

Efecto de tres vacunas comerciales contra parvovirus en la producción de anticuerpos y en el desempeño de cerdas Camborough

Effect of three commercial vaccines against porcine parvovirus on antibody production and performance of Camborough sows

Gilmar Mendoza–Ordoñez^{1*} , Diego Chilón–Iglesias² , Manuela Lujan–Velásquez³ , Fiorela Hermitaño–Osorio⁴ , Magaly Díaz–García⁵ ,
Luis Laca–Olivos–Chang⁵ , Margarita Torres–Malca⁵ , Yaceni Aguilar–Aguilar² 

¹Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía y Zootecnia. Trujillo, Perú.

²Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal. Trujillo, Perú.

³Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Microbiología y Parasitología. Trujillo, Perú.

⁴Estacion Experimental Agraria Pasco–INIA. Pasco, Perú.

⁵Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Medicina Veterinaria. Lambayeque, Perú.

*Autor para correspondencia: gmendoza@unitru.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en una granja comercial de la ciudad de Trujillo–Perú, con el objetivo de evaluar el efecto de tres vacunas contra la parvovirus sobre la producción de anticuerpos, así como los parámetros productivos y reproductivos de cerdas. Se monitorearon 375 cerdas multiparas de la línea Camborough y se distribuyeron aleatoriamente en 3 tratamientos con las vacunas: A (ZOS), B (HIP) y C (MDS), respectivamente. Se seleccionaron cerdas que se encontraban entre el segundo y sexto parto, con buena condición corporal y similares parámetros productivos y reproductivos. Se tomaron dos muestras de sangre por cada cerda, la primera muestra un día antes de la vacunación y la segunda después de tres semanas de la inyección. La determinación de los anticuerpos se realizó mediante la prueba de ELISA. En los títulos de anticuerpos antes de la vacunación no se encontró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$). En cambio a los 21 días postvacunación se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), se obtuvo el mayor valor de título con la vacuna HIP. En los parámetros evaluados en las cerdas, como el número de lechones nacidos vivos, el número de lechones nacidos muertos, número de lechones destetados y el peso de la camada al nacimiento, se determinaron diferencias estadísticamente significativas a favor de la vacuna HIP ($P < 0,01$). Las cerdas vacunadas con HIP presentaron menos lechones nacidos muertos ($P < 0,05$). Para el porcentaje de fertilidad, porcentaje de no retorno y porcentaje de partos no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$). Se concluye que la vacuna comercial HIP incrementó significativamente el título de anticuerpos, mejoró los parámetros productivos, y no afectó los parámetros reproductivos en comparación con las otras dos vacunas comerciales en cerdas Camborough.

Palabras clave: Vacunación; parvovirus; título de anticuerpos; parámetros productivos y reproductivos; cerdas Camborough

ABSTRACT

This study was conducted on a commercial farm in Trujillo, Peru, to evaluate the effect of three vaccines against porcine parvovirus on antibody production and the productive and reproductive parameters of sows. A total of 375 multiparous Camborough sows were monitored and randomly assigned to three treatments corresponding to the vaccines: A (ZOS), B (HIP), and C (MDS). Sows selected were between their second and sixth parities, with good body condition, and similar productive and reproductive performance. Two blood samples were collected from each sow: the first, one day before vaccination, and the second, three weeks after the injection. Antibody titers were determined using ELISA. No significant statistical differences were observed in the antibody titers before vaccination ($P > 0.05$). However, at 21 days post-vaccination, highly significant differences were found ($P < 0.01$), with the HIP vaccine showing the highest antibody titers. Among the evaluated productive parameters, including the number of live-born, stillborn, and weaned piglets and litter birth weight, significant differences were detected in favor of the HIP vaccine ($P < 0.01$). Additionally, the sows vaccinated with HIP had fewer mummified piglets ($P < 0.05$). No significant differences ($P > 0.05$) were observed among the treatments in terms of fertility, non-return, or farrowing rates. In conclusion, the commercial HIP vaccine significantly increased antibody titers, improved productive performance, and did not adversely affect reproductive parameters compared to the other two commercial vaccines in Camborough sows.

