

Short Note [Nota Corta]



Identificación del virus de PRRS en cerdos criollos del valle del mezquital, Hidalgo, México y su relación con indicadores productivos y reproductivos †

[Identification of the PRRS virus in creole pigs of the mezquital valley, Hidalgo, Mexico, and its relationship with productive and reproductive indicators]

M.J. Segura-Peñañiel¹, J. F. Rivera-Benítez², Y. De Loera-Ortega³ and A.C. García-Contreras^{1*}

¹Laboratorio de Imagenología Zootécnica y Gestión Ambiental. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calz. del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX, Tel. 54 83 7000, México. Email: adelfa@correo.xoc.uam.mx

²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 15.5 carretera México-Toluca, Colonia Palo Alto, Alcaldía Cuajimalpa de Morelos, 05110, Ciudad de México, CDMX, Tel. 55 38718700 ext 80335, México

³Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala 54714 Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Despite their characteristics of resilience and rusticity, Creole pigs can be susceptible to viral agents that compromise their productive and reproductive capacities. Since its appearance, the Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus (vPRRS) has been a problem that deteriorates animal health and productivity, causing considerable economic losses and being one of the most important diseases in global pig farming, from the layers of intensive pig production to low-density breeding. **Objective:** The aim of this study was to identify the presence of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus (vPRRS) in creole sows and piglets and its relationship with the productive and reproductive indicators. **Methodology:** Seventy-six serum samples were collected from pregnant shows (n=30) and one hundred fifty-six organ samples from piglets that died during lactation (n=39) over a period of 11 months. Histological sections were made from the tissue samples in search of macroscopic and microscopic lesions. The molecular diagnosis of vPRRS was carried out by real-time RT-PCR, so the EZ-PRRSTM MPX 4.0 kit was used for the amplification of the viral genome. For serological diagnosis, enzyme-linked indirect immunosorbent assay (ELISA) was used. The ID Screen® PRRS Indirect and CIVTEST® SUIIS PRRS A/S kits were used. Finally, the productive and reproductive indicators of the creole sows were recorded and analyzed. **Results:** Within the macroscopic and microscopic lesions observed in the organs evaluated, morphopathological lesions in lung, lymph nodes and spleen were identified, however, serum and organ samples analyzed by realtime RT-PCR presented a Ct>35, in the same way, the detection of specific antibodies against vPRRS was negative. **Implications:** The Creole pigs evaluated for vPRRS identification were negative, which is a sign of high health in these pigs. **Conclusion:** The indicators evaluated were similar to those reported in other Mexican and Latin American creole pigs and were associated with deficiencies in management practices within the production unit.

Key words: Creole pig; Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome; diagnosis; productive evaluation.

† Submitted May 10, 2024 – Accepted May 18, 2026. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6691>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = M.J. Segura-Peñañiel: <http://orcid.org/0000-0003-0851-2943>; J. F. Rivera-Benítez: <http://orcid.org/0000-0002-5591-2379>; Y. De Loera-Ortega: <http://orcid.org/0000-0002-6822-8701>; A.C. García-Contreras: <http://orcid.org/0000-0003-1426-5512>

RESUMEN

Antecedentes: A pesar de sus características de resiliencia y rusticidad, los cerdos criollos pueden ser susceptibles a agentes virales que comprometen su capacidad productiva y reproductiva. Desde su aparición, el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (vPRRS) ha sido un problema que deteriora la salud y la productividad animal, provocando considerables pérdidas económicas y siendo una de las enfermedades de mayor importancia en la porcicultura mundial, incluida la producción de baja densidad animal, desde los estratos de la producción porcina intensiva hasta la crianza de baja densidad. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue identificar la presencia del vPRRS en cerdas y lechones criollos y su relación con los indicadores productivos y reproductivos. **Metodología:** Se colectaron 76 muestras de suero de cerdas gestantes ($n=30$) y 156 muestras de órganos de lechones que murieron durante la lactancia ($n=39$) durante un periodo de 11 meses. De las muestras tisulares se realizaron cortes histológicos en busca de lesiones macroscópicas y microscópicas. El diagnóstico molecular del vPRRS se realizó por RT-PCR en tiempo real, por lo cual se empleó el kit EZ-PRRS MPX 4.0® para la amplificación del genoma viral. Para el diagnóstico serológico, se utilizó el ensayo de inmunoabsorción indirecta ligada a enzimas (ELISA). Se emplearon los kits ID Screen® PRRS Indirect y CIVTEST® SUIIS PRRS A/S. Por último, se registraron y analizaron los indicadores productivos y reproductivos de las hembras criollas. **Resultados:** Dentro de las lesiones macroscópicas y microscópicas observadas en los órganos evaluados, se identificaron lesiones morfológicas en pulmón, linfonodos y bazo, sin embargo, las muestras de sueros y órganos analizados mediante RT-PCR en tiempo real presentaron un $C_t > 35$, del mismo modo, la detección de anticuerpos específicos anti vPRRS, resultó negativa. **Implicaciones:** Los cerdos criollos evaluados para la identificación del vPRRS fueron negativos, lo cual es una muestra de alta salud en estos cerdos. **Conclusión:** Los indicadores evaluados fueron similares a lo reportado en otros cerdos criollos de México y Latinoamérica. Los cerdos criollos no han tenido contacto con el agente viral de campo, en el periodo evaluado, por lo que los hallazgos histopatológicos y los indicadores evaluados fueron asociados a deficiencias en las prácticas de manejo dentro de la unidad de producción.

Palabras clave: cerdo criollo; Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino; diagnóstico; evaluación productiva.

INTRODUCCIÓN

La producción porcina constituye importantes ingresos económicos a nivel mundial al proporcionar una de las principales fuentes proteínicas de origen animal. En México, es una de las actividades económicas del subsector pecuario de mayor importancia, ocupando actualmente, el segundo lugar a nivel nacional en consumo de carne, después de la carne de pollo y seguida de la carne de bovino (COMECARNE, 2026; INAES, 2018). La carne de cerdo juega un papel de gran relevancia en la seguridad alimentaria, tanto en países desarrollados, como en vías de desarrollo, particularmente en el medio rural, donde por lo regular se concentran poblaciones de cerdos criollos en sistemas de producción de baja densidad (Sierra-Vásquez *et al.*, 2016).

La población rural tiene una gran relación con la producción pecuaria, y aproximadamente el 70% de estos a nivel mundial dependen del ganado como componente de su sustento. De acuerdo con la Base de Datos Mundial de la FAO sobre los Recursos Zoogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (DADIS), de un total de 7,616 especies usadas para la alimentación y agricultura, una cuarta parte de estas se encuentran en riesgo de extinción y está continúa acelerándose (Berghof *et al.*, 2018). Un ejemplo de ello, son los cerdos criollos o locales, que al igual que en otros países de América, han perdurado desde la época de la conquista por los españoles, sin embargo, no se tiene una cifra exacta de la población de cerdos criollos, ya que no existen datos disponibles o hay un desconocimiento del estado de riesgo de gran número

de biotipos y/o razas (FAO, 2010; Drucker and Anderson, 2004), lo que ha contribuido a la pérdida de diversidad zoogenética, consecuencia de la introducción de razas mejoradas (Salas, 2012).

Actualmente, en México existen tres genotipos de cerdos criollos reconocidos por la FAO; el cóscate o pata de mula, el cerdo pelón mexicano (CPM) y el cerdo *Ts'üdi Xirgo*, todos ellos reportados como en estado crítico (Sierra *et al.*, 2014; FAO, 2010; Lemus *et al.*, 2003). Sumado a lo anterior, debido a la alimentación, falta de medidas de bioseguridad, costos y ausencia de una asesoría técnica, los cerdos criollos están en riesgo de no expresar su potencial productivo (Linares *et al.*, 2011). Poco se conoce sobre aspectos de salud de los cerdos criollos, sin embargo, se hace hincapié en que sus componentes de rusticidad (Suárez-Mesa *et al.*, 2021; Lemus and Ly, 2010) y resiliencia los hacen menos propensos a enfermedades, no obstante, aquellas enfermedades de etiología viral pueden estar presentes y ser diseminadas entre estos u otras razas, además de ser un factor predisponente de falla reproductiva y baja productividad.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue identificar la presencia del virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (vPRRS) en cerdas y lechones criollos (*Ts'üdi Xirgo*) y su relación con los indicadores productivos y reproductivos.

METODOLOGÍA

La presente investigación, se llevó a cabo en la región del Valle del Mezquital, en el Estado de Hidalgo,

México, en un periodo de 11 meses, comprendido de julio 2021 a junio 2022.

