto con otros animales domésticos, como los cerdos. Los jabalíes pueden actuar como reservorios de diversos patógenos potencialmente transmisibles a otras especies domésticas y también pueden afectar a la salud humana (47,48,49). En este sentido, se ha demostrado la infección por *Leptospira* spp. en jabalíes con el aislamiento de *Leptospira borgpetersenii* serogrupo Ballum en fetos abortados en la región patagónica de Argentina y en otros países (región de Toscana y Cerdeña) (50,51).

En cuanto a la presencia de felinos como factor de riesgo, algunos estudios sugieren que los gatos en áreas rurales y urbanas pueden ser huéspedes de mantenimiento de leptospirosis patógenas, resultando en una fuente potencial de infección para humanos y otras especies animales (22,23).

También en este estudio se halló que en los cerdos de las producciones ubicadas en María Ignacia Vela que se alimentaban en el suelo y aquellos animales ubicados en establecimientos con dos o más cachorras y con 14 o más animales, el riesgo de presentar leptospirosis fue mayor. Éstos pequeños productores probablemente no cuenten con instalaciones de infraestructura adecuadas para criar más animales en condiciones adecuadas como buenas prácticas sanitarias y un manejo adecuado de los animales.

El análisis espacial indicó que aquellas áreas con mayor riesgo de animales seropositivos estaban ubicadas en zonas de baja altitud. Ciertos factores ambientales como las aguas superficiales, la baja altitud y las inundaciones cumplen un papel importante en la transmisión de *Leptospira* spp. Estudios previos realizados en población porcina, en países de América como México y Brasil, determinaron esta asociación (41,52). A nivel regional, estos hallazgos coinciden con otra investigación llevada a cabo en población humana de comunidades rurales, donde las personas que habitaban en niveles de altitud bajos y en áreas inundables tenían mayor riesgo de infección por *Leptospira* spp. (53).

En base a los resultados del diagnóstico serológico, los anticuerpos anti-*Brucella* no fueron detectados en los cerdos analizados en este estudio. Sin embargo, la leptospirosis podría ser endémica en la población porcina de la región, y podría ser la causa de pérdidas económicas en las producciones de pequeña escala, además de ser un peligro potencial para la salud pública.

Este estudio provee evidencia científica acerca de la seroprevalencia y los factores de riesgo de la leptospirosis porcina, y además, contribuye a la implementación de medidas de prevención y control específicas.

## Conflictos de interés

Los autores declaran no poseer ningún conflicto de interés.

## Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con el soporte de la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). J.A. Silva es becaria de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. J.A. Silva es estudiante de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Ambiente y Salud (DCAAS) de la UNCPBA, Argentina. Agradecemos al personal del Laboratorio Biológico Tandil S.R.L (Tandil, Buenos Aires, Argentina), especialmente al Veterinario, Soto Javier.

## REFERENCIAS

1. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Anuario 2019 Porcinos. Subsecretaría de ganadería y producción animal: Argentina; 2019. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/archivos/000005-Anuario/190000-Anuario%202019.pdf>
2. SENASA. Informe estadístico de producción porcina. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria: Argentina; 2014. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/porcinos/informacion/informes-y-estadisticas>
3. Samartino L. Zoonosis En Los Sistemas De Producción Animal De Las Áreas Urbanas y Periurbanas De América Latina. Livestock Information and Policita Brean, AGAL; 2001. [https://www.fao.org/Ag/againfo/resources/en/publications/sector\\_discuss/PP\\_Nr2\\_Final.pdf](https://www.fao.org/Ag/againfo/resources/en/publications/sector_discuss/PP_Nr2_Final.pdf)
4. Dibarbora M, Cappuccio JA, Aznar MN, Bessone FA, Piscitelli H, Pereda A, Pérez D. Serological detection of *Brucella suis*, influenza virus and Aujeszky's disease virus in backyard and small swine holders in Argentina. Rev Argent Microbiol. 2017; 49(2):158-165. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.09.010>
5. SENASA. Guía de recomendaciones para la tenencia y producción familiar de cerdos. Programa de enfermedades de los Porcinos. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria: Argentina; 2015. [http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/manual\\_cerdos-version\\_2\\_0.pdf](http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/manual_cerdos-version_2_0.pdf)
6. Lovera R, Fernández MS, Jacob J, Lucero N, Morici G, Brihuega B, et al. Intrinsic and extrinsic factors related to pathogen infection in wild small mammals in intensive milk cattle and swine production systems. PLoS Negl Trop Dis. 2017; 11(6):e0005722. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005722>
7. Hartskeerl RA, Collares-Pereira M, Ellis WA. Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. Clin Microbiol Infect. 2011; 17(4):494-501. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03474.x>
8. Schneider M, Jancloues M, Buss D, Aldighieri S, Bertherat E, Najera P, et al. Leptospirosis: A Silent Epidemic Disease. Int J Environ Res Public Health. 2013; 10(12):7229-7234. <https://doi.org/10.3390/ijerph10127229>
9. Dean AS, Crump L, Greter H, Schelling E, Zinsstag J. Global Burden of Human Brucellosis: A Systematic Review of Disease Frequency. Carabin H, editor. PLoS Negl Trop Dis. 2012; 6(10):e1865. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001865>