Key words: Vaccination; porcine parvovirus; antibody titers; productive and reproductive parameters; Camborough sows

INTRODUCCIÓN

El genotipo 1 del parvovirus porcino (PPV1; designado como *protoparvovirus ungulado 1*) es el agente causal del síndrome SMEDI: mortinatos, momificación, muerte embrionaria e infertilidad, conduciendo a fallas reproductivas, además el parvovirus es altamente contagioso [1, 2], este virus es altamente resistente en el ambiente y puede sobrevivir durante períodos prolongados. La infección por PPV (parvovirus porcino) se caracteriza por su capacidad para atravesar la barrera placentaria, lo que causa preocupación durante la gestación de las cerdas (*Sus scrofa domestica*) [3]; Las rutas primarias de ingreso del parvovirus son la vía oral, a través del contacto directo con animales infectados o con fómites contaminados, secreciones biológicas como heces, orina o saliva. En segundo lugar, se identifica la vía respiratoria mediante la inhalación de aerosoles contaminados [4].

El virus es muy resistente a la inactivación por agentes químicos, enzimas, variaciones en el pH y desinfectantes, tiene resistencia al etanol al 70 %, a cuaternarios de amonio al 0,05 %, incluso tiene alta resistencia a bajas concentraciones de hipoclorito de sodio (2500 ppm) y al ácido peracético al 0,2 %, pero es rápidamente inactivado a desinfectantes a base de aldehído y a altas concentraciones de hipoclorito de sodio (25000 ppm) y peróxido de hidrogeno al 7,5 % [5].

Debido a la ausencia de la respuesta inmunológica en el embrión o el feto en etapas tempranas, el virus puede replicarse y ocasionar problemas en estos, por otro lado los fetos que se infectan durante la segunda mitad de la gestación, son capaces de generar una respuesta inmunológica, encontrándose lesiones como hipertrofia endotelial, así como infiltrado de células mononucleares a consecuencia de la respuesta inmunológica generada ante el virus [6], el PPV está ampliamente distribuido en las regiones de alta densidad de producción porcina. A pesar de la implementación continua de programas de vacunación, una proporción significativa de hembras primerizas adquiere la infección de forma natural antes de su incorporación al núcleo reproductor. En años recientes, se ha informado la aparición de nuevas variantes genéticas del virus, lo que plantea desafíos adicionales para el control y la eficacia de las estrategias inmunopreventivas actuales [7]. El descubrimiento de nuevas especies de PPV, junto con agentes comunes de fallo reproductivo, debería impulsar nuevas investigaciones sobre las implicaciones biológicas, clínicas y epidemiológicas de estos virus [8].

A nivel mundial, el PPV se considera una de las principales causas de fallo reproductivo en cerdos y se presenta en casi todos los países productores de cerdos. Si bien la infección por PPV suele ser asintomática en cerdos de todas las edades, también se han reportado lesiones cutáneas y miocarditis no supurativa en lechones [9]. El PPV se multiplica normalmente en el intestino del cerdo sin causar signos clínicos, ya que durante la fase aguda de la infección, las cerdas jóvenes y adultas presentan pocos o ningún signo clínico [10].

No se dispone tratamiento específico para las afecciones clínicas en animales de producción, el manejo se centra en la implementación de estrategias preventivas, entre las cuales destacan el uso de vacunas inactivadas y la aplicación rigurosa de medidas de bioseguridad destinadas a reducir la exposición y propagación del virus [11].

En los sistemas de producción porcina, el mantenimiento de un adecuado estado sanitario del hato constituye un factor crítico, dado que la aparición de enfermedades representa una de las principales causas de mortalidad, especialmente en contextos donde las condiciones higiénico-sanitarias son deficientes y los programas de vacunación resultan ineficaces o insuficientes [12].

El control del PPV en los hatos de cerdas es crucial para mantener la salud y la productividad del hato porcino. La vacunación es una estrategia esencial para la prevención y el manejo de las infecciones por parvovirus en las cerdas, ya que ayuda a estimular la inmunidad protectora, reduciendo la gravedad de la enfermedad y su impacto en el desempeño reproductivo [13].

Vacunas específicas pueden aumentar los títulos de anticuerpos contra ciertos patógenos, mejorando la inmunidad de la cerda. El tipo de antígeno al que los anticuerpos están dirigidos también influye. Algunos antígenos pueden provocar una respuesta inmune más fuerte y sostenida que otros. Cada cerda puede tener una respuesta inmune única basada en su historial de exposición a patógenos y su estado inmunológico general [14].