Las instalaciones utilizadas en la Unidad de Producción de cerdo criollo (UPCC) cuentan con ventilación natural, comederos portátiles y bebederos automáticos de chupón. El diseño del alojamiento es de tres tipos: corrales con pared y piso de cemento, corral elevado con piso de slat o rejilla y fosa de deyecciones y corrales de tierra. La alimentación de los cerdos está basada en maíz y concentrado proteínico comercial (38% proteína), los cuales se mezclan para obtener una dieta balanceada con un nivel de 14% de proteína y 3250 kcal de energía metabolizable para reproductoras.

Durante el manejo reproductivo, se determinó visualmente la condición corporal, mientras que la grasa dorsal se obtuvo mediante evaluación ultrasonográfica en la Posición P2 de las hembras al momento de la monta, posteriormente se procedió a la inseminación artificial (IA) aplicando tres dosis seminales por hembra con intervalo de 12 horas entre dosis. El diagnóstico de gestación se realizó mediante la ausencia de celo a los días 21 y 70 post-IA, y posteriormente, se confirmó con ultrasonografía (Preg-Tone® Renco Corporation, USA) al día 28. Durante el resto de la gestación se revisó periódicamente la repetición de celos, considerando la probabilidad de aborto o reabsorción.

Una semana previa a la fecha de parto, las cerdas se ingresaron al área de maternidad (bajo observación y cuidado hasta el inicio del parto). Al inicio del parto, se procedió al registro del número total de lechones nacidos: vivos, muertos, mortinatos y momificados. Además, se registró el peso al nacimiento de cada lechón, debido a que infecciones causadas por vPRRS pueden afectar el desarrollo fetal y con ello, el peso o tamaño de los lechones al nacimiento.

Colecta de muestras

Para calcular el tamaño de muestra adecuada para esta investigación, se utilizó el programa informático Winepi®, para lo cual, se tuvo en cuenta el inventario total de cerdas, el inventario total de animales, y la cantidad de cerdos que presentaron signos clínicos sugestivos a infección por vPRRS. Se consideró un nivel de confianza del 95% y una prevalencia esperada del 10%.

Se obtuvieron 76 muestras de suero sanguíneo de 30 cerdas de diferente tercio de gestación (23% primero; 40% segundo; 36.66% tercer tercio); asimismo, se colectaron 156 muestras de órganos (pulmón, tonsilas, linfonodos y bazo) de 39 lechones que murieron durante la lactancia.

Diagnóstico molecular y serológico

Se realizó la extracción de ácidos nucleicos (ARN) a las muestras de suero y de órganos colectados, se utilizaron los QIAamp Viral RNA Mini Kit® y RNeasy® mini kit (Qiagen), respectivamente. Se obtuvieron 80 µL de ARN total a partir de 140 µL de suero y 350 µL del macerado de cada tejido. Las muestras de ARN fueron cuantificadas en un biofotómetro a una longitud de onda de 260 nm, se obtuvo la relación 260nm/280nm para verificar su pureza y calidad. En promedio se obtuvieron cuantificaciones de 200ng/µL y el criterio de selección en relación a la calidad de la muestra fue aquella que mantuvo un valor de 1.8 a 2.1. Posteriormente, se realizó el diagnóstico molecular del genotipo americano de vPRRS mediante RT-PCR en tiempo real, para lo cual se utilizó el kit EZ-PRRS MPX 4.0, TETRACORE. Se colocaron 9 µL de la mezcla de reacción y 3.5 µL del ARN previamente extraído de cada muestra (sangre y tejidos), y de los controles negativo y positivo (reactivos incluidos en el kit). El control positivo empleado fue el NA PRRSV positive control Cat. TC-9061-096 TETRACORE y ARN del vPRRS cepa de referencia VR-2334. El control para verificar que la reacción se efectuó adecuadamente fue el Inhibition Control (IC), este nos permite identificar si existen inhibidores durante la PCR. Como control negativo se empleó ARN de muestras negativas y agua libre de nucleasas. Los canales de lectura para la amplificación positiva a la detección del vPRRS fue el canal FAM y para el IC el canal Cy5. Las muestras fueron consideradas positivas si se registraban valores iguales o inferiores al ciclo de cuantificación (Ct) 35.

El diagnóstico serológico se realizó mediante el ensayo inmunoenzimático (ELISA) indirecto, para la detección de anticuerpos (IgG) contra vPRRS en las muestras de suero sanguíneo de las cerdas gestantes, para ello se emplearon los paquetes ID Screen® PRRS Indirect, IDVET (Paquete 1) y CIVTEST® SUIS PRRS A/S, HIPRA (Paquete 2), siguiendo las indicaciones del fabricante. La densidad óptica fue capturada en ambos casos a una longitud de onda de 450nm. Se emplearon los sueros controles positivos y negativos del paquete, como referencia. Para el paquete 1 se interpretó de la siguiente forma, se consideró a un suero negativo cuando la relación de la densidad óptica de la muestra/positivo fue menor a 0.4 y positivo cuando fue igual o mayor a 0.4. Para el caso del paquete 2, la interpretación se basó en el índice relativo, el cual al ser menor a 20, se consideró como muestra negativa y al ser mayor o igual a 20, como muestra positiva.

Indicadores reproductivos y asociados a falla reproductiva

Para la colecta y el manejo de la información, se utilizó la identificación animal mediante aretes y se diseñó un formato de registro utilizado únicamente para esta investigación, en el cual se recopilaban los datos de manejo y producción de cada una de las hembras.

Los datos fueron almacenados en una hoja de cálculo de Excel. Posteriormente, se ingresó la información en el software de gestión de granjas porcinas PigCHAMP®, el cual permitió obtener los indicadores de producción de forma individual (hembras) y global en las unidades de producción porcina (UPP). En la Tabla 1, se muestran los indicadores reproductivos evaluados en cada cerda.

Los datos fueron analizados para establecer el nivel productivo de cada hembra, así como identificar la evidencia de falla reproductiva asociada a problemas virales, en particular PRRS.

Tabla 1. Indicadores reproductivos y asociados a falla reproductiva evaluados en cerdas criollas.

Indicadores reproductivos	Indicadores asociados a falla reproductiva
Número de partos/hembra/año	Días abiertos
Tasa de fertilidad (%)	Lechones Nacidos Muertos (LNM)
Tasa de repeticiones (%)	Mortalidad en lactancia (%)
Número de servicios por parto	Tasa de abortos (%)
Duración de gestación (días)	Tasa de momias (%)
Duración del parto (días)	Tasa de reabsorciones embrionarias (%)
Intervalo entre partos (días)	
Lechones Nacidos Totales (LNT)	
Lechones Nacidos Vivos (LNV)	
Peso de lechones y camada al nacimiento (kg)	
Peso de lechones y camada al destete (kg)	
Lechones destetados (LD)	
Duración de lactancia (días)	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de la carga viral del vPRRS

Las muestras de sueros de cerdas gestantes y órganos de lechones analizadas mediante RT-PCR en tiempo real presentaron un valor Ct (Cycle threshold) mayor a 35, por lo que fueron consideradas como negativas, a diferencia del testigo positivo, el cual presentó un Ct de 28 y el IC el cual se identificó en todas las muestras analizadas. Chand *et al.* (2012) mencionan que el vPRRS puede permanecer en los cerdos (viremia) durante un periodo que va desde 10-12 semanas y hasta 4-6 meses, además, el tiempo de excreción del virus varía de dos hasta 92 días (Pileri, 2015). Aunado a lo anterior, Dee *et al.* (2004) mencionan que el virus es capaz de diseminarse mediante aerosoles o partículas de aire desde 120 m hasta al menos 3.3 Km y se ha identificado que las moscas domésticas y los mosquitos pueden servir como vectores mecánicos de transmisión del vPRRS (Pitkin *et al.*, 2009).

Asimismo, Rahe and Murtaugh (2017) mencionan que en animales jóvenes la viremia puede durar más de un mes, por lo que el virus puede alojarse en distintos órganos, como corazón, hígado, riñones, cerebro, pulmón, nódulos linfáticos peribronquiales, timo, tonsilas, médula ósea y bazo, sin embargo, los resultados obtenidos indican que estos cerdos no presentan carga viral en el periodo evaluado (11 meses).

Detección de anticuerpos contra vPRRS

Con relación a la detección de anticuerpos contra vPRRS, los resultados obtenidos fueron negativos (en ambos paquetes comerciales no se alcanzó el punto de corte previamente establecido). Loving *et al.* (2015) mencionan que los anticuerpos contra vPRRS son detectables entre 6 y 21 días postinfección y disminuyen a los 4 a 6 meses, aunque pueden prolongarse hasta un año. Cabe destacar que, para esta investigación, el muestreo de las hembras se realizó por un periodo de 11 meses en diferentes etapas de gestación, obteniendo un 100% de sueros negativos, considerando lo anterior como muestras que no presentan respuesta inmune (IgG) contra la cepa norteamericana del vPRRS.

