

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Prevalencia de PRRS granjas porcinas comerciales del cantón Piñas

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista

Autoras:

Viviana Rosibel Criollo Burguan
Yessenia Paola Sigua Vizhco

Director:

Juan Carlos Ramómez Cárdenas
ORCID:  0000-0002-8081-7533

Cuenca, Ecuador

2023-05-10

Resumen

El síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) es una enfermedad viral de gran importancia desde el punto de vista económico en la producción porcina mundial; debido a que ocasiona fallas reproductivas severas y problemas respiratorios en cerdos de todas las edades, sobre todo en lechones, lo que desencadena un aumento en la mortalidad y una afectación de los parámetros productivos en general. Con el fin de conocer el impacto de PRRS sobre la producción porcina local, este estudio determinó la prevalencia de PRRS en el cantón Piñas, provincia de El Oro. Formaron parte del estudio 71 granjas repartidas en 8 parroquias; se tomaron muestras de fluido oral (FO) a la población según estratos, que incluyeron: reproductores, recría y engorde. Las muestras fueron analizadas con el Kit ELISA IDEXX PRRS Oral Fluids Ab (Laboratorios IDEXX), en el laboratorio de microbiología en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Los resultados reflejaron una prevalencia general de 60.74% a nivel del cantón Piñas; las parroquias con mayor prevalencia fueron: Piñas Grande (83.33%) y Saracay (70.06%); las parroquias con menor prevalencia fueron: Piedras (40%) y San Roque (25%), mientras que Capiro no presentó casos positivos. También se investigaron los factores de riesgo asociados a la presencia de la enfermedad, mediante la aplicación de una encuesta estructurada; resultando que seis factores: propósito comercial, número de sitios, procedencia del semen, procedencia de los reemplazos, cuarentena y manejo de los desechos del parto; tenían relación con la presentación de PRRS.

Palabras clave: PRRS, porcinos, Piñas, fluido oral, factores de riesgo

Abstract

Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) is a viral disease of great economic importance in global pig production, as it causes severe reproductive failure and respiratory problems in pigs of all ages, particularly in piglets, which triggers an increase in mortality and an affection of productive parameters in general. This study aimed to determine the prevalence of PRRS in the Piñas canton, El Oro province, to understand the impact of the disease on local pig production. The study included 71 farms spread over 8 parishes; oral fluid (FO) samples were taken from the population according to strata, including breeding herd, piglets, and fattening. The samples were analyzed using ELISA IDEXX PRRS Oral Fluids Ab Kit (IDEXX Laboratories) at the microbiology laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cuenca. The results showed a general prevalence of 60.74% at the level of the Piñas canton; the parishes with the highest prevalence were: Piñas Grande (83.33%) and Saracay (70.06%); the parishes with the lowest prevalence were: Piedras (40%) and San Roque (25%), while Capiro had no positive cases. The risk factors associated with the presence of the disease were also investigated, through the application of a structured survey; resulting in six factors: commercial purpose, number of sites, the origin of semen, the provenance of replacements, quarantine, and management of delivery waste; were related to the PRRS presentation.

Keywords: PRRS, pigs, Piñas, oral fluid, risk factors

Índice de contenido

Introducción	12
2.Objetivos.....	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos	14
3.Revisión bibliográfica	15
3.1. Producción Porcina.....	15
3.2. Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.....	15
3.2.1. Definición.....	15
3.2.2. Clasificación taxonómica.....	15
3.2.3. Especies susceptibles.....	16
3.2.4. Epidemiología	17
3.2.5. Patogenia	18
3.2.6. Respuesta inmunitaria	20
3.2.7. Síntomas Clínicos.....	21
3.2.8. Lesiones	25
3.2.9. Diagnóstico	27
3.2.10. Diagnóstico diferencial	29
3.2.11. Tratamiento, prevención, control y eliminación.....	31
3.3. Factores de Riesgo Asociados a PRRS.....	32
3.4. Impacto económico.....	36
4.Materiales y Métodos	37
4.1. Materiales	37
4.1.1. Materiales físicos	37
4.1.2. Materiales Biológicos	37

4.1.3. Materiales de laboratorio	37
4.1.4. Reactivos.....	38
4.2. Metodología.....	38
4.2.1. Localización.....	38
4.2.2. Unidad muestral.....	39
4.2.3. Toma de muestras.....	40
4.2.4. Análisis de laboratorio.....	41
4.2.5. Interpretación de resultados.....	42
4.2.6. Factores de riesgo	42
4.2.7. Georreferenciación	43
4.2.8. Análisis Estadístico.....	43
5.Resultados y Discusión.....	44
5.1. Prevalencia por parroquias	44
5.2. Prevalencia según categoría animal	45
5.3. Factores de Riesgo.....	47
5.4. Georreferenciación	51
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Referencias.....	55
Anexos.....	62

Índice de figuras

Figura 1 Formas de transmisión de PRRS	18
Figura 2 Ingreso del virus PRRS al interior de la célula.....	19
Figura 3 Lechón caquético	22
Figura 4 Pulmón con neumonía intersticial.....	23
Figura 5 Aborto en cerdas	24
Figura 6 Lechones muertos y momificados	25
Figura 7 Alveolos con neumonía intersticial e infiltrado celular.....	26
Figura 8 Interacción de PRRS con otros patógenos respiratorios	30
Figura 9 Mapa del cantón Piñas - provincia de El Oro.....	38
Figura 10 Prevalencia de PRRS en las parroquias del Cantón Piñas.....	44
Figura 11 Prevalencia de PRRS según la categoría animal	46
Figura 12 Mapa de las granjas porcinas muestreadas	51
Figura 13 Distribución espacial de granjas positivas a PRRS	52

Índice de tablas

Tabla 1 Factores de riesgo evaluados para la presentación de PRRS.....	47
Tabla 2 Cálculo de ODDS para factores relacionados con la presencia de PRRS	48

Agradecimiento

Este trabajo fue posible gracias al respaldo de la Asociación de Porcicultores del Oro (APPOR), institución que aportó los recursos económicos y materiales necesarios para ejecutar esta investigación. Agradecemos de manera encarecida al señor Ramiro Apolo, presidente de la asociación y al Dr. Jonathan Vega quienes nos recibieron con los brazos abiertos, estuvieron dispuestos y solícitos a solventar los percances que el camino nos presentaba.

Nuevamente, al Dr. Jonathan Vega, por su apoyo incondicional en el trabajo de campo. Gracias por compartir con nosotras su tiempo, paciencia y experiencia.

A todos los brigadistas con los cuales tuvimos el gusto de compartir un día de trabajo.

Al Dr. Luis Loayza Romero por su gestión para la realización de este proyecto y por aportar con su experiencia y conocimiento en el área que nos sirvió para poder desenvolvernos en la zona.

A nuestro querido director Dr. Juan Carlos Ramónmez por su dirección y orientación.

Agradecemos a la Dra. Andrea Vintimilla y al Dr. Omar Andrade, responsables del Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Cuenca, por las facilidades que nos brindaron durante la realización de los análisis de laboratorio.

Finalmente, a los miembros del tribunal por sus aportes y observaciones que terminaron de encumbrar este trabajo.

A todo aquel que vivió junto a nosotras esta experiencia y por su puesto a los animales...

Viviana y Paola.

Dedicatoria

Con todo mi corazón para mis padres, Julia y Ramon, por todos los sacrificios que hicieron para permitirme culminar la carrera, gracias por su amor y apoyo incondicional, sin ustedes esto no sería posible.

A mi hermana, Mayri, parte fundamental de mi vida, por tu amor y compañía a lo largo de tantas cosas, gracias por siempre creer en mí.

A mi amiga Paola por ser la mejor compañera que hubiese podido desear, sin tu sentido del humor, esto no hubiese sido tan divertido.

A mis amigos Jhon y Paola, que siempre estuvieron allí para sacarme una sonrisa o para brindarme su apoyo moral.

Viviana Criollo

A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo durante toda mi vida. Su confianza en mí y en mis habilidades ha sido fundamental para lograr esta meta. Gracias por estar siempre presentes y por alentarme a seguir adelante.

A mi amigo, compañero de vida Jorge, gracias por creer en mí, por alentarme en los momentos más difíciles y por celebrar conmigo en los momentos más alegres. Tu compromiso conmigo y con nuestra familia ha sido una inspiración constante para mí, y estoy agradecida por tener a alguien tan maravilloso como tú en mi vida.

A mi amiga Viviana, por su amistad sincera y su motivación constante. Gracias por tus palabras de aliento, tus consejos y tu paciencia durante estos años de estudio. Tu compañía ha sido una gran ayuda y tu amistad es un tesoro invaluable.

Finalmente, quisiera agradecer a Dios por darme la fuerza y la perseverancia para llegar hasta aquí. Su amor y su protección han sido mi guía en todo momento y le agradezco por las bendiciones que ha puesto en mi vida.

Paola Sigua

Lista de abreviaturas

APCs: Células presentadoras de antígeno.

ARN: Ácido ribonucleico.

DPI: Días post infección.

ELISA: Enzimoinmunoanálisis de adsorción.

FO: Fluidos orales.

CA: Conversión alimenticia.

CRP: Complejo respiratorio porcino.

GDP: Ganancia diaria de peso.

ICTV: International Committee on Taxonomy of viruses.

IFA: Inmunofluorescencia indirecta.

IFN: Interferón.

IgM: Inmunoglobulina.

IHC: Inmunohistoquímica.

IHS: Hibridación in-situ.

IL: Interleucina.

IPMA: Inmunoperoxidasa en monocapa.

MoDC: Células dendríticas derivadas de monocitos.

M/P: coeficiente muestra sobre el positivo

NAs: Anticuerpos neutralizantes.

NK: Células natural-killer.