El objetivo del presente ensayo fue determinar el efecto de tres vacunas comerciales contra parvovirus sobre la producción de anticuerpos y performance de cerdas Camborough.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en una granja comercial de la ciudad de Trujillo-Perú, se monitorearon 375 cerdas multíparas de la línea Camborough, inmunizadas contra parvovirus, y distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar en 3 tratamientos con 125 unidades experimentales. Debido a que la investigación se realizó en una granja comercial, la gerencia de la empresa determinó que, no se debía utilizar un tratamiento control, por las consecuencias que esto traería, como son el riesgo de la diseminación del parvovirus y las pérdidas económicas que esto implicaría en la granja. Los tratamientos pueden observarse en la TABLA I.

TABLA I Tratamientos experimentales en cerdas bajo un ensayo de tres vacunas comerciales contra parvovirus	
Tratamientos	Descripción
A	Cerdas inmunizadas contra parvovirus con la vacuna ZOS
B	Cerdas inmunizadas contra parvovirus con la vacuna HIP
C	Cerdas inmunizadas contra parvovirus con la vacuna MDS

Criterios de inclusión de las cerdas:

Se seleccionaron aleatoriamente cerdas que se encontraban entre el segundo y sexto parto, con buena condición corporal y similares parámetros productivos; como porcentaje de fertilidad, intervalo destete-celo; inmunizadas previamente contra parvovirus con los distintos tipos de vacunas evaluadas. Asimismo, se procuró que los tratamientos presentaran frecuencias similares respecto al número de partos en cada grupo.

Toma de muestra

Se tomaron dos muestras de sangre por cada cerda para la determinación de los títulos de los anticuerpos. La primera, fue un día antes de la vacunación, y la segunda, después de tres semanas de la inyección.

Se extrajeron 6 mL de sangre de la vena yugular, la cual fue depositada en un tubo vacutainer® de 6 mL sin aditivos. Estos tubos tienen activador de la coagulación, separando el suero de los elementos figurados y analíticos químicos e inmunológicos entre otros, manteniendo su estabilidad para su análisis.

Determinación de los títulos de anticuerpos

Se realizó mediante la prueba de ELISA. Ingezim PPV, que está basado en la técnica de ELISA indirecta que utiliza un anticuerpo monoclonal (AcM) específico de inmunoglobulinas porcinas (Igs), y antígeno recombinante (proteína VP2 de PPV).

Vacunación

La TABLA II muestra el programa de vacunación de las cerdas, donde puede observarse que la vacunación contra parvovirus se realizó a los 83 días (d) de gestación, porque la granja donde se llevó a cabo el estudio, la inmunización contra circovirus se realiza después del parto, con el propósito de evitar una sobrecarga del sistema inmunológico y posibles interferencias entre vacunas, garantizando así una adecuada protección reproductiva.

TABLA II
Programa de vacunación de cerdas bajo un ensayo de tres vacunas comerciales contra parvovirus

Edad	MADRES GESTANTES	
	Primeriza Gestante	Múltipara Gestante
35 días	Circovirus porcino	
72 días	<i>Escherichia coli</i>	
72 días		Circovirus porcino
83 días		Parvovirus porcino
93 días	<i>Escherichia coli</i>	
	MADRES LACTANTES	
7 días		Cólera porcina
21 días		Circovirus porcino

Parámetros evaluados

- Título de anticuerpos determinados antes de la aplicación de la vacuna contra la parvovirus.
- Título de anticuerpos determinados a los 21 d después de la aplicación de la vacuna contra parvovirus.
- Porcentaje de fertilidad de las cerdas (PDC):

$$PDC \% = \frac{\text{Número de cerdas confirmadas gestantes}}{\text{Número de cerdas servidas}} \times 100$$

- Porcentaje de no retorno (PNR):

$$PNR \% = \frac{\text{Número de cerdas que no repitieron celo. 35 días post inseminación}}{\text{Número de cerdas servidas}} \times 100$$

- Porcentaje de partos (PDP):

$$PDP \% = \frac{\text{Número de cerdas paridas}}{\text{Número de cerdas servidas}} \times 100$$

- Número de lechones nacidos totales (NLT):

$$NLT = \text{Lechones nacidos vivos} + \text{lechones nacidos muertos} + \text{lechones nacidos momificados}$$