Identificación de lesiones macroscópicas y microscópicas

Lesiones macroscópicas

Dentro de las lesiones macroscópicas encontradas en los órganos evaluados (Tabla 2), se identificaron hallazgos morfológicos en pulmón, linfonodos y

bazo, mientras que, en el caso de tonsilas no se identificaron cambios patológicos aparentes (SCPA).

En la necropsia se evidenciaron lechones con neumonía intersticial y pleuroneumonía fibrinosa, los pulmones presentaron zonas hemorrágicas multifocales y no colapsados (Figura 1). En órganos linfoides se identificó congestión e hipertrofia (Figura 2 y 3).

El vPRRS se caracteriza por causar neumonía en lechones y cerdos destetados, además de que afecta la función reproductora en las hembras (Figueroa, 2016).

Álvarez and Ruíz-Fons (2013) mencionan que en casos de brotes ocasionados por vPRRS predominan lesiones neumónicas fibrino purulentas asociadas a infecciones secundarias por agentes bacterianos, así como. Además, se ha reportado aumento de tamaño de los linfonodos en cerdos jóvenes (Espinoza and Ramírez, 2021). Aunado a lo anterior, Huong *et al.* (2016) mencionan que entre las principales lesiones a nivel macroscópico se encuentran consolidación y congestión en pulmón, aumento de tamaño, congestión en bazo y en linfonodos.

Lesiones microscópicas

Dentro de las lesiones microscópicas observadas en los órganos evaluados (Tabla 3), se identificaron hallazgos morfológicos en pulmón (Figura 4), linfonodos (Figura 5) y bazo, mientras que, en el caso de tonsilas no se observaron cambios patológicos aparentes (SCPA).

La evaluación microscópica de tejido pulmonar reveló neumonía intersticial de grado variable (leve, moderada o severa), con algunos casos presentando proceso neumónico infeccioso de tipo bacteriano asociado. En bazo se observó esplenitis generalizada de leve a moderada y los órganos linfoides mostraron linfadenitis generalizada y depleción linfóide de leve a moderada.

López-Heydeck *et al.* (2015) mencionan que entre las principales lesiones microscópicas generadas por vPRRS, se encuentran neumonía intersticial asimétrica en pulmón, infartos e infiltración de eritrocitos en bazo y congestión en linfonodos.

Tabla 2. Hallazgos macroscópicos en órganos evaluados de lechones criollos muertos.

Órgano	Lesión	Leve		Grado Moderada		Severa		Ausencia	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Pulmón	Neumonía intersticial	12	31	16	42	-	-	3	7
	Pleuroneumonía fibrinosa	6	15	2	5	-	-		
Bazo	Congestión	-	-	18	46	-	-	5	13
	Esplenomegalia	11	28	5	13	-	-		
Linfonodos	Linfadenitis	8	20	5	13	-	-	12	31
	Congestión	-	-	14	36	-	-		

n: número de lechones criollos con lesiones

%; porcentaje de lechones criollos con presencia de lesiones

Tabla 3. Hallazgos microscópicos en órganos evaluados de lechones criollos muertos.

Órgano	Lesión	Leve		Grado Moderada		Severa		Ausencia	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Pulmón	Neumonía intersticial mononuclear	-	-	5	13	6	15	4	10
	Neumonía intersticial mixta	7	18	6	15	2	5		
	Bronconeumonía intersticial mixta	-	-	4	10	-	-		
	Bronconeumonía intersticial mononuclear	5	13	-	-	-	-		
Bazo	Esplenitis mixta generalizada	18	46	15	38	-	-	6	15
Linfonodos	Linfadenitis mixta generalizada	12	31	5	13	-	-	7	18
	Depleción linfóide	8	20	7	18	-	-		

n: número de lechones criollos con lesiones

%; porcentaje de lechones criollos con presencia de lesiones

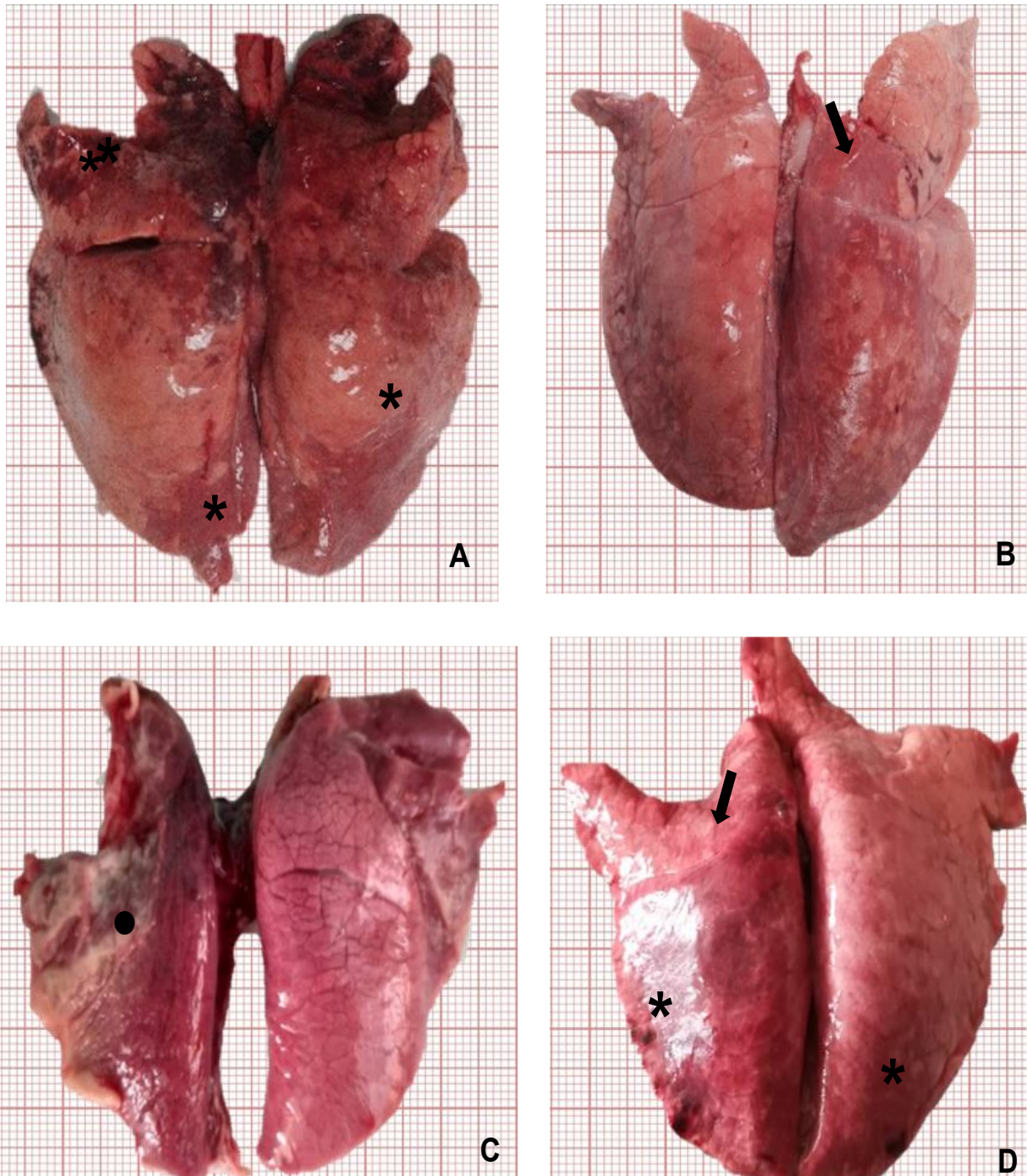


Figura 1. Lesiones macroscópicas en pulmón. A. Zonas hemorrágicas multifocales (asterisco*); B. Neumonía intersticial con ausencia de colapso pulmonar (flecha); C. Pleuroneumonía fibrinosa (punto); D. Neumonía intersticial (flecha) y hemorragias multifocales en lóbulos caudales (asterisco).