NSPS: Proteínas no estructurales.

OMSA: Organización Mundial de Sanidad Animal.

PAM: Macrófagos Alveolares Porcinos.

PBMC: Células mononucleares de sangre periférica.

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa.

PRRS: Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.

RT-PCR: La reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa.

SS: Suero sanguíneo.

TNF: Factor de necrosis tumoral.

vPRRS: Virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.

Introducción

El sector porcino se encuentra constantemente amenazado por enfermedades transfronterizas de distribución mundial (Han et al., 2017). Una de las enfermedades de mayor impacto económico es el síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS, por sus siglas en inglés: Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome), (Quezada et al., 2021). Fue reconocida clínicamente por primera vez a finales de la década de 1980 en Norteamérica, desde entonces, la infección se ha propagado rápidamente en Europa a inicios de los 1990. (Zimmerman et al., 2019), inicialmente se la conoció como enfermedad misteriosa porcina (Lunney et al., 2010).

Se caracteriza principalmente por el fracaso reproductivo durante el último tercio de la gestación, y ocasiona problemas respiratorios en cerdos de todas las edades (Sala et al., 2021), afecta también los parámetros productivos, incremento en la conversión alimenticia (CA), y disminución de ganancia diaria de peso (GDP), (Guzmán et al., 2021), dando como resultado más días de finalización.

El agente etiológico es un virus ARN (Amarilla et al., 2016), perteneciente al género Betaartevirus y familia Arteriviridae (Fernández, 2019). Por su variabilidad genética se subdivide en dos especies, *Betaarterivirus suis 1* (vPRRS-1), y *Betaarterivirus suis 2* (vPRRS-2), (International Committee on Taxonomy of Viruses [ICTV], 2020), conocidos anteriormente como genotipo Europeo y genotipo Americano, respectivamente (Tian et al., 2012). En esta revisión, el término vPRRS se utilizará para cubrir las dos especies virales.

La enfermedad tiene dos formas de presentación, la forma reproductiva y la respiratoria (Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA], 2008). La forma reproductiva afecta principalmente a hembras en el último tercio de la gestación, provocando partos prematuros, mortinatos, momificación fetal, y abortos, (Amarilla et al., 2016); la forma respiratoria se observa comúnmente en recría y engorde, se caracteriza por dificultad respiratoria, neumonía, pérdida de apetito, inapetencia, respiración abdominal rápida, etc. (Han et al., 2017); además debilita la respuesta inmune del huésped, permitiendo la entrada de enfermedades secundarias (López et al., 2015).

El vPPRS es de difícil control debido a su capacidad para evadir las respuestas inmunes innatas y adaptativas del huésped, lo que da como resultado una enfermedad clínica grave y el establecimiento de una infección subclínica de por vida (Chand et al., 2012). Además, el

diagnóstico de vPRRS se complica porque existe predominantemente como infección subclínica y participa como cofactor en otros síndromes (Chand et al., 2012), por ello es fácil que pase desapercibida o se confunda con otras enfermedades.

En el Ecuador, el primer brote del PRRS tuvo lugar en abril del año 2017; la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) reportó este brote en una explotación dedicada al engorde y finalización de cerdos, en Santo Domingo de los Tsáchilas, en donde 469 animales estuvieron expuestos y se confirmaron 7 casos positivos (ProMED-mail, 2017) asimismo, en 2021 se confirmaron casos en las ciudades de Yantzaza y Marcabelí (Agrocalidad, 2021).

El cantón Piñas, pertenece a la provincia de El Oro, en donde se desarrolla una fuerte actividad porcícola; esta provincia es conocida históricamente por su alta producción, siendo una de las principales productoras de cerdos a nivel nacional junto con Santo Domingo y Manabí (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2020). La fuerte actividad porcina del cantón Piñas propicia que animales y biológicos como semen; se distribuyan a distintos puntos del país; de ahí que la importancia sanitaria de este cantón no solo radica en sí mismo; sino en su potencial de diseminación del virus en el territorio nacional.

Teniendo en cuenta que PRRS es una enfermedad altamente contagiosa y de gran impacto económico en la industria porcina a nivel mundial y que además en Ecuador ya se ha detectado la presencia del virus en algunas granjas porcinas, en distintas partes del territorio; es preocupante que no existan estudios suficientes, ni medidas adecuadas para su control. Es importante destacar que el PRRS no solo afecta la salud de los cerdos, sino también a la economía del país, ya que la industria porcina es un importante sector productivo en Ecuador. El presente estudio busca poner de manifiesto la prevalencia de PRRS en el cantón Piñas como un aporte para entender mejor la situación de la enfermedad y que se tomen medidas preventivas como puede ser la aplicación de medidas de bioseguridad en granjas, la implementación de programas de vacunación y la realización de más estudios epidemiológicos para poder garantizar una industria porcina saludable y sostenible, capaz de contribuir de manera efectiva al desarrollo económico del país.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar la prevalencia de PRRS en granjas porcinas comerciales del cantón Piñas, provincia de El Oro.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar la prevalencia de PRRS entre las parroquias del cantón Piñas.
- Identificar los factores de riesgo asociados con la presencia de PRRS.
- Generar información georreferenciada de granjas positivas a PRRS.

3. Revisión bibliográfica

3.1. Producción Porcina

Según cifras de “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)” en el año 2020 existían en Ecuador 1.06 millones de cabezas de ganado porcino, siendo El Oro la provincia con mayor número de animales con 181 404, seguida de Santo Domingo con 130 199 y Manabí con 104 586 animales, entre estas tres provincias concentran el 39.3% de la población porcina del país (INEC, 2020). El número de cerdos producidos al año fue de 2.5 millones, de los cuales el 17,79% se concentra en Santo Domingo de los Tsáchilas, seguido de El Oro 15.3% y Guayas 12.6%.

En la provincia de El Oro la producción porcina es una de las principales actividades económicas, siendo el cantón Piñas uno de los más importantes por su nivel de producción. Las granjas porcinas de este cantón varían desde traspasio hasta explotaciones semitecnificadas; los sistemas de producción son de ciclo completo (68%), reproducción (25%) y engorde (7%).

3.2. Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino

3.2.1. Definición

El síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS), se trata de una enfermedad viral infecciosa que puede causar una alta morbilidad y mortalidad significativas en los porcinos afectados (Manzano, 2017). Se distingue típicamente por problemas reproductivos, tales como: aborto, mortinato y momificación; problemas respiratorios en cerdos en crecimiento (Han et al., 2017) y la susceptibilidad a otros agentes infecciosos secundarios (Acosta, 2017); se ha reportado que el virus puede alojarse en las glándulas bulbouretrales del aparato reproductor del macho donde puede transmitirse (Pérez, 2020) y afectar la calidad del semen (Sala et al., 2021).

3.2.2. Clasificación taxonómica.

Se trata de un virus esférico, envuelto de ARN de cadena positiva, de 15 kb de longitud. El genoma del vPRRS codifica al menos 14 proteínas no estructurales (nsps) requeridas en la replicación viral y que poseen actividad de replicasas, proteasas y polimerasas; y 8 proteínas estructurales (Zhang & Yoo, 2015). El virus se clasifica dentro del orden Nidovirales, familia Arteriviridae, género, Betaarterivirus; frente a la variabilidad genética del virus, el ICTV, ha

informado dos especies enteras de vPRRS, *Betaarterivirus suis 1* (vPRRS-1) (antes conocido como Europeo, UE) y *Betaarterivirus suis 2* (vPRRS-2) (antes conocido como Norteamericano, NA) (ICTV, 2020).

En la actualidad, ambas especies comparten una distribución mundial, siendo el vPRRS-1 predominante en Europa y el vPRRS-2 predominante en América y Asia (Zimmerman et al., 2019). La reclasificación estaría influenciada por la biología del virus que impacta sobre las técnicas de diagnóstico, y en la implementación de los mecanismos de control y prevención de la enfermedad (Castillo & Ramírez, 2021). Ambas especies de vPRRS causan enfermedad clínica similar, pero comparten solo el 60% de identidad en la secuencia de nucleótidos a nivel del genoma (Pérez, 2020).

Como virus con envoltura, su supervivencia fuera del huésped se ve afectada por la temperatura, el pH, la exposición a detergentes y los solventes orgánicos. El vPRRS se inactiva con disolventes lipídicos como el cloroformo y el éter (López et al., 2015) y es muy inestable en soluciones que contienen concentraciones de detergentes (Amador, 2013); ya que alteran su envoltura con la liberación concomitante de las partículas del núcleo no infeccioso y la pérdida de infectividad (Zimmerman et al., 2019); los desinfectantes espumantes que contienen glutaraldehído y compuestos de cloruro de amonio cuaternario son eficaces para inactivar el vPRRS en las salas de partos y los vehículos de transporte (Schneider et al., 2015).

Se sabe que el vPRRS puede sobrevivir durante más tiempo a temperaturas por debajo de los -70 y -20 °C (Dietze et al., 2011), pero su viabilidad decrece con el incremento en la temperatura; a 4 °C el virus sobrevive 155 horas, a 10 °C 84.5 horas, a 20 °C 27.4 horas y a 30 °C 1.6 horas (Jacobs et al., 2010). El virus permanece estable en un rango de pH de 6.5 a 7.5, pero su capacidad de infectar se reduce drásticamente a un pH fuera del rango (López et al., 2015).