- NLV = Sumatoria de los lechones nacidos vivos

- NLM = Sumatoria de los lechones nacidos muertos

- NNM = Sumatoria de los lechones nacidos momias

- PCN = Sumatoria del peso total de la camada al nacimiento

- Número de lechones destetados (NLD):

$$NLD = \text{Número de lechones nacidos vivos} - \text{número de lechones muertos en un periodo de 21 días}$$

- Porcentaje de mortalidad de los lechones (PML):

$$PML \% = \frac{\text{Número de lechones muertos en 21 días}}{\text{número de lechones nacidos vivos}} \times 100$$

Análisis estadístico

Los datos registrados de los parámetros productivos de las cerdas fueron evaluados mediante el análisis de varianza correspondiente al diseño completamente al azar y al calcularse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Para las características no paramétricas como porcentaje de fertilidad, porcentaje de no retorno, porcentaje de partos, y además, para la característica porcentaje de mortalidad de los lechones en lactación se aplicó la prueba de Chi-cuadrado. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS Ver. 27.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación antes de la vacunación no se detectaron diferencias estadísticas significativas para el título de anticuerpos entre los grupos ($P > 0,05$). Validando el diseño experimental al confirmar una condición inmunológica basal homogénea entre los tratamientos. Sin embargo, para el título de anticuerpos después de la vacunación se observaron diferencias altamente significativas entre las vacunas evaluadas ($P < 0,01$), siendo la vacuna HIP que indujo notoriamente el mayor título de anticuerpos (TABLA III). Resultados similares obtuvieron Ling y col. [15], usando una vacuna de subunidad basada en la proteína VP2 del parvovirus porcino 1, induciendo un fuerte efecto protector en cerdas jóvenes preñadas, para la prevención y control del PPV1. Igualmente, Verecke y col. [16], reportaron resultados similares utilizando diferentes tipos de vacunas, contribuyendo a la evaluación de inmunogenicidad de las vacunas existentes y al desarrollo de nuevos protocolos de aplicación. La marcada superioridad de la vacuna HIP, puede atribuirse a factores tecnológicos, es probable que su formulación, posiblemente esta basada en una tecnología de subunidades recombinantes PPV1, que haya permitido una presentación antigénica más eficiente, desencadenando una respuesta más robusta y específica, imputando a los menores títulos de anticuerpos de las otras dos vacunas evaluadas y con ello una menor actividad de neutralización [17].

TABLA III
Anticuerpos antes y después de la vacunación por tratamiento cerdas bajo un ensayo de tres vacunas comerciales contra parvovirus

Parámetros	A	B	C	EE	P
NTAV	5.391,9 ^a	5.146,8 ^a	5.154,7 ^a	135,2	0,713
NTDV	5.557,7 ^b	7.438,8 ^a	5.329,5 ^b	158,5	0,000

Tratamientos: A (ZOS), B (HIP) y C (MSD). Títulos de anticuerpos antes de la vacunación (NTAV). Títulos de anticuerpos después de la vacunación (NTDV). Subíndices (^a,^b): Indican diferencias estadísticas significativas dentro de la Columna ($P < 0.05$). EE: Error estándar de los promedios. P: Significancia estadística de los tratamientos

En la TABLA IV, se presentan los valores de los parámetros evaluados en las cerdas tras la aplicación de los tres tipos de vacunas comerciales, observándose diferencias altamente significativas entre los grupos ($P < 0,01$), para número de lechones nacidos notales, número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, número de lechones destetados y peso de la camada al nacimiento, la vacuna HIP fue la mejor en relación con las otras.