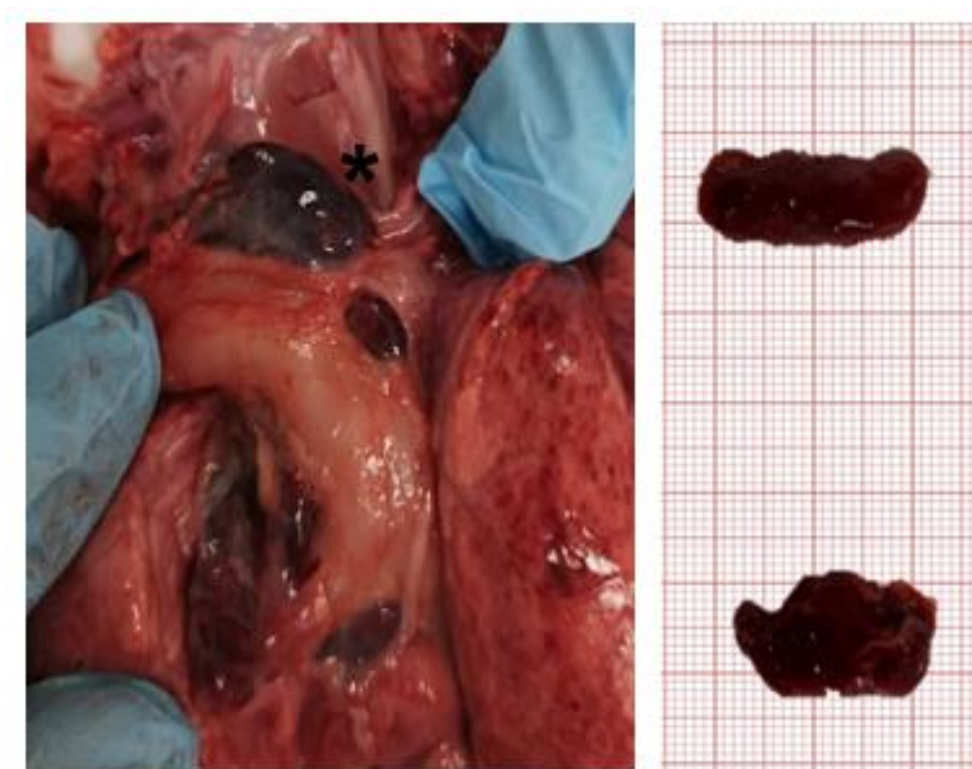


Figura 2. Lesiones macroscópicas en linfonodos (Congestión y linfadenitis*).

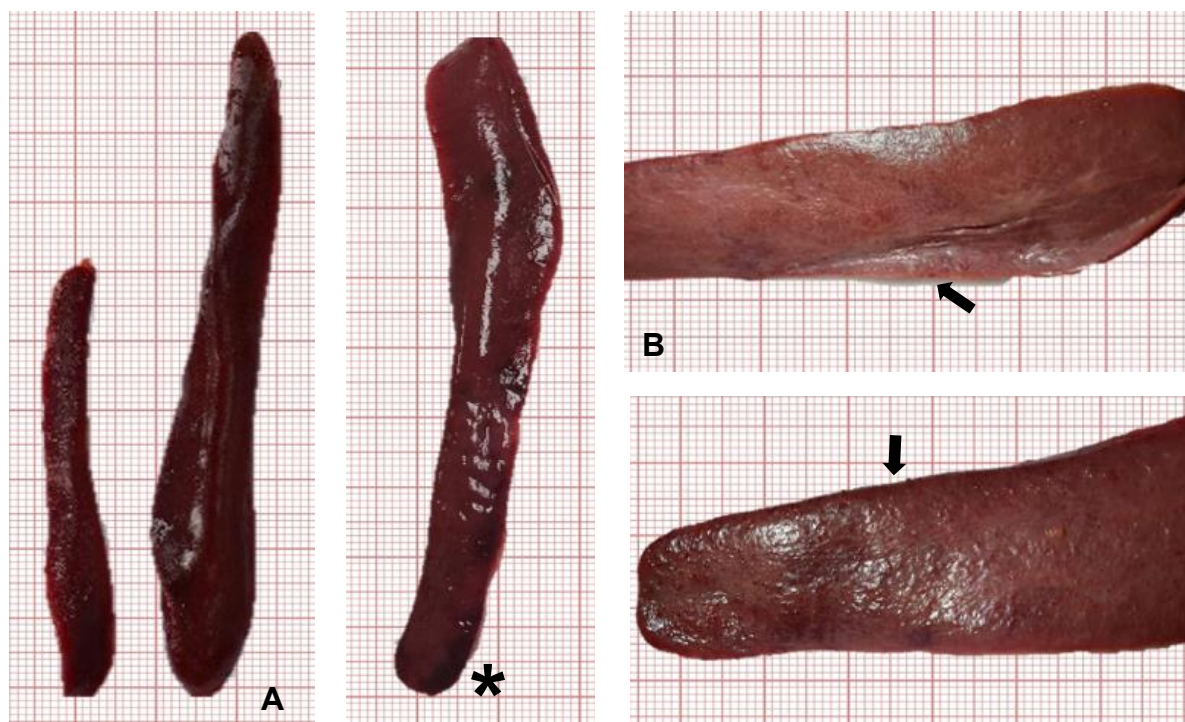


Figura 3. Lesiones macroscópicas en bazo. A. Esplenomegalia y congestión en periferia del órgano (asterisco); B. Petequias multifocales en bordes del parénquima (flecha).

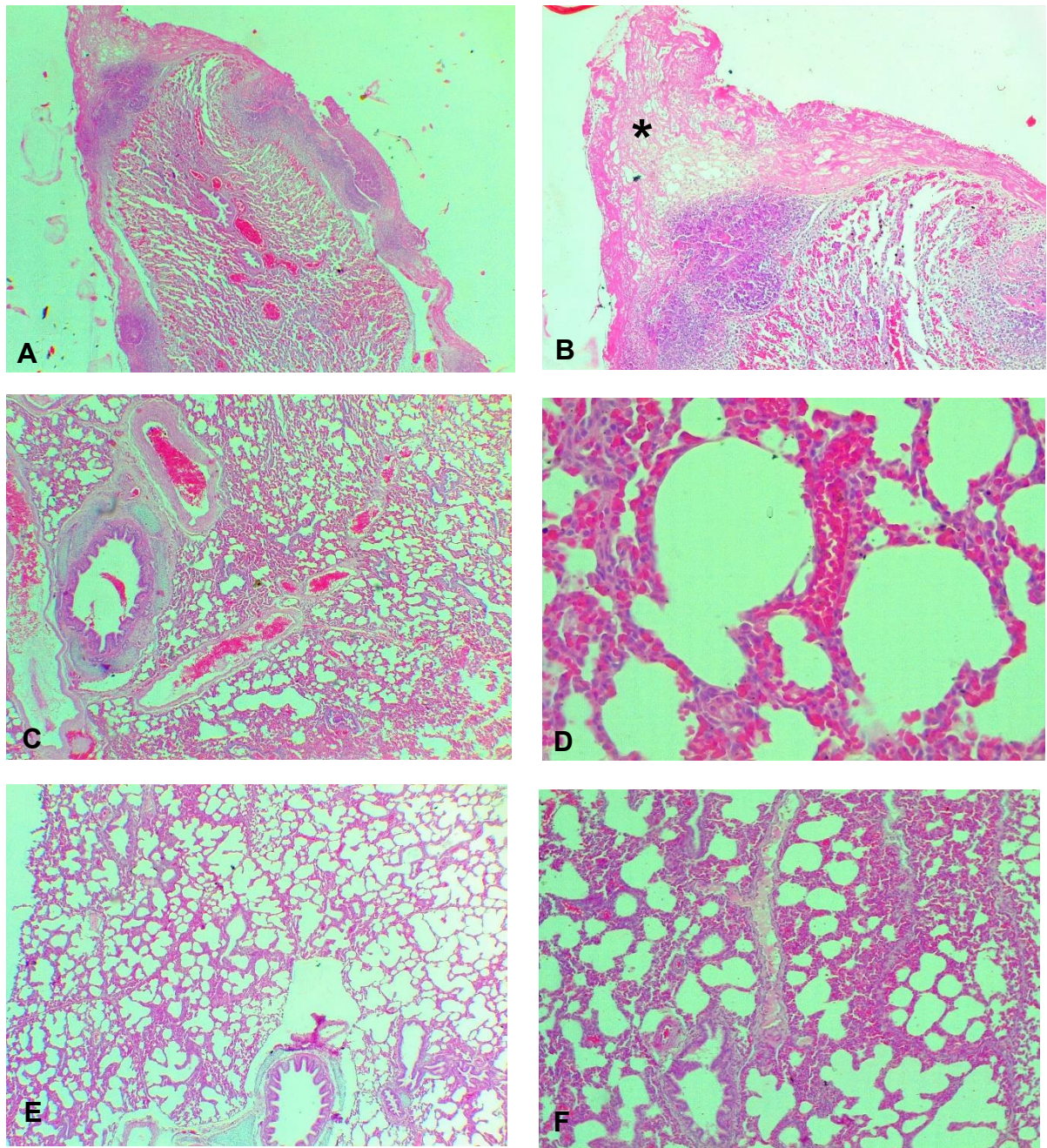


Figura 4. Lesiones microscópicas en pulmón. A. Pleuroneumonía fibrinosa y zonas hemorrágicas (H&E;4X); B. Deposiciones fibrinosas y desprendimiento mesotelial (*) (H&E;10X); C. Congestión pulmonar (H&E;10X); D. Congestión pulmonar (H&E;40X), presencia de eritrocitos extravasculares en septos alveolares; E. Neumonía intersticial (H&E;10X); F. Engrosamiento de septos alveolares (H&E;40X).