3.2.3. Especies susceptibles

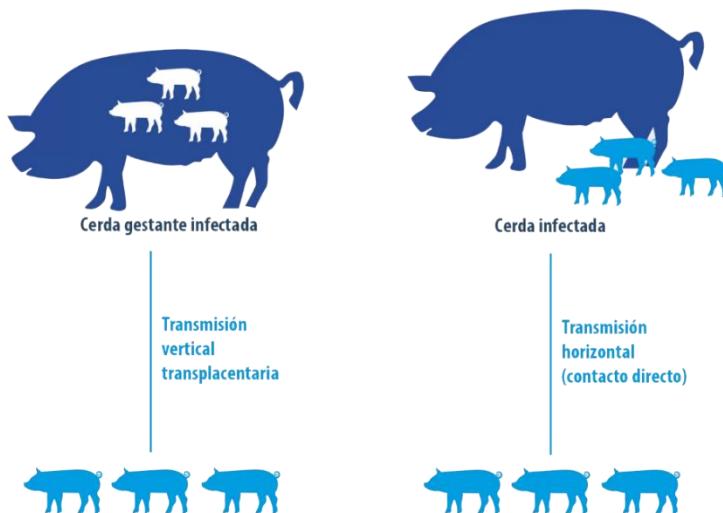
Los cerdos (*Sus scrofa*) de todas las edades son susceptibles (Zimmerman et al., 2019); el cuadro clínico en el cerdo depende en gran medida de la edad, el estado fisiológico e inmunitario del animal y la virulencia de la cepa vírica (Fernández, 2019). Esta enfermedad se reporta con mayor frecuencia en las explotaciones tecnificadas que en granjas de traspatio, sugiriendo como posible explicación la diferencia de densidad poblacional entre los sistemas de explotación intensivos y extensivos (López et al., 2015).

3.2.4. Epidemiología

En la actualidad, el PRRS se considera una enfermedad endémica a nivel mundial (Chen et al., 2020), aunque todavía no se ha notificado en varios países, tales como Argentina, Cuba, Brasil, (Zimmerman et al., 2019), Finlandia, Australia, etc. (Amarilla et al., 2016). El virus entra en la población libre, principalmente, a través de cerdos infectados importados o por material genético, pero la presencia de portadores asintomáticos provoca la circulación persistente del virus (Álvarez & Ruiz, 2013).

El virus es altamente infeccioso y su transmisión se da por contacto directo e indirecto (Zimmerman et al., 2019); y puede producirse de forma horizontal y vertical (Figura 1). La transmisión vertical se produce de las cerdas gestantes infectadas a los lechones, estableciéndose la infección desde la implantación (días 13-14 de gestación), pero acentuándose en el último tercio de la gestación (López et al., 2015). La vía de transmisión horizontal es de cerdos infectados a cerdos sanos a través del contacto directo con secreciones como la saliva, orina, semen, secreciones lácteas y heces; y por contacto indirecto mediante la contaminación de objetos inanimados (vehículos, botas, guantes, equipos, visitantes, agujas contaminadas, etc.), (Sala et al., 2021), estos transportan el virus incluso a grandes distancias si no se realiza una correcta limpieza y desinfección; y pueden permanecer en el ambiente entre 2-3 meses a temperaturas adecuadas (Amarilla et al., 2016).

El semen se considera la segunda vía más importante de transmisión de la enfermedad, ya que el virus puede ser eliminado a través del semen incluso en ausencia de viremia y en presencia de anticuerpos neutralizantes (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2018). También hay que mencionar vectores como los insectos (*Aedes vexans*, *Musca domestica*), que también transmiten la enfermedad.

Figura 1*Formas de transmisión de PRRS*

Nota. Tomado de *Estrategias de inmunización frente a PRRS [Imagen]*, por Garza Laura, 2020, porciNews (<https://porcineWS.com/estrategias-inmunizacion-frente-prrs/>).

3.2.5. Patogenia

Debido a su naturaleza cambiante, vPRRS permite constantes mutaciones y brinda una amplia oportunidad para la aparición de nuevas cepas, muchas de ellas no incluidas en las actuales vacunas (Sala et al., 2021). El vPRRS ingresa por vía oro-nasal y genital, infectando tejido nasal, tonsilar, macrófagos pulmonares y el endometrio uterino. Tiene un periodo de incubación que puede ir de tres días a varias semanas, teniendo una media de 14 días y en casos endémicos se observa periodos de latencia (López et al., 2015), una vez introducido en la granja, vPRRS se vuelve endémico en casi todos los casos (Zimmerman et al., 2019).

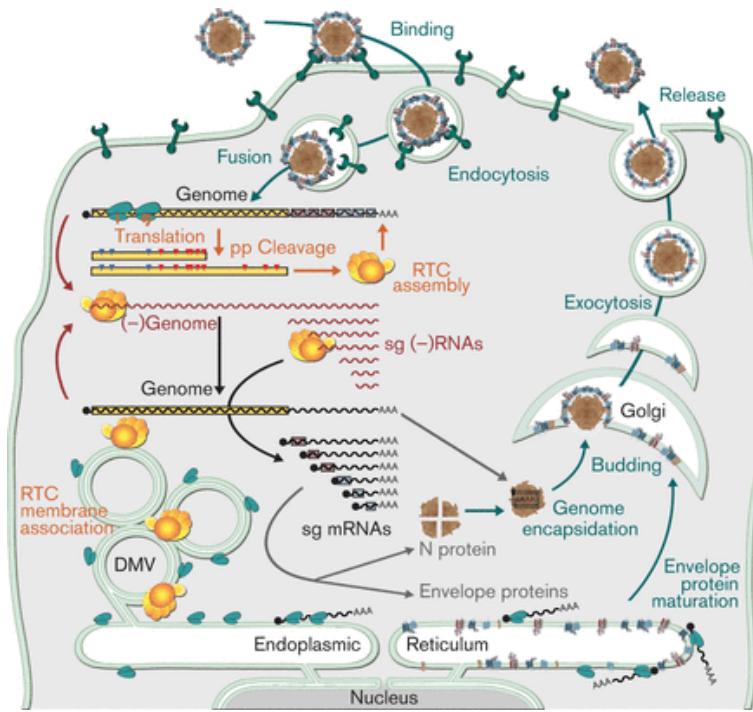
En el transcurso de la infección vírica se pueden establecer dos fases, la fase aguda de la viremia perdura aproximadamente 28 días post infección (Chand et al., 2012) y su principal síntoma es la neumonía intersticial (Sala et al., 2021), aunque los signos clínicos pueden ser muy variados según la virulencia de la cepa. La segunda etapa, denominada “fase persistente”, se caracteriza por ausencia de viremia, bajos niveles de replicación del virus y solo en algunos órganos,

pudiéndose encontrar virus en los órganos linfoides hasta los 300 días post infección (Fernández, 2019).

Por vía sanguínea y linfoide vPRRS se distribuye a nivel sistémico circulando de manera libre o ligado a monocitos circulantes, accede a los pulmones y se dirige principalmente a los macrófagos alveolares porcinos (porcine alveolar macrophage, PAM) (Amarilla et al., 2016), considerados la principal célula diana del vPRRS (Fernández, 2019). Infecta además células del linaje de monocitos/macrófagos y células dendríticas. El virus se une a los receptores de heparán sulfato y sialoadhesina provocando un proceso de endocitosis que le sirve al virus para internalizar en la célula (Figura 2), libera su material genético en el citoplasma y tienen lugar la síntesis de proteínas virales (Rahe & Murtaugh, 2017), el virus se replica en las células y es liberado mediante apoptosis y lisis celular a la circulación sanguínea y se distribuye por todos los tejidos (Sala et al., 2021).

Figura 2

Ingreso del virus PRRS al interior de la célula



Nota. Tomado de *Infectious Cycle of Arteriviruses* [Imagen], por Le Rhea, 2015. Microbewiki (https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Porcine_reproductive_respiratory_syndrome_virus)

Se produce una diseminación sistémica del virus llegando a órganos como tonsillas, nódulos linfáticos y bazo, donde el virus se replica en los macrófagos de estos órganos y puede permanecer de manera persistente (Rodríguez, 2012). En cuanto a la fase reproductiva, la infección es más marcada en el último tercio de la gestación, debido a un incremento en los receptores de sialoadhesina que son los receptores predilectos del virus, el virus atraviesa la barrera transplacentaria e infecta a los fetos ocasionando abortos, partos prematuros y camadas de cerdos nacidos muertos o débiles (Fernández, 2019).

3.2.6. Respuesta inmunitaria

El vPRRS ingresa al organismo del cerdo comúnmente por la vía oro-nasal, desde donde el virus alcanza los pulmones e interactúa con los PAM, el sistema inmune innato, proporciona una respuesta temprana e inespecífica ante cualquier agresión que sufra el organismo, el vPRRS al infectar las células del sistema mononuclear-fagocítico produce una desregulación del sistema inmune, la cual es más agravada en lechones que en adultos, debido a que en los primeros el sistema inmune está aún inmaduro, esto se asocia con una mayor susceptibilidad a otras infecciones bacterianas y víricas y un agravamiento de los cuadros clínicos preexistentes (Fernández, 2019).

El virus del PRRS induce una escasa liberación de citoquinas proinflamatorias IFN- α , IFN- β , IL-1 β y TNF- α en macrófagos alveolares y células dendríticas plasmacitoides (Rodríguez, 2012); responsables de promover la presentación de antígenos, aumentar la función de las células natural killer (células asesinas), promover la producción de anticuerpos por parte de los linfocitos y promover la diferenciación de las células T colaboradores CD4+ y los linfocitos T citotóxicos CD8+; este desequilibrio desencadena una respuesta innata débil haciendo posible que el virus se replique antes de ser detectado por el organismo (Galiote & Gonzales, 2018).

Ciertas cepas de vPRRS son potentes inductores de IL-10 en células mononucleares de sangre periférica (PBMC), monocitos y células dendríticas derivadas de monocitos (MoDC). IL-10 tiene un papel regulador, es decir, aplaca la reacción del organismo frente a vPRRS. La respuesta inmune celular, comparada con la innata es retardada y variable, se presenta a las 2-8 semanas post infección. La producción de linfocitos T CD8 son no funcionales y hay escasa producción de IFN- γ , (Fernández, 2019).