10. Lounes N, Cherfa M-A, Le Carrou G, Bouyoucef A, Jay M, Garin-Bastuji B, *et al.* Human Brucellosis in Maghreb: Existence of a Lineage Related to Socio-Historical Connections with Europe. *PLoS One*. 2014; 9(12):e115319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115319>
11. cDermott JJ, Grace D, Zinsstag J. Economics of brucellosis impact and control in low-income countries. *Rev Sci Tech*. 2013; 32(1):249–261. <https://doi.org/10.20506/rst.32.1.2197>
12. Olsen SC, Palmer MV. Advancement of Knowledge of *Brucella* Over the Past 50 Years. *Vet Pathol*. 2014; 51(6):1076–1089. <https://doi.org/10.1177/0300985814540545>
13. Lucero NE, Ayala SM, Escobar GI, Jacob NR. *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiol Infect*. 2008; 136(4):496–503. <https://doi.org/10.1017/S0950268807008795>
14. Ministerio de Salud de la Nación (MSAL). Dirección de Epidemiología. Boletín epidemiológico Nacional. N°631. Ministerio de Salud de la Nación: Argentina; 2022. [https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2022-12/BEN\\_631\\_SE\\_49.pdf](https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2022-12/BEN_631_SE_49.pdf)
15. Olsen SC, Tatum FM. Swine brucellosis: current perspectives. *Vet Med (Auckl)*. 2017; 8:1-12. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S91360>
16. Heymann DL. Control of communicable diseases manual. No. Ed. 19. American Public Health Association. Washington DC, USA; 2008. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103167361>
17. WHO. Report of the Second Meeting of the Leptospirosis Burden Epidemiology Reference Group. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44588/9789241501521\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44588/9789241501521_eng.pdf)
18. WHO. Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003. <http://www.who.int/iris/handle/10665/42667>
19. Sykes JE, Reagan KL, Nally JE, Galloway RL, Haake DA. Role of Diagnostics in Epidemiology, Management, Surveillance, and Control of Leptospirosis. *Pathogens*. 2022; 11(4):395. <https://doi.org/10.3390/pathogens11040395>
20. Tagliabue S, Figarolli BM, D’Incau M, Foschi G, Gennero MS, Giordani R, Natala A, Papa P, Ponti N, Scaltrito D, Spadari L, Vesco G & Ruocco L. Serological surveillance of Leptospirosis in Italy: Two-year national data (2010–2011). *Vet Ital*. 2016; 52:129-138. <https://doi.org/10.12834/VetIt.58.169.2>
21. Hartmann K, Egberink H, Pennisi MG, Lloret A, Addie D, Belák S, *et al.* *Leptospira* species infection in cats: ABCD guidelines on prevention and management. *J Feline Med Surg*. 2013; 15(7):576-581. <https://doi.org/10.1177/1098612X13489217>
22. Azócar-Aedo L, Monti G, Jara R. *Leptospira* spp. in Domestic Cats from Different Environments: Prevalence of Antibodies and Risk Factors Associated with the Seropositivity. *Animals*. 2014; 4(4):612–626. <https://doi.org/10.3390/ani4040612>
23. akita T, Kuba Y, Kyan H, Okano S, Morita M, Koizumi N. Molecular and serological epidemiology of *Leptospira* infection in cats in Okinawa Island, Japan. *Sci Rep*. 2021; 11(1):10365. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89872-3>
24. Mori M, Bakinahe R, Vannoorenberghe P, Maris J, De Jong E, Tignon M, *et al.* Reproductive Disorders and Leptospirosis: A Case Study in a Mixed-Species Farm (Cattle and Swine). *Vet Sci*. 2017; 4(4):64. <https://doi.org/10.3390/vetsci4040064>
25. Lau CL, Smythe LD, Craig SB, Weinstein P. Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire? *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2010; 104(10):631–638. <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2010.07.002>
26. Costa F, Hagan J, Calcagno J, Kane M, Torgerson P, Martinez-Silveira M. Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015; 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003898>