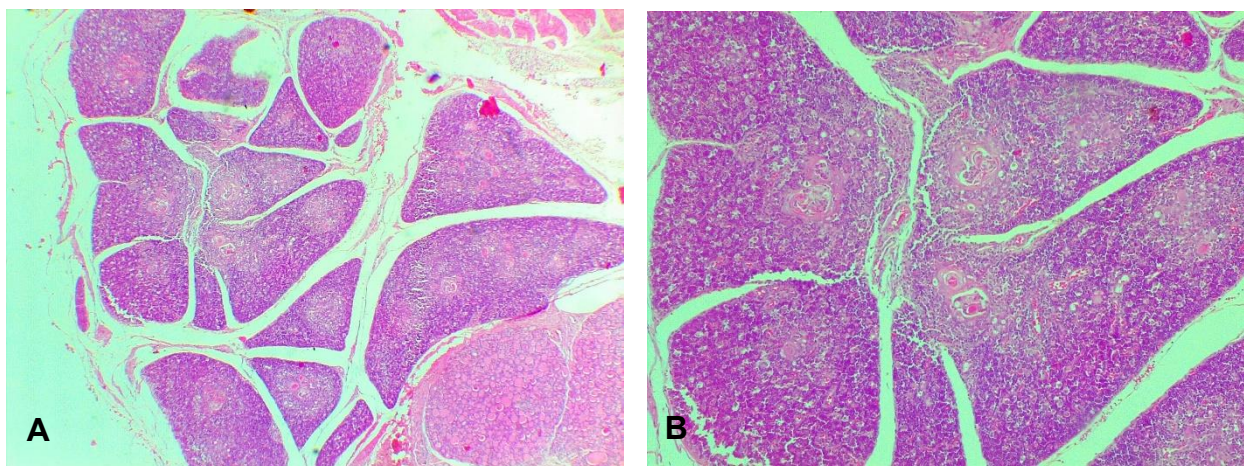


Figura 5. Lesiones microscópicas en linfonodos. A. Linfadenitis generalizada (H&E;4X) **B.** Linfadenitis generalizada (H&E;10X).

Las lesiones antes señaladas pueden ser diferenciales de otras enfermedades que provocan falla respiratoria (Zimmerman *et al.*, 2012). Jackson and Cockcroft (2009) mencionan que, se encuentran aquellas causadas por agentes bacterianos, entre los cuales están: *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Glaserella parasuis*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* o *Pasteurella multocida*

De igual manera, Díaz (2017) menciona que, entre los principales agentes virales causantes de neumonía intersticial, se encuentra Circovirus Porcino tipo 2 (PCV2) y vPRRS. En el caso de este último, se ha demostrado que el virus puede persistir en tejidos linfoides por más de 250 días (Fernández, 2019; Han *et al.*, 2013).

No obstante, con base en las lesiones macroscópicas y microscópicas observadas, estos hallazgos son coincidentes con lo reportado en la literatura, sin embargo, únicamente son un indicio de los posibles agentes que pueden estar involucrados, sean agentes bacterianos o virales (Zimmerman *et al.*, 2012), por lo que es recomendable realizar pruebas complementarias para descartarlos.

Indicadores reproductivos y asociados a falla reproductiva

El comportamiento productivo, reproductivo y asociado a falla reproductiva de las cerdas criollas fue evaluado a través de indicadores, los cuales se muestran en el Tabla 4.

Los resultados se asemejan a los obtenidos en otros estudios con cerdos criollos de México (Cerdo Pelón Mexicano, Cerdo Cuino y Cerdo Pata de Mula) y

cerdos criollos de Latinoamérica. Lemus (2008) señala que la mayoría de estos cerdos criollos son considerados de bajo índice productivo, debido a que presentan una prolificidad baja, lechones con bajo peso al nacer, velocidad de crecimiento lento y mayor deposición de grasa dorsal, sin embargo, esto puede estar asociado a un manejo inapropiado, ya que el sistema de producción en donde se suele criar a estos animales, no ofrece los cuidados necesarios para exponer el potencial productivo de los animales, además de los múltiples riesgos infecciosos que actualmente se presentan en las zonas rurales en donde se crían (García *et al.*, 2021).

En evaluaciones realizadas previamente en el núcleo de cerdos criollos de la zona hidalguesa referida, se analizaron nueve periodos gestación-lactancia correspondientes al núcleo inicial de cerdas criollas (García *et al.*, 2021; Segura-Peñafiel *et al.*, 2021).

Indicadores reproductivos

Tasa de fertilidad, Número de partos/hembra/año e intervalo entre partos

La tasa de fertilidad en este estudio fue de 78.38%, resultado inferior al obtenido en el primer núcleo de cerdas criollas *Ts'üdi Xirgo*, siendo del 100% (García *et al.*, 2021; Segura-Peñafiel *et al.*, 2021), siendo similar a lo obtenido por Cetz *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2005, quienes reportan tasas de fertilidad del 94.8% y 95%, respectivamente. Sin embargo, Gálvez (2014) menciona que la tasa de fertilidad tiende a ser del 85% y esta puede ser influenciada por diversos factores, tales como edad de la hembra, estado fisiológico, nutrición, fallas en la fecundación, mortalidad embrionaria, mortalidad fetal, abortos, etc.

Tabla 4. Indicadores reproductivos y asociados a falla reproductiva de cerdas criollas.

Indicador productivo-reproductivo	Indicador obtenido de cerdas criollas
<i>Reproductivo</i>	
Número de partos/hembra/año	1.8 partos/hembra/año
Tasa de fertilidad	78.38%
Tasa de repeticiones	18.18%
Número de servicios por parto	1.76±0.63 servicios
Duración de gestación	113 ±1.28 días
Duración del parto	153.61±22.27 minutos
Intervalo entre partos	201±22.82 días
LNT	7.56±2.54 lechones
LNV	7.16±2.13 lechones
<i>Productivo</i>	
Peso promedio al nacimiento	1.065±0.16 Kg
Peso de la camada al nacimiento	7.68±2.98 Kg
Peso promedio al destete	5.01±2.02 Kg
Peso de la camada al destete	29.52±18.10 Kg
LD	5.46±2.04 lechones
Duración de lactancia	35.42±7.06 días
<i>Asociado a falla reproductiva</i>	
Días abiertos	10.5±6.36 días abiertos
LNM	0.40±0.16 lechones
Mortalidad en lactancia	23.74%
Abortos	3%
Momificaciones	0.38%
Reabsorciones embrionarias	0.01%

LNT: Lechones Nacidos Totales; LNV: Lechones Nacidos Vivos; LD: Lechones Destetados; LNM: Lechones Nacidos Muertos.

El número de partos/hembra/año ha sido reportado por diversos autores con valores que van de 1.5 a 2.3 partos por año en cerdas criollas cubanas (Ángel-Hernández *et al.*, 2018; García *et al.*, 2008) y cerdas criollas pelón mexicano (Linares *et al.*, 2011), respectivamente. En el estudio realizado anteriormente, se obtuvo un valor de 2.28 partos en cerdas criollas *Ts'üdi Xirgo*, mientras que en esta evaluación el valor fue de 1.8 partos/hembra/año, lo cual coincide con lo reportado por Ángel-Hernández *et al.* (2018), con dos partos por año. Esto puede deberse a factores genéticos, manejo o ambientales, como un aumento en el número de días abiertos, duración de lactancia o falla reproductiva, entre los que destacan mala detección de celos y monta oportuna.