En cuanto a la respuesta inmune humoral, se detectan anticuerpos específicos no neutralizantes de forma temprana, sin embargo, hasta las 2-4 semanas post infección no se detectan los anticuerpos neutralizantes (NAs), debido a que las glicoproteínas sobre las que actúan los NAs están ubicadas en el retículo endoplasmático rugoso y a no ser que se produzca la lisis de la célula los anticuerpos no pueden acceder a ellas (Rodríguez, 2012). La infección también reduce la expresión de moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) clase I y II y de moléculas coestimuladoras (MoDC) como CD80/CD86, en las células dendríticas derivadas de monocitos, alterando su capacidad de presentar antígenos a las células T (Fernández, 2019).

3.2.7. Síntomas Clínicos

El cuadro clínico en el cerdo depende en gran medida de la edad, el estado fisiológico e inmunitario del animal y la carga viral (Castillo & Ramírez, 2021). Además, otros factores como: grado de exposición, infecciones concomitantes y factores de manejo (Amarilla et al., 2016). La infección subclínica se produce a menudo en los cerdos de engorde, verracos, cerdas jóvenes y cerdas (Dietze et al., 2011). En los verracos infectados, el vPRRS, el virus puede aparecer en los espermatozoides y afectar su morfología y función (Mendoza, 2015).

3.2.7.1. Síndrome respiratorio

El vPRRS afecta principalmente en lechones y cerdos de engorde, para los lechones que sobreviven a las fases de gestación y neonatal, el vPRRS se manifiesta como una enfermedad respiratoria y a menudo se complica con infecciones secundarias (Manzano, 2017). Los macrófagos de animales jóvenes (4-8 semanas) son más sensibles a la infección por vPRRS, existiendo una alta mortalidad en la etapa pre destete (hasta 60 %) (Zimmerman et al., 2019). En los cerdos adultos (16-24 semanas), existe una reducción en el promedio de la ganancia diaria de peso y mortalidad elevada de 12 - 20% (Zimmerman et al., 2019). Además, varios estudios han demostrado que vPRRS desempeña un papel activo como agente infeccioso principal o cofactor en el complejo respiratorio porcino (CRP) (Guzmán et al., 2021).

El vPRRS suprime la respuesta inmunitaria, daña el sistema mucociliar y provoca también la destrucción masiva de PAM de forma pasajera en la primera semana post infección, lo que promueve la entrada de patógenos secundarios oportunistas, debido a que se encuentran comprometidas las barreras de defensa del sistema respiratorio (Amarilla et al., 2016); por lo tanto, vPRRS tiende a ser el aislado viral más común en los casos clínicos de CRP (complejo

respiratorio porcino o PRDC, por sus siglas en inglés porcine respiratory disease complex) (Castillo & Ramírez, 2021).

Los lechones destetados y de engorde manifiestan signos variados, esto dependerá de la virulencia del vPRRS; se observa: anorexia (figura 3), letargo, eritema cutáneo, pelaje áspero, (Dietze et al., 2011). La fiebre alta causada por las cepas virulentas del vPRRS (Castillo & Ramírez, 2021) es un fenómeno constante tanto en los casos clínicos como en los estudios experimentales, que va desde 40.5 a 42 °C (Ruedas et al., 2021), se presenta también: conjuntivitis, diarrea, miocarditis, encefalitis, rinitis, vasculitis, linfadenopatías, etc. (Amarilla et al., 2016). En general, los signos clínicos y las lesiones son mayores en los animales jóvenes que los adultos (Manzano, 2017).

Figura 3

Lechón caquéxico



Nota. Tomado de *La necropsia del porcino* (p. 44), por L. Carrasco (Le, 2015), 2006, Suis (32).

El virus tiene afinidad por los macrófagos pulmonares causando disnea, taquipnea, edema pulmonar, neumonía intersticial (figura 4) (Han et al., 2017). La forma endémica de la enfermedad ocasiona pérdidas constantes por baja ganancia de peso, retardo en el crecimiento y gastos veterinarios (López et al., 2015).

Figura 4

Pulmón con neumonía intersticial



Nota. Tomado de *Atlas de anatomía patológica del aparato respiratorio del cerdo* (p. 53), por S. Gómez, 2010, SERVET.

3.2.7.2. Síndrome reproductivo

La presentación y las diferentes variables de la enfermedad depende principalmente del estatus de la granja, de la cepa involucrada y la respuesta inmune del huésped. La falla reproductiva en cerdas preñadas varía entre 10-60% (Castillo & Ramírez, 2021). Los problemas reproductivos se presentan, sobre todo, en el último tercio de la gestación cuando aumentan los receptores de sialoadhesina (Sn), que son los receptores predilectos de vPRRS (Castillo & Ramírez, 2021). El virus ocasiona un proceso inflamatorio asociado con vasculitis endometrial, miometritis, endometritis o placentitis, desencadenando abortos (figura 5) (Castillo & Ramírez, 2021). Las alteraciones reproductivas se caracterizan por infertilidad, repeticiones de celo, momificación fetal (figura 6), abortos, mortinatos, agalactia y lechones nacidos débiles (Dietze et al., 2011).

Figura 5*Aborto en cerdas*

Nota. Tomado de *Tasa de partos: Cerdas muertas y abortos (II)* [Fotografía], por J. Bahamonde, 2010, Aprendiendo sobre porcino.... (<https://francisco47.wordpress.com/2010/06/>).

En verracos vPRRS se ubica en la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo, la próstata, glándulas bulbouretrales, vesículas seminales y testículos, provocando trastornos reproductivos con una pobre calidad espermática (Schulze et al., 2013), fiebre, letargia, anorexia, vómitos, etc. Aunque los verracos pueden ser asintomáticos o carecer de libido con reducción de la calidad seminal (Sala et al., 2021).

Figura 6*Lechones muertos y momificados*

Nota. Tomado de *Lechones momificados* [Fotografía], por M. Faccenda, 2005, 3tres3 (https://www.3tres3.com/latam/articulos/lechones-momificados_9923/)

3.2.8. Lesiones

El desarrollo y la extensión de las lesiones están directamente relacionados con la virulencia del vPRRS (Ruedas et al., 2021). Las lesiones son más graves en los cerdos más jóvenes que en los adultos (OMSA, 2018).

3.2.8.1. Aparato respiratorio

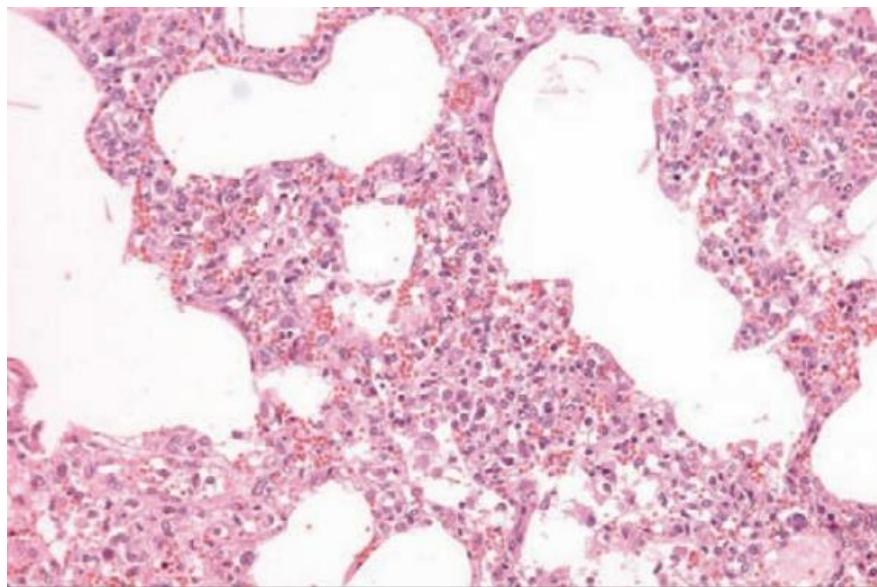
Los cambios macroscópicos y microscópicos se observan entre 4 y 28 días después de la infección en los pulmones y los ganglios linfáticos, donde la replicación viral es más frecuente. Las lesiones pulmonares varían de aparentemente normales a neumonía, de leves a severas con propagación multifocal o difusa (Brockmeier et al., 2017); la neumonía intersticial (figura 7) se produce entre 3 y 28 días después de la infección, siendo la manifestación más grave entre 10 y 14 días después de la infección (Amarilla et al., 2016). Cuando las lesiones neumónicas son

leves, el pulmón es ligeramente firme, no colapsado, con aspecto moteado de color gris-marrón y húmedo (Amarilla et al., 2016). En cambio, en lesiones graves la distribución es difusa, el pulmón está firme, húmedo y rojizo, los lóbulos cráneo-ventrales suelen estar más afectados (Zimmerman et al., 2019).

Microscópicamente, se observa el engrosamiento de los septos alveolares por infiltración de macrófagos y un menor número de linfocitos; hiperplasia e hipertrofia de los neumocitos tipo II; presencia de detritus, material proteináceo, macrófagos y ocasionalmente células sincitiales en los alvéolos. En etapas avanzadas el epitelio de la mucosa nasal puede presentar la ausencia de cilios con tumefacción del epitelio, pérdida del mismo o metaplasia escamosa (Amarilla et al., 2016). Los ganglios linfáticos están agrandados (aumentan de tamaño de 2 a 10 veces), a veces se muestran hemorrágicos, y pueden ser de sólidos a poliquísticos (Dietze et al., 2011).

Figura 7

Alveolos con neumonía intersticial e infiltrado celular



Nota. Tomado de *Atlas de anatomía patológica del aparato respiratorio del cerdo* (p. 53), por S. Gómez, 2010, SERVET.