27. Levett P, Haake D. *Leptospira* Species (Leptospirosis). Infectious Diseases and Their Etiologic Agents. 2015; 3:240,7. <https://elsevierjapan.com/Portals/0/images/pdf/Chapter%20240.pdf>
28. Iliis WA. Animal Leptospirosis. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2014. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_6)
29. Valença RMB, Mota RA, Castro V, Anderlini GA, Pinheiro Júnior JW, Brandespim DF, et al. Prevalence and risk factors associated with *Leptospira* spp. infection in technified swine farms in the state of Alagoas, Brazil. Risk factors associated with *Leptospira* spp. in swine farms. *Transbound Emerg Dis*. 2012; 60(1):79–86. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2012.01320.x>
30. Ospina-Pinto MC, Rincón-Pardo M, Soler-Tovar D, Hernández-Rodríguez P. Alteration of the Reproductive Indicators by the Presence of *Leptospira* spp. in Sows of Swine Farms. *Acta Sci Vet*. 2019; 47(1). <https://doi.org/10.22456/1679-9216.89894>
31. Haake DA, Levett PN. Leptospirosis in Humans. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2014; 387:65–97. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_5)
32. Moyo S, Swanepoel FJC. Multifunctionality of livestock in developing communities. The role of livestock in developing communities: Enhancing multifunctionality. 2010. <https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=a5ddEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Moyo>
33. Office International des Epizooties. OIE. Brucellosis (infection with *B. abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*). In *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. France, 2019; pp. 355–398. Disponible en: [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/A\\_summry.htm](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/A_summry.htm)
34. Gutiérrez SE, Lützel Schwab CM, Díaz AG, Estein SM. Fluorescence Polarization Assay for the Diagnosis of Anti-*Brucella abortus* Antibodies in Cattle Serum: Adaptation for its Use in Microplates and Comparison with Conventional Agglutination Tests. *J Vet Sci Med Diagn*. 2014; 3(3). <http://dx.doi.org/10.4172/2325-9590.1000140>
35. Nicola A, Elena S. Manual de diagnóstico serológico de la brucelosis bovina. Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Argentina. 2019; [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual\\_tecnicas\\_serologicas-2019-v4\\_brucelosis.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_tecnicas_serologicas-2019-v4_brucelosis.pdf)
36. Office International des Epizooties (OIE). Leptospirosis. In *Oie Terrestrial Manual*; OIE: Paris, France; 2014. <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/a-bsc-jan2015.pdf>
37. Ward MP, Carpenter TE. Analysis of time-space clustering in veterinary epidemiology. *Prev Vet Med*. 2000; 43(4):225–237. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00111-7](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00111-7)
38. Bence AR, Moran MC, Cacciato CS, Soto J, Gutierrez SE, Estein SM. Identification of a small-scale pig farm infected with *Brucella suis* linked to a clinical case of human brucellosis in Buenos Aires province, Argentina. *FAVE Secc Cienc Vet*. 2021; 20(1):34–40. <https://doi.org/10.14409/favecv.v20i1.10055>
39. Petrakovsky MJ, Tíno J, Esteves MJ. Leptospirosis porcina: prevalencia serológica en establecimientos productores de la República Argentina. *Rev MVZ Córdoba*. 2013; 18(1):3282–3287. <https://doi.org/10.21897/rmvz.189>
40. Hashimoto VY, Garcia JL, Spohr KAH, Silva FG da, Alves LA, Freitas JC de. Prevalência de anticorpos contra *Leptospira* spp. em bovinos, caninos, equinos, ovinos e suínos do município de Jaguapitã, estado do Paraná, Brasil. *Arq Inst Biol (Sao Paulo)*. 2010; 77(3):521–524. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p5212010>
41. Cruz-Romero A, Alvarado-Esquivel C, Romero-Salas D, Alvarado-Félix AO, Sánchez-Montes S, Hernández-Tinoco J, et al. Seroepidemiology of *Leptospira* infection in backyard pigs in Durango State, Mexico. *Eur J Microbiol Immunol*. 2018; 1–4. <https://doi.org/10.1556/1886.2018.00009>
42. Carreño LA, Salas D, Beltrán KB, Carreño LA, Salas D, Beltrán KB. Prevalencia de Leptospirosis en Colombia: revisión sistemática de literatura. *Rev. Salud Pública*. 2017; 19(2):204–209. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n2.54235>