El intervalo entre partos obtenido fue de 201±22.82 días, valor superior al descrito por Cetz *et al.* (2005), siendo de 175.4 días en cerdas Pelón Mexicano o por Sierra *et al.* (2005), quienes obtuvieron un valor de 197.1 días. En el estudio anterior (García *et al.*, 2021; Segura-Peñafiel *et al.*, 2021), el valor obtenido fue de 159.54 días. Bideau y Vergara (2012), sugieren que puede deberse a factores ambientales como elevadas temperaturas en determinados periodos del año o alimentación deficiente pero también, factores de manejo como deficiente detección de celos,

inadecuada inseminación artificial o una práctica inapropiada en el primer tercio de gestación.

Servicios por parto, duración de gestación y duración del parto

El número de servicios por parto fue de 1.76 servicios, mientras que la duración de gestación fue de 113 ±1.28 días, lo que coincide con lo reportado por diversos estudios (Segura-Peñafiel *et al.*, 2021; Mota *et al.*, 2015; Agüero *et al.*, 2006).

La duración del parto fue de 153.61±22.27 minutos, siendo este un valor superior a lo reportado en la evaluación del núcleo inicial de las cerdas criollas (83.14±33.80 minutos) (García *et al.*, 2021; Segura-Peñafiel *et al.*, 2021), sin embargo, este dato no ha sido reportado en otros cerdos criollos. No obstante, la duración normal en cerdas comerciales tiende a ser de 2 a 6 horas, lo cual puede variar dependiendo el número de lechones nacidos, el intervalo entre nacimiento, condiciones de manejo o complicaciones durante el parto, entre otros (Supatee *et al.*, 2017; García *et al.*, 2008).

Lechones Nacidos Totales (LNT), Lechones Nacidos Vivos (LNV)

El tamaño de camada en cerdos criollos cuinos muestran valores entre 5 a 6 lechones (Mireles et al., 2015) y de 6 a 9 lechones en Cerdo Pelón Mexicano (CPM) (Ángel et al., 2020). Asimismo, Ángel-Hernández et al. (2021), obtuvieron valores de 5.8 y 6.6 lechones nacidos totales (LNT), 5.6 y 6.6 lechones nacidos vivos (LNV) en CPM provenientes de Huehuetla, Hidalgo y Atlequizayán, Puebla, respectivamente. Valores similares fueron descritos por Cetz et al. (2005) con 5.7 LNT y Lemus et al. (2008), los cuales fueron de 6.16 LNT y 4.95 LNV en CPM. No obstante, en un estudio realizado en 2022 por Lemus-Flores et al., se obtuvieron valores de 6.02 LNT y 4.98 LNV en cerdos cuinos (CC), 6.78 LNT y 6.14 LNV en CPM. Estos datos resultan inferiores a los obtenidos en este estudio, con 7.56 LNT y 7.16 LNV, sin embargo, son semejantes a los descritos en cerdos criollos colombianos, con un intervalo de 7 a 9 lechones (Arredondo et al., 2011), asimismo, para el cerdo Istmeño de Oaxaca se reportan 8 lechones por camada (Fuentes-Mascorro et al., 2011).

Indicadores productivos

Peso promedio al nacimiento, peso promedio al destete

El peso al nacimiento y el peso al destete han sido descritos en cerdos criollos *Ts'üdi Xirgo* de 1.141 ± 0.21 kg y 7.98 ± 2.12 kg, respectivamente (García et al., 2021; Segura-Peñañiel et al., 2021), valores por arriba de lo obtenido en la presente investigación, ya que los resultados muestran 76 g menos (1.065 ± 0.16) al nacimiento y 2.97 kg (5.01 ± 2.02 kg) menos al destete. Con relación a lo anterior, Sierra et al. (2005) obtuvieron datos en CPM con pesos promedios al nacimiento de 0.860 kg y al destete de 4.0 kg. A su vez, Mireles et al. (2015), mencionan que el peso promedio al nacimiento en CC es de 0.600 a 0.700 kg. De igual forma, Lemus-Flores et al. (2022) indican peso al nacimiento de 0.850 kg y peso al destete de 4.190 kg en CC, mientras que, en el caso de CPM, los valores reportados fueron de 1.030 kg y 5.74 kg, correspondientemente, valores similares a los obtenidos en este estudio. Lo anterior coincide con Sánchez et al. (2019), quienes reportaron peso al nacimiento de 1.15 kg para el cerdo criollo cubano.

El peso de la camada al nacimiento fue de 7.68 ± 2.98 kg, valor superior a lo reportado por Sierra et al. (2005), con un valor de 4.47 kg. Mientras que, Ángel-Hernández et al., (2021) indican valores de 6.040 kg y 6.79 en CPM originarios de Huehuetla, Hidalgo y Atlequizayán, Puebla, respectivamente. Por su parte, el peso de la camada al destete fue reportado de 16 kg en

CPM (Sierra et al., 2005) y 19.50 kg en cerdos Pampa Rocha en Uruguay (Vadell et al., 2010), datos similares a lo descrito en CPM provenientes de Huehuetla, Hidalgo y Atlequizayán, Puebla, con 17.98 kg y 18.96 kg. No obstante, estos resultados son menores a lo establecido en este estudio, en el cual se obtuvo un peso de la camada al destete de 29.52 ± 18.10 kg. Esta variación en cuanto a peso al destete puede estar asociado a la duración de la lactancia para estos estudios realizados.

Lechones destetados (LD) y días de lactancia

Con relación a la variable de lechones destetados (LD), Lemus-Flores et al. (2022), reportan 4.42 LD en CC y 4.41 LD en CPM. De igual manera, Ángel-Hernández et al. (2021) obtuvieron valores de 5.4 lechones en CPM originarios de Huehuetla, Hidalgo y de 6.4 lechones en CPM provenientes de Atlequizayán, Puebla. Estos valores, son similares a lo obtenido en esta investigación, con 5.46 ± 2.04 lechones destetados.

La lactancia en cerdos criollos tiene una duración que va de los 7 a los 35 días de vida dependiendo del sistema de crianza (Colson et al., 2006), el cual puede estar influenciado por las condiciones de manejo o factores ambientales como temperatura. En este estudio, la duración de la lactancia fue de 35.42 ± 7.06 días, lo cual es inferior a lo reportado anteriormente en cerdos criollos *Ts'üdi Xirgo*, siendo de 39.75 ± 5.39 días (García et al., 2021; Segura-Peñañiel et al., 2021), no obstante, este valor es similar a lo reportado en otros cerdos criollos, tal es el caso del CPM, con lactancia de 38.90 días (Lemus et al., 2003) o lo obtenido por Cetz et al. (2005), con una duración de 45 días. Del mismo modo, Hernández-Rodríguez et al. (2015), indican una duración de tres a cuatro meses en cerdos criollos sabaneros.

Indicadores asociados a falla reproductiva

Días abiertos, abortos

En esta investigación, los días abiertos fueron de 10.5 ± 6.36 días, siendo mayor a lo obtenido en 2021, el cual fue de 7 ± 4.56 días. Con relación a esto, Ángel et al. (2020) mencionan que este periodo es de 2 o más semanas en CPM en la Península de Yucatán. Aunado a lo anterior, se han reportado valores de hasta 95.3 días abiertos (Sierra et al., 2005). Entre algunos factores que pueden estar involucrados en el aumento de estos indicadores, destacan aquellos como alimentación, estrés térmico, agrupamiento de hembras o fallo en la detección del celo.

Por su parte, la tasa de abortos fue de 3%, la cual no se ha reportado en cerdos criollos, sin embargo, se ha establecido un valor inferior al 2% en cerdos comerciales (Mota et al., 2015).

Momificaciones y reabsorciones embrionarias

Ángel-Hernández *et al.* (2021) mencionan que no se han observado partos distócicos ni momificaciones fetales en CPM, no obstante, en esta investigación se logró identificar la existencia de 0.38% de fetos momificados en las cerdas criollas.

La tasa de reabsorciones embrionarias no ha sido reportada en cerdas criollas, sin embargo, en la presente investigación fue de 0.01%. Estas pérdidas embrionarias pueden variar de un 20 a 45% en UPP de alta densidad y se caracterizan por producirse antes del día 35 de gestación, así mismo este valor puede estar asociado a características como calidad seminal del semental, tasa de ovulación de la hembra, edad, condición corporal, estado fisiológico, presencia de enfermedades, infecciones subclínicas intrauterinas, entre otros (Pallas, 2008).

Lechones Nacidos Muertos (LNM), Mortalidad en lactancia

Los lechones nacidos muertos (LNM), tuvieron valores de 0.40, mostrando que ha ido en aumento, al doble en un periodo de tres años. No obstante, al compararlo con Dalmas y Primo (2004), quienes reportaron 0.447 LNM y 0.5 LNM respectivamente, en la raza Pampa Rocha, se observa que son apenas diferentes con lo encontrado en el presente estudio. Sin embargo, Ángel-Hernández *et al.* (2021) mostraron valores menores en CMP (0.16 LNM).