3.2.8.2. Aparato reproductor

En el aparato reproductor de las hembras las alteraciones son escasas y en su mayoría microscópicas; en el útero se describen, endometritis caracterizada por edema e infiltrado perivascular linfohistiocitario y con menor frecuencia micro separaciones entre el epitelio del trofoblasto (Zimmerman et al., 2019) y el endometrio placentario, con contenido proteico eosinofílico y restos celulares. Además, atrofia de los túbulos seminíferos en verracos desde los 7 a 25 días post infección, apoptosis y agotamiento de las células germinales (Amarilla et al., 2016).

3.2.8.3. Lechones

En un estudio realizado por Zimmerman et al. (2019) en lechones de 13 días de edad, inoculados con vPRRS; presentaron edema subcutáneo, periocular y escrotal, desde los 2 dos días post infección, con lesiones microscópicas leves y no supurativas. Las lesiones más relevantes del vPRRS se sitúan en el pulmón.

3.2.9. Diagnóstico

Es posible sospechar de PRRS en rebaños con signos clínicos tales como: fallas reproductivas, altos niveles de mortalidad neonatal (Dietze et al., 2011) y problemas respiratorios en cerdos de cualquier edad (Zimmerman et al., 2019); debido a que estos signos no son patognomónicos de la enfermedad su diagnóstico definitivo requiere la confirmación del laboratorio de la presencia del virus.

3.2.9.1. Identificación del agente.

Estas pruebas se basan en el aislamiento del virus, ARN viral o proteínas víricas; dentro de esta categoría encontramos inmunohistoquímica (IHC), hibridación in-situ (IHS), aislamiento viral y reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR); todas ellas se usan principalmente para confirmar casos clínicos (OMSA, 2018). PRRS causa una viremia estable y prolongada de 1-6 semanas, por lo cual el aislamiento viral se perfila como la técnica óptima para su detección; sin embargo, este procedimiento demora de 7 a 14 días (Castillo & Ramírez, 2021), y la obtención de las muestras puede resultar dificultosa.

La reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR) tiene alta sensibilidad y especificidad; sin embargo, no permite diferenciar entre el virus inactivado e infeccioso (OMSA, 2018). Para el diagnóstico y control de PRRS en granjas que presentan la enfermedad de forma endémica se aplican ELISA Y RT-PCR de manera simultánea (López et al., 2015).

3.2.9.2. Pruebas serológicas

El diagnóstico serológico es en general fácil de realizar y tiene una adecuada sensibilidad y especificidad; estas pruebas son apropiadas para la vigilancia y control en la granja, determinar la prevalencia o determinar el grado de inmunización luego de la vacunación (OMSA, 2018). En este grupo tenemos la inmunoperoxidasa en monocapa (IPMA), inmunofluorescencia indirecta (IFA) y enzimoinnunoanálisis (ELISA), siendo esta última la más usada. Las pruebas serológicas pueden detectar IgM a los 7 días post-infección (DPI) y IgG a los 14 DPI, los títulos de anticuerpos humorales alcanzan un máximo a los 30-50 DPI y pueden descender con bastante rapidez en ausencia de virus circulante (OMSA, 2008).

3.2.9.3. Uso de Fluidos orales

Varios estudios han demostrado que los fluidos orales (FO) son una alternativa viable al uso de suero sanguíneo (SS) para el monitoreo de vPRRS en poblaciones porcinas. Se han comparado test comerciales de ELISA específicos para SS y FO en el área de pie de cría; en estos estudios Aguilar et al. (2016) lograron detectar el 90.5% con FO y 88.5% con SS de muestras positivas, mientras que Carreón & Martínez (2020) detectaron 88.75% con FO y 81.9% con SS. En el área de producción se detectaron 100% frente al 92.23% de muestras positivas con FO y SS; en los animales de 3 semanas el 100% y 83% de positivos mediante FO y SS, es en esta etapa donde toma mayor relevancia esta diferencia, ya que es vital detectar el virus en el destete.

Los estudios demuestran que no existen diferencias en el nivel de detección de PRRS mediante suero sanguíneo y fluidos orales; sin embargo, trabajar con fluidos orales tiene ventajas adicionales: se necesita menor número de muestras, no es invasivo, las muestras son fáciles de obtener, disminuye el estrés y reduce el uso de recursos y personal (Cheong et al., 2017), por ello, los fluidos orales se utilizan cada vez más para la vigilancia de vPRRS en hatos comerciales (Rotolo et al., 2018).

3.2.10. Diagnóstico diferencial

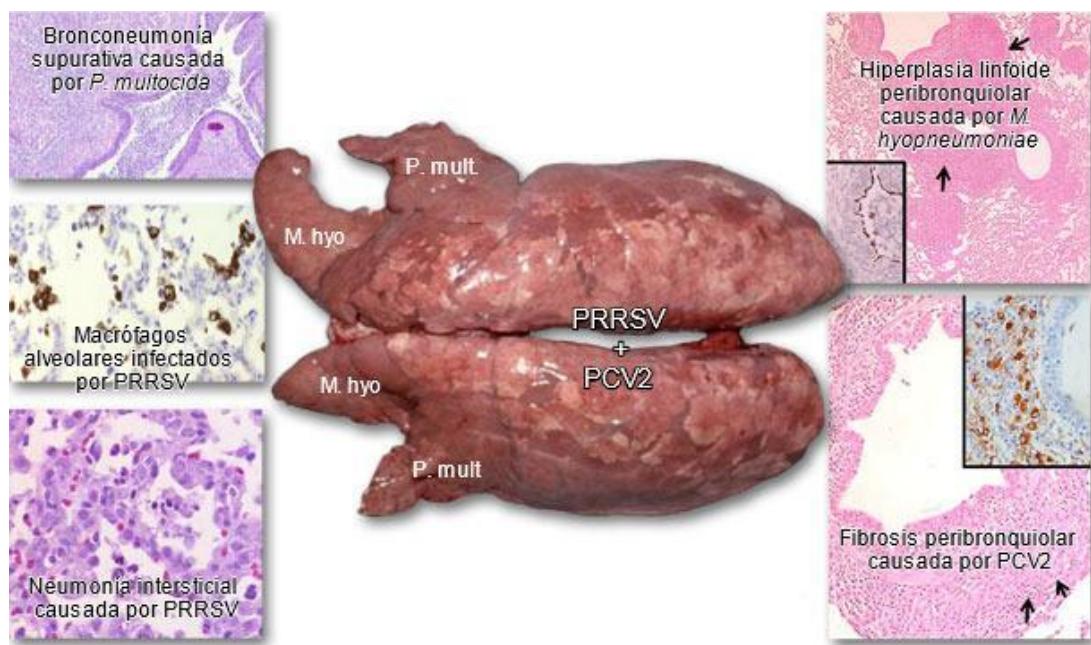
Los signos y síntomas de esta enfermedad son similares a los de muchas otras enfermedades víricas o bacterianas porcinas, por lo que un correcto diagnóstico diferencial es fundamental para la acertada identificación del agente causal y para las medidas que deberán ser aplicadas en base a este diagnóstico. En el aspecto reproductivo, el vPRRS presenta síntomas de aborto, lechones nacidos muertos, momificados, disminución de la fertilidad, lechones débiles y aumento de la mortalidad, por ello el diagnóstico incluye a las enfermedades que también exhiben síntomas reproductivos (Yoon, 2015); como Aujeszky; este virus puede multiplicarse en los ovarios y provocar un aborto espontáneo debido a trastornos hormonales, también presenta síntomas respiratorios y nerviosos en cerdos de todas las edades. Peste Porcina Clásica (PPC), Peste Porcina Africana (PPA); enfermedades virales altamente contagiosas que puede causar fiebre, anorexia y hemorragias en los cerdos, causa también abortos en las hembras gestantes (Ambrogi, 2018). Enterovirus y Citomegalovirus porcino (PCMV) son virus que pueden causar problemas reproductivos, como abortos y muerte fetal. (SENASA, 2018; Yoon, 2015). Se puede sospechar de Leptospirosis o Parvovirus Porcino (PPV) cuando hay hallazgos de fetos en estado de “esqueletización” (Ambrogi, 2018).

En las enfermedades respiratorias, es común que vPRRS no se encuentre solo, sino, participando como cofactor en diversos síndromes (figura 8), tales como el complejo respiratorio porcino (CRP); este es un conjunto de enfermedades respiratorias que pueden presentarse en cerdos y pueden incluir el vPRRS (Guzmán et al., 2021), el virus de la Influenza Porcina (VIP); es una enfermedad viral respiratoria que puede afectar a cerdos de todas las edades, los signos clínicos incluyen fiebre, tos, estornudos, secreción nasal y ocular, anorexia y depresión. Circovirus Porcino Tipo II (PCV2); el PCV2 es un virus que puede causar varias enfermedades en cerdos, como el síndrome multisistémico del circovirus porcino (PCV-2-SD), la neumonía porcina asociada al circovirus tipo 2 (PCV2-PD) y el síndrome de emaciación (Ambrogi, 2018). *Mycoplasma hyopneumoniae* (MHYO), *Pastereulla multocida* (PMULT); los signos clínicos incluyen fiebre, tos, dificultad respiratoria, secreción nasal y ocular, y pérdida de peso. (Amador, 2013), Coronavirus respiratorio porcino (PRCV); puede causar tos, secreción nasal y fiebre en los cerdos, pero también puede causar diarrea en lechones. Aujeszky; los signos clínicos incluyen fiebre, letargia, anorexia, convulsiones y muerte súbita. *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP); puede causar tos, secreción nasal y fiebre, pero también puede causar

diarrea en lechones. *Streptococcus suis*; es una bacteria que puede causar diversas enfermedades en los cerdos, como meningitis, sepsis, artritis y enfermedades respiratorias. Los síntomas incluyen fiebre, letargia, pérdida de apetito y dificultad para respirar. *Salmonella choleraesuis*; es una bacteria que causa diarrea, fiebre, vómitos y emaciación, en casos graves, puede causar sepsis y muerte. y *Haemophilus parasuis*; Es una bacteria que puede causar una enfermedad respiratoria conocida como "enfermedad de Glässer", los síntomas incluyen fiebre, dificultad para respirar y pérdida de apetito. (Opriessnig, 2013; Yoon, 2015).