43. Ospina-Pinto MC, Hernández-Rodríguez P. Identification of *Leptospira* spp. in the animal-environment interface (swine-water) in pig production cycle. *Trop Anim Health Prod.* 2021; 53(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02567-9>
44. Smythe LD, Tiengrim S, Peacock SJ, Wuthiekanun V, Suputtamongkol Y, Day NP, et al. The Microscopic Agglutination Test (MAT) is an unreliable predictor of infecting *Leptospira* serovar in Thailand. *Am J Trop Med Hyg.* 2009; 81(4):695. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2009.09-0252>
45. Hamond C, Martins G, Lawson-Ferreira R, Medeiros MA, Lilenbaum W. The role of horses in the transmission of leptospirosis in an urban tropical area. *Epidemiol Infect.* 2012; 141(1):33–35. <https://doi.org/10.1017/S0950268812000416>
46. Rodríguez-Torrens HC. Los equinos, al actuar como reservorios de *Leptospira*, pueden ser un riesgo al humano. *Rev Arch Med Camagüye.* 2019; 23(3):293-295. <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/issue/view/168>
47. Merino ML, Carpinetti BN. Feral pig *Sus scrofa* population estimates in Bahía Samborombón conservation area, Buenos Aires province, Argentina. *Mastozool Neotrop. J. Neotrop. Mammal.* 2003; 10(2):269-275. <https://mn.sarem.org.ar/article/feral-pig-sus-scrofa-population-estimates-in-bahia-samborombon-conservation-area-buenos-aires-province-argentina/>
48. Meng XJ, Lindsay DS, Sriranganathan N. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2009; 364(1530):2697–2707. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0086>
49. Petrakovsky J, Carpinetti B, Antonuci A. Prevalencia Serológica de *Leptospira* spp. en Cerdos Silvestres (*Sus scrofa*) en Bahía de Samborombón, provincia de Buenos Aires, República Argentina, en el Periodo 2013-2015. *Salud y Tecnología Veterinaria.* 2016; 3(1):23. <https://doi.org/10.20453/stv.v3i1.2759>
50. Brihuega B, Grune Löffler S, Samartino LE, Romero G, Auteri C, Martinez, M. First isolation of *Leptospira borgpetersenii* from fetuses of Wild boars (*Sus scrofa*). *Electronic Journal of Biology.* 2017; 13(1):63-56. <https://ejbio.imedpub.com/first-isolation-of-leptospira-borgpetersenii-from-fetuses-of-wild-boars-sus-scrofa.php?aid=18235>
51. Cilia G, Bertelloni F, Piredda I, Ponti MN, Turchi B, Cantile C, et al. Presence of pathogenic *Leptospira* spp. in the reproductive system and fetuses of wild boars (*Sus scrofa*) in Italy. *PLoS Negl Trop Dis.* 2020; 14(12):e0008982. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008982>
52. Santos CVB dos, Mathias LA, Feitosa PJ da S, Oliveira JMB, Pinheiro Júnior JW, Brandespim DF. Risk factors associated with leptospirosis in swine in state of Pernambuco, Brazil. *Arq Inst Biol (Sao Paulo).* 2019; 86. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000632017>
53. Silva JA, Scialfa EA, Tringler M, Rodríguez MG, Tisnés A, Linares S, et al. Seroprevalence of human leptospirosis in a rural community from Tandil, Argentina. Assessment of risk factors and spatial analysis. *Rev Argent Microbiol.* 2022; 55(1):49-59. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2022.02.007>