En el caso de la mortalidad en lactancia, se observó un 23.74%, siendo superior a lo descrito para cerdos comerciales (16.69%) e inferior en CPM (28.94%) (Lemus-Flores *et al.*, 2022), al igual que lo reportado por Sierra *et al.* (2005), con un dato del 20% en CPM.

A su vez, los indicadores asociados a falla reproductiva pueden presentarse por la interacción con agentes etiológicos como bacterias, virus o parásitos dentro de la UPP. En el caso de agentes virales, Álvarez y Ruíz-Fons (2013) mencionan que la transmisión de virus depende en gran medida de factores locales, tanto ambientales como demográficos en donde se encuentren los cerdos, así como la etapa productiva de estos. En este caso, estos indicadores no han sido afectados por la presencia del vPRRS. Sin embargo, existen otros factores que pueden llegar a afectar los indicadores evaluados, Boadella *et al.* (2011) mencionan que se encuentra principalmente el manejo en las diferentes etapas productivas, es decir, por ejemplo, deficiente limpieza y desinfección, descontrol en temperatura y humedad, mala detección de celos y a su vez mala práctica de inseminación artificial, entre otros.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los cerdos criollos no han tenido contacto con el agente viral de campo en el periodo evaluado, lo que demuestra que estos animales son libres de vPRRS y no son fuente de diseminación de la enfermedad, como comúnmente se les asocia.

Aunado a lo anterior, los hallazgos histopatológicos identificados no están asociados a la presencia del virus, sin embargo, no se descartan otros posibles agentes etiológicos involucrados.

Cabe destacar que estos resultados son una herramienta para contribuir a la obtención de información del estado sanitario de los cerdos criollos (vigilancia epidemiológica), específicamente *Ts'udi Xirgo*, por lo que es recomendable continuar con el diagnóstico de enfermedades tanto bacterianas y virales para descartar posibles agentes etiológicos que puedan llegar a afectar la salud y producción de estos.

Además, debido a los componentes de rusticidad y resiliencia que caracterizan a estos cerdos criollos, es importante determinar el comportamiento y posible susceptibilidad o tolerancia ante agentes infecciosos como el vPRRS.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por el apoyo para MJSP, número de beca: 802820.

Funding. Outreach Project - Rectoría de la UAM-Xochimilco "Caracterización sanitaria y reproductiva de cerdos criollos *Ts'udi xirgo* como especie productiva de importancia para la seguridad alimentaria en comunidades rurales del Estado de Hidalgo, México" Academic development programme 2022, No. DT2 and Project FONSEC-SAGARPA-CONACYT-292826.

Conflict of interest. Nothing to declare

Compliance with ethical standards. Project was authorized by Comité del programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Data availability. Data is available with the corresponding author upon written request.

Author contribution statement (CRediT) M.J. Segura-Peñafiel – Conceptualization, Formal analysis, Investigation, Methodology, Writing—original draft, Writing – Review & Editing. J. F. Rivera-Benítez – Formal analysis, Funding acquisition, Methodology, Project administration,

Resources, Supervision, Writing—original draft, Writing – Review & Editing. **A.C. García-Contreras** – Conceptualization, Formal analysis, Funding acquisition, Project administration, Resources, Supervision, Writing—original draft, Writing – Review & Editing. **Y. De Loera-Ortega** – Conceptualization, Formal analysis, Funding acquisition, Resources.

REFERENCES

- Agüero, L., García, G. and Rico, C., 2006. El rebaño genético del cerdo criollo cubano. Comportamiento histórico. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 13(2), pp. 40-44.
- Álvarez, J. and Ruíz-Fons, F., 2013. Aplicaciones de la epidemiología en el control del PRRS. *SUIS*, 99, pp. 20-25.
- Ángel, A., García, C., García, A., Ortiz, J., Sierra, Á. and Morales, S., 2020. Sistema de producción del Cerdo Pelón Mexicano en la Península de Yucatán. *Nova Scientia*, 12(24), pp. 1-22. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>
- Ángel-Hernández, A., García-Munguía, C., García-Munguía, A., Gutiérrez-Chávez, A., Valencia-Posadas, M., García-Munguía, A. and Segura-Correa, J., 2021. Potencial reproductivo de la hembra y parámetros productivos del lechón lactante de cerdo pelón mexicano. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(3), pp. e2776. <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2776>
- Ángel-Hernández, A., García, C., Valencia, M., Gutiérrez, A., García, A., Gómez, J. and Morales-Flores, S., 2018. Estudio de cerdos criollos mexicanos para instalación del centro de conservación en la universidad de Guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 12, pp. 77-84. URL: <https://www.aicarevista.com/n%C3%BAmicos/vol%C3%BAmicos-12-2018/>
- Arredondo, J., Muñoz, J., Arenas, L., Pacheco E. and Álvarez, L., 2011. Caracterización del sistema tradicional de producción de cerdos criollos en el departamento del Choco-Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, pp. 60-62. URL: https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Arredondo2011_1_60_62.pdf
- Berghof, T., Poppe, M. and Mulder, H., 2018. Opportunities to Improve Resilience in Animal Breeding Programs. *Frontiers in Genetics*, 9, pp. 692. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00692>
- Bideau, F. and Vergara, P., 2012. Identificación de los factores que afectan la eficiencia reproductiva en un sistema de cría de cerdos a campo en el Noreste del país. Tesis de licenciatura. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, pp. 79. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/9672>
- Boadella, M., Ruiz-Fons, F., Vicente, J., Martín, M., Segalés, J. and Gortázar, C., 2011. Seroprevalence evolution of selected pathogens in iberian wild boar. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59(5), pp. 395-404. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2011.01285.x>
- Cetz, F., Irigoyen, J., Sierra, A., and Medrano, A., 2005. Caracterización zootécnica del cerdo pelón mexicano explotado en un centro de conservación genética. *Veterinaria*, (Montevideo), 40(159-160), pp. 41-44. URL: <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/mvu/article/download/339/211/514>
- Chand, R., Tribble, B. and Rowland, R., 2012. Pathogenesis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Current Opinion Virology*, 2, pp. 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.02.002>
- Colson, V., Orgeur, P., Foury, A. and Morméde, P., 2006. Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Applied Animal Behaviour Science*, 98, pp. 70-88. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2005.08.014>
- COMECARNE., 2026. Compendio estadístico anual, págs. 206. <https://comecarne.org/compendio26>
- Dalmás, D. and Primo, P., 2004. Tamaño de la camada y mortalidad en la lactancia en un sistema de producción de cerdos a campo. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay, pp. 97. URL: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25451/1/DalmasTournDe%20nise%20%281%29.pdf>
- Dee, S., Deen, J. and Pijoan, C., 2004. An evaluation of four intervention strategies to prevent mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus.