Figura 8

Interacción de PRRS con otros patógenos respiratorios



Nota. Tomado de *PRRSV y el complejo respiratorio porcino (PRDC)*, [Fotografía], por T. Opriessnig, 2013, https://www.3tres3.com/articulos/prrsv-interaccion-con-otros-patogenos-respiratorios_32585/

PRRS, por sí solo, causa cuadros leves o graves, pero no conlleva alta mortalidad, sin embargo, al combinarse con otros patógenos la infección se potencia, provocando síntomas más graves y mayor duración de la enfermedad (Opriessnig, 2013).

3.2.11. Tratamiento, prevención, control y eliminación

A pesar de los numerosos avances en el diagnóstico del agente causal, los conocimientos epidemiológicos, la bioseguridad y la patogenia; la realidad es que no existe un tratamiento específico para el vPRRS (Sala et al., 2021), siendo la prevención la mejor herramienta para su control. Al detectar cerdos enfermos, estos deben ser separados inmediatamente de los sanos, como una forma de frenar el contagio, y si se trata de un cuadro respiratorio se puede aplicar tratamiento sintomático, el uso de antibióticos es útil para controlar las infecciones bacterianas secundarias (AACP, 2006), ayudando a que el animal supere la infección.

Para el control de la enfermedad en la granja se debe realizar periódicamente muestreos a toda la población, las pruebas con RT-PCR y ELISA (López et al., 2015) combinadas dan buenos resultados para controlar PRRS a nivel de granja. Las pruebas serológicas como ELISA detectan la presencia de anticuerpos indicando que el animal estuvo expuesto al virus, ya sea de forma natural o mediante anticuerpos maternos, sin embargo, no indica si el animal está al momento infectado o no (Dietze et al., 2011); para determinar la presencia real del virus se recomienda la prueba de RT-PCR, con la cual se confirma la presencia del virus (Dietze et al., 2011).

Al no existir un tratamiento para PRRS, la bioseguridad y medidas de higiene cobran protagonismo al momento de implementar medidas de control. El virus es sensible a las condiciones ambientales y al tratamiento con cloroformo, éter y soluciones con baja concentración de detergentes (López et al., 2015), por ello una correcta limpieza y desinfección de las instalaciones reduce significativamente la carga viral. En conclusión, las medidas de bioseguridad, tanto interna y externa, son fundamentales para evitar el ingreso y diseminación del virus en las granjas (Dietze et al., 2011), para ello se requiere que los productores, trabajadores y veterinarios estén capacitados y conozcan la enfermedad para que pongan en práctica las medidas de prevención (SENASA, 2018).

La eliminación del vPRRS de la granja puede ser un proceso complejo y requiere un enfoque integral, algunas estrategias que se pueden utilizar para eliminar el vPRRS son; despoblación y repoblación completa del hato, esta estrategia implica la eliminación de todos los cerdos reproductores y en crecimiento, y la repoblación con animales vPRRS negativos. Esta estrategia es costosa y puede no ser práctica para todos los productores (Vansickle, 2013).

El método de eliminación y rotación; es una estrategia efectiva para eliminar vPRRS consiste en interrumpir la introducción de hembras de reemplazo a la granja durante al menos 6 meses; más la eliminación de animales seropositivos a lo largo del tiempo, el objetivo de interrumpir la introducción de nuevos animales al rebaño es disminuir el número de animales susceptibles en los que el patógeno puede replicarse, favoreciendo así la eliminación del virus. Para evitar la reducción de la productividad, se debe introducir un número adecuado de cerdas jóvenes inmunes antes de su cierre. La rotación del rebaño; es una estrategia importante para reducir la carga viral en la granja, se utiliza para minimizar la exposición de los animales al patógeno, debido a que cada área puede ser limpia y desinfectada antes de que se introduzcan nuevos animales (Corzo & Torremorell, 2022).

Si se dispone de vacunas, estas van a disminuir la intensidad de los síntomas y disminuir la duración de la viremia y la excreción del virus (Garza, 2020); y para su uso hay que tener presente que si se aplican en granjas donde la enfermedad ya está presente se pueden usar vacunas de virus vivo, pero si se trata de una granja negativa se recomienda vacunas de virus inactivado ya que la cepa vacunal de virus vivo puede convertirse en cepas patógenas (López et al., 2015); han dado también buenos resultados la vacunación combinada con vacunas de virus vivo y atenuada, que contrarrestan la conversión de la cepa vacunal en patógena (Garza, 2020). Dado que la efectividad de la vacuna depende de la cepa y teniendo en cuenta que vPRRS es altamente mutagénico, puede que la vacuna llegue a brindar protección una nula (Galiote & Gonzales, 2018).

3.3. Factores de Riesgo Asociados a PRRS

Dentro de la producción de cerdos, un manejo sanitario inadecuado puede ocasionar problemas de salud y bajo rendimiento de los animales, de allí que la bioseguridad sea clave para prevenir patologías y las consecuencias negativas de estas en los animales y en el rendimiento productivo. Las medidas de bioseguridad se aplican de manera general para evitar la introducción de cualquier tipo de patógeno; al ser PRRS una enfermedad vírica respiratoria y reproductiva, vamos a mencionar aquellos factores más relevantes para su control que, sin embargo, no son específicos para el control de PRRS o una enfermedad particular.

La falta de signos clínicos es un factor de riesgo para la transmisión del PRRS, ya que no se suelen utilizar medidas de vigilancia específicas, es decir, análisis de rutina que permitan detectar

vPRRS (Schulze et al., 2013), de esta manera la enfermedad puede estar presente y el productor no es consciente de su presencia o la confunde con otras patologías; esto provoca que no se tomen medidas de control y prevención y, al contrario, se ejerzan prácticas que diseminan y perpetúan el virus.

Infraestructura

Alarcón, (2019) destaca que un 80% de nuevas infecciones del vPRRS en granjas comerciales negativas se debe a la diseminación desde vecinos, la proximidad entre granjas es un factor de riesgo, aunque no pueda demostrarse exactamente la vía de transmisión. La explotación debe estar delimitada por cercas y vallas, ubicadas a 12 o 15 m de los galpones (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad], 2020), que impidan que personas, animales y vehículos puedan circular libremente cerca de los cerdos y transmitan patógenos indeseados. El arco de desinfección y pediluvio descontaminan y disminuyen la carga viral de las personas o vehículos que ingresen a la granja, reduciendo el riesgo de transmisión del virus (Agrocalidad, 2020).

Las instalaciones deben contribuir a reducir la transmisión de enfermedades, un mal diseño de las mismas provoca que durante el movimiento de los animales al realizar la carga, descarga o cambio de fase, tengan contacto animales de diferentes edades y grupos; también es necesario que exista una separación por fases con barreras físicas tales como puertas, pediluvios o zonas intermedias para lavarse y cambiarse de ropa, con el fin de no arrastrar patógenos desde una fase hacia otra más susceptible (Alarcón, 2019). Las instalaciones para el alojamiento de los cerdos deben estar construidas con materiales fáciles de limpiar y desinfectar (Agrocalidad, 2020), ya que materiales como madera o tierra favorecen que el virus se mantenga y circule en la explotación.

Introducción de animales

La admisión de animales a la granja porcina conlleva el riesgo de incorporar enfermedades; dado que el 90% de la introducción de enfermedades es a causa de animales y biológicos que ingresan a la explotación (SENASA, 2015), se hace necesario aplicar medidas para detectar a los animales enfermos antes de su ingreso a la granja. El ingreso de animales será más seguro si la fuente de origen tiene un alto nivel sanitario, de todas formas, previo al ingreso de cualquier animal a la explotación este debe atravesar un periodo de cuarentena (Agrocalidad, 2020).

La cuarentena permite que se cumpla el periodo de incubación del patógeno y los animales demuestren sintomatología de la enfermedad, por ello debe tener una duración óptima. Puede suceder que los animales sean asintomáticos, por ello también deben realizarse muestreos y pruebas de laboratorio durante este periodo. Durante la cuarentena se lleva a cabo la aclimatación donde el animal tiene contacto controlado con los patógenos propios de la granja para preparar su sistema inmune, también se aplican tratamientos antimicrobianos y vacunas (SENASA, 2015), de modo que el animal no represente peligro de contagio para sus compañeros. Las instalaciones de cuarentena deben situarse fuera del perímetro de la granja a una distancia mínima de 1 000 m para evitar transmisiones por contacto directo, personal de la granja, fómites o por vía aerógena que puedan darse debido a la cercanía (Alarcón, 2019).

Personal y visitas

Toda persona que ingresa en una explotación porcina representa un riesgo de contagio debido a que pueden estar en contacto con otras granjas o animales y actuar como vehículos del virus; por ello, previo al ingreso a las granjas, deben cumplir con medidas de limpieza y desinfección, como ducha, cambio de ropa y otras que se consideren pertinentes (Agrocalidad, 2020). Estas medidas debieran ser aplicadas a toda persona que pretenda ingresar a las instalaciones (trabajadores, veterinarios, visitas, etc.) (Cruz, 2007).