TABLA IV
Parámetros evaluados en cerdas por tratamiento bajo un ensayo de tres vacunas comerciales contra parvovirus

Parámetros	A	B	C	EE	P
NLT	15,3 ^b	16,9 ^a	15,5 ^b	0,18	0,000
NLV	13,0 ^b	14,4 ^a	13,6 ^{a,b}	0,17	0,004
NLM	1,85 ^a	2,05 ^a	1,15 ^b	0,09	0,000
NNM	0,72 ^a	0,44 ^b	0,47 ^b	0,05	0,028
NLD	11,7 ^b	12,7 ^a	11,9 ^b	0,14	0,000
PCN	17,1 ^b	20,2 ^a	15,8 ^c	0,20	0,000
PML %	3,2 ^a	3,3 ^a	3,1 ^a	–	0,742

Tratamientos: A (ZOS), B (HIP) y C (MSD). Número de lechones nacidos notales (NLT), Número de lechones nacidos vivos (NLV), Número de lechones nacidos muertos (NLM), Número de lechones nacidos momias (NNM), Número de lechones destetados (NLD), Peso de la camada al nacimiento (PCN), Porcentaje de mortalidad en lechones (PML). Subíndices (^a,^b): Indican diferencias estadísticas significativas dentro de la columna ($P < 0.05$). EE: Error estándar de los promedios. P: Significancia estadística de los tratamientos

Igualmente, esta vacuna obtuvo el mejor valor para los lechones nacidos momias. ($P < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticas en el porcentaje de mortalidad de lechones en lactación ($P > 0,05$). Estos resultados concuerdan con, Noguera y col. [1], en su estudio de inmunización contra el PPV1 en cerdas jóvenes, reportaron mejoras en el tamaño promedio de camada y una alta proporción promedio de fetos clínicamente sanos; igualmente Kiss y col. [18], evaluaron la protección mediante vacunas, contra el virus de genotipo ppv-27a en cerdas jóvenes preñadas, reportándose diferencias en la protección contra el virus, influenciadas por homología entre la vacuna y las cepas de desafío contra ppv-27a, en términos de reducción del número de cerdas que tuvieron fetos afectados por el virus y porcentaje de camadas positivas a PPV.

Derivaciones análogas mostradas por García-Morante y col. [2], indican que la inmunidad desarrollada por la vacuna de subunidades PPV1 es eficaz para prevenir la viremia, la infección transplacentaria de fetos y la muerte fetal causada por la infección PPV1, protegiendo a los fetos contra la exposición heteróloga a PPV1.

El incremento en el peso de la camada al nacimiento observado en el grupo HIP es particularmente relevante, ya que este parámetro es un fuerte predictor de la supervivencia y el rendimiento de crecimiento de los lechones, un peso de camada al nacimiento más alto sugiere un ambiente intrauterino más saludable, posiblemente debido a una reducción de la inflamación placentaria y una mejor transferencia de nutrientes, como lo describen Kirkden y col. [19].

El desempeño superior de la vacuna HIP puede explicarse mecánicamente por su capacidad para inducir una respuesta inmune humoral fuerte y sostenida, asegurando inmunidad materna durante la ventana crítica de susceptibilidad gestacional al PPV [20, 21].

En los parámetros reproductivos, que se exhiben en la TABLA V, como porcentaje de fertilidad, porcentaje de no retorno, porcentaje de partos, no se establecieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P > 0,05$).

TABLA V
Parámetros reproductivos evaluados en cerdas bajo un ensayo de tres vacunas comerciales contra parvovirus

Parámetros	Vacunas			P
	A	B	C	
PDC, %	93 ^a	93 ^a	92 ^a	0,952
PNR, %	93 ^a	92 ^a	92 ^a	0,954
PDP, %	93 ^a	92 ^a	92 ^a	0,954

Tratamientos: A (ZOS), B (HIP) y C (MSD). Porcentaje de fertilidad de las cerdas (PDC), Porcentaje de no retorno (PNR), Porcentaje de partos (PDP). Subíndices (^a,^b): Indican diferencias estadísticas significativas dentro de la columna ($P < 0.05$). P: Significancia estadística entre tratamientos

Estos resultados indican que la vacunación no compromete el desempeño reproductivo de las cerdas y concuerdan con numerosos estudios previos que han evaluado la seguridad de vacunas inactivadas contra el PPV, como Oravainen y col. [22], que usaron una vacuna comercial de PPV inactivada y *Erysipelothrix rhusiopathiae*, donde se reportó un aumento en la inmunidad humoral y no tuvo asociación con el fallo reproductivo; ensayos similares reportó van den Born [23], donde probó una vacuna octavalente contra una cepa de PPV altamente virulenta, demostrando que la vacunación fue segura e indujo una respuesta inmune suficiente para proteger a la progenie contra el PPV al reducir la infección transplacentaria; de forma similar Fachinger y col. [24] concluyeron que la vacunación contra PPV no alteró los parámetros reproductivos ni siquiera bajo condiciones de desafío viral, subrayando la seguridad inmunológica en cerdas reproductoras.