- Canadian Journal Veterinary Research*, 68, pp. 19-26.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1142125/>
- Díaz, I., 2017. ¿Qué hay de nuevo con el PRRS? Diagnóstico y control. En L. Carrasco (Presidencia). porciFORUM. Congreso llevado a cabo en Palacio de Congresos La Llotja, Lleida, España. URL: <https://porcinews.com/ivan-diaz-nuevo-prrs-diagnostico-control/>
- Drucker, A. and Anderson, S., 2004. Economic analysis of animal genetic resource and the use of rural appraisal methods: lessons from Southeast Mexico. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2(2), pp. 77-97.
<https://doi.org/10.1080/14735903.2004.9684569>
- Espinoza, A. and Ramírez, M., 2021. Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino: Una revisión del agente etiológico y su influencia en el comportamiento actual de la enfermedad. *Revista Investigaciones Veterinarias Perú*, 32(1), pp. e19645.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19645>
- FAO., 2010. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Ed. Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma, Italia.
<https://www.fao.org/4/a1250s/a1250s.pdf>
- Fernández, T., 2019. Caracterización de poblaciones celulares del linaje monocitomacrófago en órganos linfoides porcinos y su permisividad a la infección por el virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS). Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas, pp. 145.
<https://eprints.ucm.es/57957/>
- Figuerola, M., 2016. Manual de enfermedades de los cerdos. Tesina para obtener el título de MVZ. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, pp. 255.
<https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/TESINA-MMFP.pdf>
- Fuentes-Mascorro, G., García, H. and Altamirano, Z., 2011. Centro de conservación y reproducción de cerdos criollos (CeCoRCeC). *Revista Facultad de Agronomía LUZ*, 28(1), pp. 586-599.
<https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/supl>
- [emento_diciembre_2011/v28supl1a2011pa586.pdf](https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a2011pa586.pdf)
- García, A., De Loera, Y., Guevara, J., Rodríguez, J., Medina, C., Rivera, U., Segura, M., Martínez, Y., 2021. Recuperación de la población del cerdo negro peludo (*Ts'udi xirgo*) del valle del mezquital. Trabajo presentado en la sesión solemne de ingreso el 28 de abril de 2021 por videoconferencia, en el marco del "Seminario del LVII Año Académico". Academia Veterinaria Mexicana. LVII. pp. 91-104.
- García, G., Santana, I., Rico, C., Pérez, E., L., J., Diéguez, F., Agüero, L., García, A., Roque, R., Velázquez, F., Arias, T., Macías, M. and Tosar, M., 2008. Conservación, evaluación, mejora y uso del cerdo Criollo Cubano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 15, pp. 85-89.
- Gálvez, J., 2014. Evaluación de la tasa de Preñez bajo dos sistemas de empadre: Inseminación Artificial y Monta Natural en cerdas Landrace, en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú, pp. 58.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/430>
- Han, K., Seo, H., Park, C., Oh, Y., Kang, I. y Chae, C., 2013. Comparative pathogenesis of type 1 (European genotype) and type 2 (North American genotype) porcine reproductive and respiratory syndrome virus in infected boar. *Virology Journal*, 10(1), pp. 156.
<https://doi.org/10.1186/1743-422X-10-156>
- Hernández-Rodríguez, M., Rodríguez, L., Cardozo, A. and Salamanca, A., 2015. Manejo aplicado al sistema porcino tradicional en los llanos colombo-venezolanos. *Spei Domus*, 11(23), pp. 56-61.
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/964>
- Huong, N., Lan, T., Nam, N., Hirai, T. and Yamaguchi, R., 2016. Pathological Characterization of an Outbreak of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome in Northern Vietnam. *Journal of Comparative Pathology*, 154(2-3), pp. 135-149.
<https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2015.11.004>
- INAES., 2018. Porcicultura, una actividad milenaria. Instituto Nacional de la Economía Social. México. pp. 1-4.

- <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es>
- Jackson, O. and Cockcroft, P., 2009. Manual de Medicina Porcina. Editorial Intermedica. Argentina.
- Lemus, C., Alonso, R., Alonso-Spilsbury, M. and Ramírez, R., 2003. Morphologic characteristics in mexican native pigs. *Archivos Zootecnia*, 52(197), pp. 105-108. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519715.pdf>
- Lemus, C., Hernández, J., Navarrete, R., Rodríguez, J., de la Barrera, J. and Ly, J., 2008. Algunos estudios de manejo de cerdos pelón mexicano durante el crecimiento. *Revista computadorizada de Producción Porcina*, 15(2), pp. 158-62.
- Lemus, C. and Ly, J., 2010. Estudios de sostenibilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos. La iniciativa nayarita. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17(2), pp. 89-98.
- Lemus-Flores, C., Guerra, J., Grageola-Núñez, F., Bugarin-Prado, J. and Lemus, G., 2022. Diferencia en el comportamiento reproductivo de las cerdas razas pelón mexicano y cuino de Nayarit-México con la cerda York-Landrace. *Studies in Environmental and Animal Sciences*, 3(2), pp. 395-405. <https://doi.org/10.54020/seasv3n2-019>
- Linares, V., Linares, L. and Mendoza, G., 2011. Caracterización etnozootécnica y potencial carnívero de Sus scrofa “cerdo criollo” en Latinoamérica. *Scientia Agropecuaria*, 2, pp. 99-101. <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633698005.pdf>
- López-Heydeck, S., Alonso-Morales, R., Mendieta-Zerón, H. and Vazquez-Chagoyánc, J., 2015. Síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo (PRRS). Revisión. *Rev. Mex. Cienc. Pecu*, 6(1), pp. 69-89. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242015000100005&lng=es&tlng=es.
- Loving, C. 2015, Innate and adaptive immunity against Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 167(1-2), pp. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2015.07.003>
- Mireles, S., Guerrero, L. y Ly, J., 2015. Cerdos locales mexicanos: Presencia y perspectivas del cerdo cuino. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22(3), pp. 115-125.
- Mota, D., Fierro, R., Roldán, P., Orozco, H., González, M., Bonilla, H., Martínez, R., García, P., Mora, P., Flores, S., Sánchez, M. y Ramírez, R. 2015. Outcomes of gestation length in relation to farrowing performance in sows and daily weight gain and metabolic profiles in piglets. *Animal Production Science*, 55, pp. 93-100. <https://doi.org/10.1071/AN13175>
- Pallás, R., 2008. Factores que afectan la fertilidad y prolificidad en el ganado porcino. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 10(39), pp. 26-38. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-reproduccion_IA_porcinas/115-fertilidad.pdf
- Pileri, E., 2015. Transmission of Porcine reproductive and respiratory síndrome virus (PRRS): assessment of the reproduction rate (R) in different conditions. PhD tesis. Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 129. <https://ddd.uab.cat/record/166156>
- Pitkin, A., Otake, S. and Dee, S., 2009. Biosecurity protocols for the prevention of spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. Swine Disease Eradication Center. University of Minnesota College of Veterinary Medicine, pp. 17. <http://www.swinevet.com/wp-content/uploads/2024/04/2007-dec-biosecurity-manual-english-final.pdf>
- Rahe, M. and Murtaugh, M., 2017. Mechanisms of Adaptive Immunity to Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus. *Viruses*, 9(6), pp. 148. <https://doi.org/10.3390/v9060148>
- Salas, C., 2012. Características, distribución y perspectivas del cerdo criollo en América Latina. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, pp. 47. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4842/T19429%20%20SALAS%20GOMEZ,%20CECILIA%20%20MONOG..pdf?sequence=1>
- Sánchez, N, Santana, I, Pena, J and Abeledo, C. 2019. Evaluación de indicadores reproductivos de cerdas criollo en el rebaño núcleo por estructura genealógica. *Revista*

- Computadorizada de Producción Porcina*, 26, pp. 193-196.
- Segura-Peñafiel, M., De Loera-Ortega, Y., Guevara-González, J., Medina-González, C., Rodríguez-Montoya, J. and García-Contreras, A., 2021. Caracterización reproductiva de cerdas criollas *Ts'üdi Xirgo* en unidades de producción de baja densidad. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 8(2), pp. 41-49.
<https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/230>
- Sierra, A., Ortiz, O., Hernández, Z., Canul, S., Sereno, R. and Mariante, A., 2014. Conservación y utilización sustentable del cerdo pelón en Yucatán, México. En: Las razas porcinas iberoamericanas: un enfoque etnozootécnico. Instituto Federal Baiano. Brasil, pp. 159-179.
https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2016-ener-jun/Conservacion_y_uso_sustentable_del_cerdo_pelon.pdf
- Sierra, A., Poot, T., Díaz, Z., Cordero, A., and Delgado, J., 2005. The Mexican hair-less pig, an endangered breed. *Archivos de Zootecnia*, 54, pp. 165-170.
- Sierra-Vásquez, Á., Ortiz-Ortiz, J., Bojórquez-Cat, J., Canul-Solís, M., Tamayo-Canul, J., Rodríguez-Pérez, J., Sanginés-García, J., Magaña-Magaña, M., Montes-Pérez, R., and Segura-Correa, J. 2016. Conservación y uso sustentable del cerdo pelón en Yucatán. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11(1), pp. 13-28.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/124980/records/6748d28c7625988a372110fb>
- Suárez-Mesa, R., Estany, J., and Rondón-Barragán, I. 2021. Semen quality of Colombian Creole as compared to commercial pig breeds. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), pp. 129.
<https://doi.org/10.1007/s11250-021-02557-x>
- Supatee, K., Alogkot, B., Nattavut, R., Pichai J., and Anuchai, P. 2017. Effects of the higher parity and litter size on piglet birth weight and survival rate of later born piglets. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 47(1), pp. 79-86.
<https://doi.org/10.56808/2985-1130.2815>
- Vadell, A., Barlocco, N., and Carballo, C. 2010. Prolificidad y longevidad productiva de cerdas pampa rocha en un sistema de producción al aire libre. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17, págs. 149-153.
http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172_21artAVadell.pdf
- Zimmerman, J., Karriker, L., and Ramírez, A. 2012. Diseases of swine. 10^a Ed. Editorial Wiley-Blackwell. Estados Unidos.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119350927>