Las prácticas de bioseguridad deben ser aplicadas de forma normal y rutinaria en el desarrollo de sus funciones, para ello el personal debe estar instruido y capacitado con los procesos de bioseguridad y la importancia de su aplicación (Cruz, 2007), buscando que ellos los apliquen de forma autónoma e impulsen a los demás a cumplirlas.

Limpieza y desinfección

La granja debe manejar un plan de limpieza y sanitización de sus instalaciones que especifique la forma, periodo y productos que van a emplearse; esto con la finalidad de reducir la carga de patógenos en las instalaciones (Agrocalidad, 2020). La materia orgánica protege a los microorganismos y puede inactivar a los desinfectantes, por ello una correcta limpieza y desinfección empieza con la eliminación de los residuos orgánicos mediante fregado, agua a presión o vapor; además de jabones y detergentes (Lescay, 2016). Una buena empieza elimina hasta el 95% de contaminación y permite que los desinfectantes penetren fácilmente (Lescay, 2016), así mismo el desinfectante empleado debe aplicarse en dosis precisas.

Para aplicar este proceso se maneja el vacío sanitario entre la salida de un lote y la entrada del siguiente de un periodo mínimo de 7 días (Agrocalidad, 2020), esto para permitir que el desinfectante actúe y reducir la posibilidad de que el virus sobreviva en el ambiente. Teniendo en cuenta que el virus PRRS es lábil a las condiciones ambientales, una correcta limpieza y desinfección puede ser eficaz para asegurar que no se acumule en las instalaciones y controlar su circulación dentro de la explotación.

Vehículos

El traslado de animales representa un riesgo para el contagio de patógenos, debido a que los vehículos suelen usarse de forma compartida mezclando animales de diferentes planteles y edades en un mismo medio de transporte, lo cual propicia el contagio de la enfermedad (Alarcón, 2019). Los camiones se contaminan con biológicos tales como heces, orinas, fluidos orales, etc., en otras granjas, así mismo los transportistas que con estos elementos la impregnán de sus ropas, botas, etc., actúan como vehículos de virus (Alarcón, 2019).

Debe establecerse una zona de carga y descarga lejos del área de alojamiento de los animales y realizar una correcta limpieza y desinfección a los vehículos (Agrocalidad, 2020), pues caso contrario estos van a diseminar el virus en la granja. Además, si no se define una zona de carga y descarga, no se va a limitar el contacto entre los camiones y transportistas con los animales intensificando el riesgo de contagio del virus.

Reproducción

Dentro del manejo reproductivo debemos partir con reproductores libres de PRRS; para ello debemos aplicar medidas de bioseguridad previo al ingreso de reemplazos o verracos (cuarentena, aislamiento, aclimatación etc.). En el caso del semen se debe tener la garantía de que este sea inocuo y esté libre de enfermedades, pues este es un medio que puede diseminar ampliamente el virus de PRRS, ya que de un solo eyaculado se obtienen varias dosis que pueden ser transportadas a lugares lejanos. Con respecto a las hembras de reemplazo, estas deben atravesar las fases de aislamiento, aclimatación y recuperación previo a su ingreso (Mendoza, 2015), que pueden durar entre 30 a 60 días. Durante este periodo deben realizarse pruebas para detectar el virus, y exponer a las hembras al virus, en caso de que granja sea positiva a PRRS, así la hembra desarrollara inmunidad frente al virus con lo cual va a afrontar de mejor manera la infección de PRRS.

El manejo de los tejidos y placenta en el momento del parto, así como restos de fetos muertos o momificados, se deben incinerar o enterrar a una profundidad adecuada y lejos de fuentes de agua (Carrero, 2005), para evitar que se conviertan en fuentes de diseminación del virus. La práctica de arrojar estos tejidos al campo o enterrarlos superficialmente provoca que distintas especies (mamíferos, roedores, moscas, etc.) accedan a los cadáveres y actúen como vectores del virus PRRS, diseminándose en el área y hacia otras explotaciones.

La adopción de lechones en las granjas porcinas es una práctica beneficiosa que permite aumentar la sobrevivencia de lechones que por cualquier motivo no pueden ser criados por su madre. Sin embargo, dentro del control de PRRS, esta práctica podría favorecer, la diseminación del virus a través de las secreciones mamarias (Sala et al., 2021).

3.4. Impacto económico

El impacto económico de vPRRS dentro de las explotaciones porcinas varía según las características propias de la granja, la severidad del brote y las medidas de control aplicadas (PRRScontrol, 2021). El PRRS afecta los parámetros reproductivos en general. En las hembras se genera una reducción en la utilidad de hasta 73.05% en el peor de los casos (Nathues et al., 2017), la tasa de abortos incrementa desde 5% hasta 36.4%, el número de lechones por cerda se reduce en 18% (-1.7), los lechones nacidos vivos son débiles y mueren en las siguientes etapas, se incrementa la mortalidad pre destete hasta 30.7% y 13.7% en engorde (Nathues et al., 2017). Los cerdos que continúan a la fase de engorde exhiben una disminución en la ganancia diaria de peso (GDP) y el índice de conversión alimenticia (CA) aumenta hasta 1.04 kg más en comparación con los animales seronegativos (Amador, 2013), dando como resultado 15 días de engorde adicionales (Nathues et al., 2017), esto desencadena un aumento en los costos de producción de 22.48% (Espino, 2017).

Además, hay que considerar que los gastos por vacunación y servicios veterinarios incrementan un 25%. Por esta enfermedad se han reportado pérdidas anuales de 280 millones en Japón; un estudio publicado en 2013 por Holtkamp et al., indica que la pérdida anual para la industria porcina de EE. UU. fue de \$664 millones de dólares (Castillo & Ramírez, 2021), de los cuales el 45% provenía del hato reproductor (Nathues et al., 2017) ajustando las pérdidas en el pie de cría equivalentes a \$302 millones de dólares y \$362 millones de dólares en la línea de producción (Holtkamp et al., 2013).

4. Materiales y Métodos

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales físicos

- Guantes de examinación
- Cuerda de algodón
- Bolsas plásticas
- Tubos falcón
- Heladera
- Gel refrigerante
- Marcador permanente
- Tijera
- Etiquetas de identificación
- Teléfono móvil (Software KoboToolbox)

4.1.2. Materiales Biológicos

- Muestras de fluido oral de cerdos

4.1.3. Materiales de laboratorio

- Incubadora
- Pipetas de 100 y 1000 µl
- Pipeta multicanal 300 µl
- Puntas de pipetas desechables de 200 ul y 1 ml
- Espectrofotómetro
- Centrífuga
- Tubos ependorf
- Papel secante
- Papel aluminio
- Temporizador digital

4.1.4. Reactivos

- Kit ELISA IDEXX PRRS Oral Fluids Ab

4.2. Metodología

4.2.1. Localización

Figura 9

Mapa del cantón Piñas - provincia de El Oro



El presente estudio se realizó en 71 granjas porcinas del cantón Piñas, perteneciente a la provincia de El Oro, ubicada al suroeste del país. El cantón Piñas (figura 9) limita al norte con los cantones Santa Rosa y Atahualpa, al este con Zaruma y Portovelo, al oeste con Balsas, Marcabelí y Arenillas; y al sur con la provincia de Loja (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Piñas [GADM Piñas], 2022).

Este cantón se encuentra emplazado en la parte alta de la provincia del Oro y está integrado por nueve parroquias (figura 9), tres urbanas: La Susaya, Piñas Grande y Piñas; y seis parroquias rurales: Piedras, Saracay, La Bocana, Moromoro, San Roque, Capiro. No consideramos a la

parroquia La Susaya, pues de acuerdo con los registros, no posee granjas porcinas, por ende, trabajamos con 8 parroquias.

Se encuentra a una altura de 1.014 m.s.n.m., su clima es cálido húmedo, la temperatura varía entre 16 - 32 °C con una media de 21.7 °C, la humedad relativa fluctúa de 43% al 100% con una media de 71.5% y la velocidad promedio del viento es 5.6 m/s con dirección norte a oeste. La precipitación anual promedio es de 2116 mm, siendo febrero el mes más lluvioso del año y agosto, por contraparte, el más seco (GADM Piñas, 2022).

4.2.2. Unidad muestral

Este estudio se desarrolló con el respaldo de la Asociación de Productores Pecuarios del Oro (APPOR); con base en sus registros, se aplicó un muestreo completamente al azar. Formaron parte del estudio 71 granjas porcinas repartidas en 8 parroquias del cantón Piñas. No se consideraron las granjas de autoservicio.

Dentro de cada explotación se tomaron muestras a la población según estratos que incluyeron reproductores, recría y engorde; no se consideró a las hembras lactantes ni lechones pre destete, debido a la dificultad para tomar la muestra debido a su estado en las primeras y por la baja sensibilidad a la prueba en los segundos.

Tamaño de la muestra

Se determinó la cantidad mínima de granjas a muestrear y se dividió con el fin de incluir granjas de cada una de las 8 parroquias. El tamaño de muestra se determinó de acuerdo con la fórmula para poblaciones finitas:

Ecuación 1

Tamaño mínimo de muestra para poblaciones finitas

$$n = \frac{z^2 Npq}{e^2(N - 1) + (z^2pq)}$$

n = tamaño de la muestra

z = nivel de confianza

1.96

p = probabilidad de que ocurra el evento	0.5
q = 1-p, probabilidad de que no ocurra el evento	0.5
N = tamaño de la población	174 granjas
e = error estimado	0.05

$$n = \frac{1.96^2 174(0.5)(0.5)}{0.05^2(174 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)}$$

$$n = 120 \text{ granjas}$$

Al ser el resultado mayor al 10% de la población, se aplicó el ajuste al tamaño de la muestra.