Diferentes reportes de Noguera y col. [1], mostraron que tres vacunas contra parvovirus porcino tipo 1 evaluadas, previnieron la aparición de manifestaciones clínicas asociadas con la parvovirus, encontrándose diferencias estadísticas entre ellas.

CONCLUSIONES

Las cerdas inmunizadas con la vacuna contra parvovirus HIP, lograron estadísticamente el mayor número de anticuerpos a los 21 días post vacunación, e igualmente obtuvieron mayor número de lechones nacidos totales, número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, peso de la camada al nacimiento, y número de lechones destetados ($P < 0,01$). Asimismo, el menor número de lechones nacidos momias ($P < 0,05$), pero igual porcentaje de fertilidad, porcentaje de no retorno, porcentaje de partos y porcentaje de mortalidad de lechones ($P > 0,05$).

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Noguera M, Vela A, Christian K, Chevalier M, Goutebroze S, de Paz X, Kunze M, Rathkjen P, Schacht E, Morante-García B. Effect of three commercial vaccines against porcine parvovirus 1 in pregnant gilts. *Vaccine* [Internet]. 2021; 39(29):3997–4005. doi: <https://doi.org/gkd6c6>
- [2] García-Morante B, Noguera M, Klocke S, Sommer K, Bridger P. Duration of immunity against heterologous porcine parvovirus 1 challenge in gilts immunized with a novel subunit vaccine based on the viral protein 2. *BMC Vet. Res.* [Internet]. 2020; 16(1):184. doi: <https://doi.org/p8vz>
- [3] Bachmann PA, Sheffy BE, Vauhan JT. Experimental in utero infection of fetal pigs with a porcine parvovirus. *Infect. Immun.* [Internet]. 1975; 12(3):455–460. doi: <https://doi.org/p8v2>
- [4] Barrs VR. Feline Panleukopenia: A re-emergent disease. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* [Internet]. 2019; 49(4):651–670. doi: <https://doi.org/gqvjdm>
- [5] Rico S, Molina S, Pabón F. Detección y aislamiento del Parvovirus porcino en Medellín, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.* [Internet]. 2003 [consultado 22 May. 2025]; 16(1):40–45. Disponible en: <https://goo.su/iAmkf>
- [6] Luevano-Adame J, Sarmiento R, Mendoza S. Valoración de la vacunación contra parvovirus porcino en granjas afectadas previamente a diarrea epidémica porcina. [tesis de maestría en Internet]. Trujillo, México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2020 [consultado 10 Abr. 2025]; 102 p. Disponible en: <https://goo.su/Btltzx>
- [7] Rivera-Benítez J, De la Luz-Armendáriz J, Gómez-Núñez L, Diosdado-Vargas F, Socci-Escatell G, Ramírez-Medina E, Velázquez-Salinas L, Ramírez-Mendoza H, Coba-Ayala M, Tufiño-Loaz C, García M, Carrera-Aguirre V, Bautista-Martínez R, Martínez-Mercado MJ, Santos-López G, Herrera-Camacho I, Siañez-Estrada I, Zapata-Moreno M. Salud porcina: historia, retos y perspectivas. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* [Internet]. 2021; 12(3):149–185. doi: <https://doi.org/p8v4>
- [8] Faustini G, Tucciarone C, Franzo G, Donneschi A, Boniotti M, Alborali G, Drigo M. Molecular survey on Porcine Parvoviruses (PPV1–7) and their association with major pathogens in reproductive failure outbreaks in Northern Italy. *Viruses* [Internet]. 2024; 16(1):157. doi: <https://doi.org/p8v7>
- [9] Dai XF, Wang QJ, Jiang SJ, Xie Z. Complete genome sequence of a novel porcine parvovirus in China. *J. Virol.* [Internet]. 2012; 86(24):13867. doi: <https://doi.org/p8v6>
- [10] Mengeling W, Lager K, Vorwald A. The effects of porcine parvovirus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus on porcine reproductive performance. *Anim. Reprod. Sci.* [Internet]. 2000; 60–61:199–210. doi: <https://doi.org/dgtqzt>
- [11] Streck A, Biondo D, Maciel G, Jordá R, Galé I. Parvovirus porcino: un antiguo, pero todavía importante patógeno. *Anaporc.* [Internet]. 2021 [Consultado 3 Dic. 2024]; 18:22–25. Disponible en: <https://goo.su/OyZ2>
- [12] Ozaeta DS, Williman MM, Negrelli-Pilar M, Echeverría MG, Metz GE, Serena MS, Williams SI. Parvovirus: una revisión sobre la epidemiología, patogenia, diagnóstico y control de enfermedades producidas por parvovirus en animales domésticos. *Rev. Vet.* 2025; 36(1):1–16. doi: <https://doi.org/p8w9>
- [13] Pejsak Z, Kusior G, Pomorska-Mól M, Podgórska K. Influence of long-term vaccination of a breeding herd of pigs against PCV2 on reproductive parameters. *Pol. J. Vet. Sci.* [Internet]. 2012; 15(1):37–42. doi: <https://doi.org/f996rd>
- [14] Reinhard P. The pig as a model for immunology research. *Cell. Tissue Res.* [Internet]. 2020; 380(2):287–304. doi: <https://doi.org/ggwxxwn>
- [15] Ling Z, Zhang H, Chen Y, Sun L, Zhao J. A subunit vaccine based on the VP2 protein of Porcine Parvovirus 1 induces a strong protective effect in pregnant gilts. *Vaccines* [Internet]. 2023; 11(11):1692. doi: <https://doi.org/p8xb>
- [16] Vereecke N, Kvisgaard LK, Baele G, Boone C, Kunze M, Larsen LK, Theuns S, Nauwynck H. Molecular epidemiology of Porcine Parvovirus Type 1 (PPV1) and the reactivity of vaccine-induced antisera against historical and current PPV1 strains. *Virus Evol.* [Internet]. 2022; 8(1):veac053. doi: <https://doi.org/p8xc>
- [17] Zeeuw E, Leinecker N, Herwig V, Selbitz H, Truyen U. Study of the virulence and cross-neutralization capability of recent porcine parvovirus field isolates and vaccine viruses in experimentally infected pregnant gilts. *J. Gen. Virol.* [Internet]. 2007; 88(2):420–427. doi: <https://doi.org/cvbnbb>
- [18] Kiss I, Kovács E, Zádori Z, Mészáros I, Cságola A, Bajnóczi P, Mortensen P, Payla V. Vaccine protection against experimental challenge infection with a PPV–27a genotype virus in pregnant gilts. *Vet. Med – Res. Rep.* [Internet]. 2020; 11:17–24. doi: <https://doi.org/p8xd>
- [19] Kirkden RD, Broom DM, Andersen IL. Piglet mortality: The impact of induction of farrowing using prostaglandins and oxytocin. *Anim. Reprod. Sci.* [Internet]. 2013; 138(1–2):14–24. doi: <https://doi.org/f4v36k>
- [20] Molitor TW, Joo HS, Collett MS. Porcine parvovirus: virus purification and structural and antigenic properties of virion polypeptides. *J. Virol.* [Internet]. 1983; 45(2):842–850. doi: <https://doi.org/p8xf>
- [21] Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J. *Diseases of Swine*. 10th. ed. Chichester (RU): Wiley-Blackwell; 2012.

- [22] Oravainen J, Hakala M, Rautiainen E, Veijalainen P, Heinonen M, Tast A, Virolainen J, Peltoniemi O. Parvovirus antibodies in vaccinated gilts in field conditions – Results with HI and ELISA tests. *Reprod. Domest. Anim.* [Internet]. 2006; 41(1):91–93. doi: <https://doi.org/cc94f9>
- [23] van den Born E, van den Elzen P, van Kilsdonk E, Hoeijmakers M, Segers R. An octavalent vaccine provides pregnant gilts protection against a highly virulent porcine parvovirus strain. *BMC Vet. Res.* [Internet]. 2020; 16(1):55. doi: <https://doi.org/p8xh>
- [24] Fachinger V, Bischoff R, Jedidia S, Saalmüller A, Elbers K. The effect of vaccination against porcine circovirus type 2 in pigs suffering from porcine dermatitis and nephropathy syndrome. *Vaccine* [Internet]. 2008; 26(11):1488–1499. doi: <https://doi.org/bt47jw>