Ecuación 2

Ajuste del tamaño mínimo de muestra

$$n = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

$$n = \frac{120}{1 + \frac{120-1}{174}}$$

$$n=71$$

4.2.3. Toma de muestras

Se recolectaron muestras de fluidos orales mediante el uso de cuerdas de algodón, las cuales se amarraron dentro del corral (Anexo D), ubicadas en lo posible lejos del alimento, o el agua y de tal forma que quedaran a la altura de los hombros de los cerdos (Secure pork supply, 2021). La cuerda permaneció un promedio de 15 minutos, permitiendo que los animales interactúen con la cuerda, la muerdan y depositen en ella sus fluidos orales. Las cuerdas median aproximadamente 60 cm de largo y de un calibre de 1.3 cm. Se utilizó una cuerda por cada 20 animales para las etapas de recría y engorde (Anexo D) y para los reproductores se utilizó una cuerda individual para cada madre o verraco (Anexo E).

Pasado el tiempo establecido, el extremo húmedo de la cuerda se depositó dentro de una bolsa plástica. Se procedió a exprimir la cuerda con las manos para extraer los fluidos (Anexo F); a continuación, se cortó el vértice de la bolsa plástica y se traspasó el contenido a un tubo falcón de 15 ml (Secure pork supply, 2021).

El volumen mínimo de la muestra recolectada fue de 2 ml (Anexo G). Cada muestra fue debidamente rotulada y se colocó dentro una heladera con gel refrigerante. Las muestras se mantuvieron congeladas durante todo el periodo que duró la toma de muestras.

4.2.4. Análisis de laboratorio

Concluida la fase de muestreo, la totalidad de muestras obtenidas se trasladaron al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca (Anexo H). Para el análisis de las muestras se utilizó el Kit ELISA IDEXX PRRS Oral Fluids Ab de la marca IDEXX específica para detectar anticuerpos contra vPRRS en fluidos orales. Seguimos las instrucciones del manual inserto en el producto.

1. Atemperar los reactivos a temperatura ambiente manteniéndolos entre 18–26 °C antes de usarlos.
2. Diluir la solución de lavado concentrada (10X) a una dilución 1:10 con agua destilada o desionizada
3. Diluir las muestras 1:2 con el diluyente de la muestra.
4. Obtener la placa con antígeno y anotar la posición de las muestras.
5. Dispensar 100 µl de control negativo (CN) en los pocillos por duplicado.
6. Dispensar 100 µl de control positivo (CP) en los pocillos por duplicado.
7. Dispensar 100 µl de muestra diluida en los pocillos correspondientes.
8. Cubrir la placa e incubar durante 2 horas (± 5 min.) a 18–26 °C.
9. Eliminar el contenido líquido y lavar cada pocillo con aproximadamente 350 µl de solución de lavado, repitiendo el lavado de 3-5 veces.
10. Dispensar 100 µl de conjugado en cada pocillo e incubar durante 30 minutos (± 2 min.) a 18–26 °C.
11. Eliminar el contenido líquido de cada pocillo y repetir el proceso de lavado (paso 6).
12. Dispensar 100 µl de substrato TMB No. 12 a cada pocillo e incubar durante 15 minutos (± 1 min.) a 18–26 °C.

13. Dispensar 100 µl de la solución de frenado en cada pocillo.
14. Medir y anotar la absorbancia a (450 nm–REF) para las muestras y controles en los 30 minutos siguientes a haber añadido la solución de Frenado No.3. (Anexo I)

Criterios de validación de los controles

$$CN\underline{x} = \frac{CN1 A(450 - REF) + CN2 A(450 - REF)}{2}$$

$$CP\underline{x} = \frac{CP1 A(450 - REF) + CP2 A(450 - REF)}{2}$$

$$CP\underline{x} - CN\underline{x} = \geq 0.15 \quad CN\underline{x} = < 0.15$$

Criterio de validación de las muestras

$$M/P = \frac{Muestra - CN\underline{x}}{CP\underline{x} - CN\underline{x}}$$

Negativo: $M/P < 0.4$

Positivo: $M/P \geq 0.4$

4.2.5. Interpretación de resultados

La presencia o ausencia de anticuerpos frente al virus de PRRS se determinó calculando el coeficiente de muestra sobre positivo (M/P) de cada muestra: si el coeficiente M/P fue inferior a 0.40, se clasificó como negativa; si fue superior o igual a 0.40, se clasificó como positiva. Para que el ensayo se considerará válido, la media del Control Positivo menos la media del Control Negativo ($CP\underline{x} - CN\underline{x}$) debió ser mayor o igual a 0.150. Además, la media del Control Negativo ($CN\underline{x}$) debió ser menor o igual que 0.150, según lo indica el manual del producto.

4.2.6. Factores de riesgo

Para la evaluación de factores de riesgo el instrumento empleado fue la encuesta estructurada mediante la cual recolectamos información de los productores. La encuesta abarca aspectos reproductivos, sanitarios y de manejo, para identificar falencias o errores que pueden favorecer la entrada, diseminación y establecimiento de PRRS en las explotaciones porcinas. Se utilizó la aplicación KoboToolbox para tomar la encuesta en el ámbito de campo, mediante el uso del teléfono móvil.

4.2.7. Georreferenciación

Para realizar la georreferenciación del área de estudio, recogimos la ubicación GPS de las granjas participantes en este estudio mediante la aplicación KoboToolbox. Estos datos se procesaron mediante el Software QGIS y nos permitieron representar de manera gráfica las áreas de diseminación del virus. Los Sistemas de Información Geográfica SIG o GIS por sus siglas en inglés (Geographic Information System); son sistemas que facilitan la visualización, análisis y almacenaje de datos relacionados con el espacio físico (Universidad Veracruzana, 2013).

4.2.8. Análisis Estadístico

La presente es una investigación de tipo transversal, de naturaleza descriptiva y analítica. Este estudio pretende demostrar la presencia de vPRRS en las explotaciones porcinas del cantón Piñas y además identificar los factores de riesgo asociados. La prevalencia se presenta mediante tablas de frecuencia en valores absolutos y relativos.

Para analizar los factores de riesgos se consideró que las variables presencia de PRRS y los factores de riesgo asociados son todas variables independientes. Se construyeron tablas de contingencia de 2x2 para determinar la relación entre el factor de riesgo y la presencia de PRRS. Se aplicó el estadístico Chi-cuadrado para establecer si existía asociación entre las variables y ODDS ratio para medir la fuerza de la asociación.

La población de cada parroquia se considera una muestra aleatoria e independiente del resto de parroquias, por ello se aplicó la diferencia de proporciones para poder equiparar las prevalencias y establecer una comparación real.

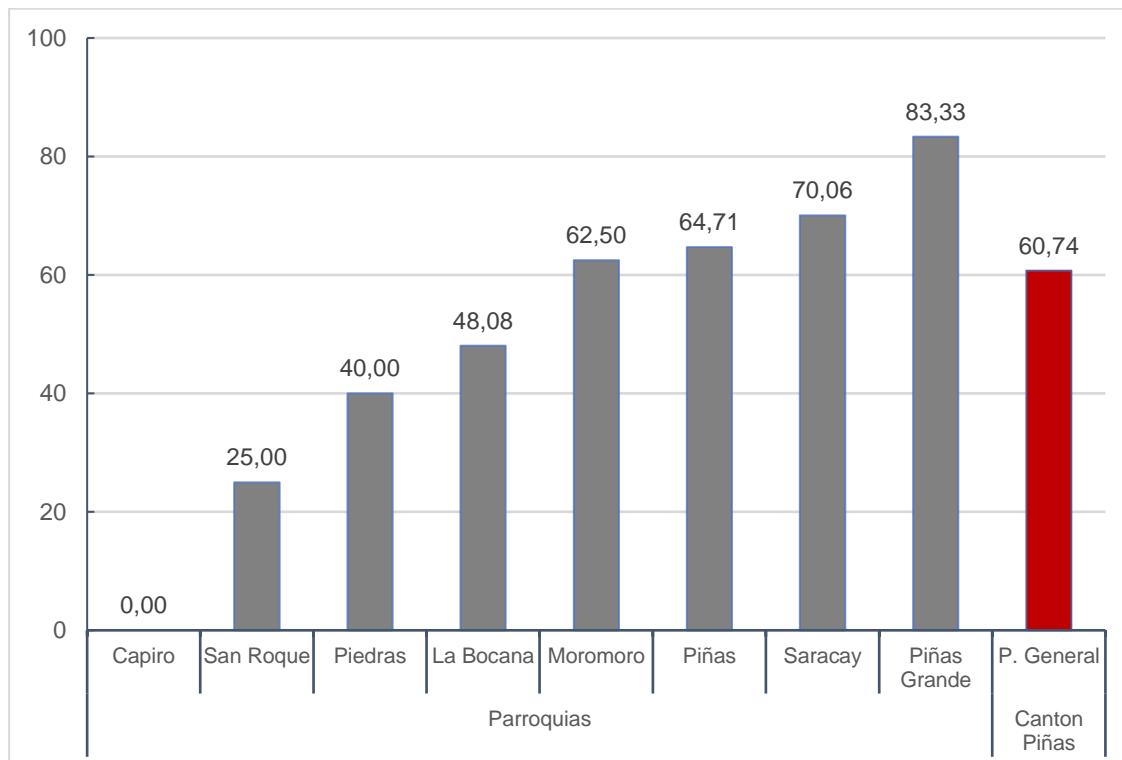
5. Resultados y Discusión

5.1. Prevalencia por parroquias

De las 298 muestras analizadas, se encontraron 181 muestras positivas a la prueba de ELISA (Anexo A), estableciendo una prevalencia del 60.74% a nivel del cantón Piñas (Figura 4); a nivel de granja la prevalencia fue de 60.74%. Entre las parroquias, la prevalencia más alta se encontró en la parroquia Piñas Grande (83.33%), seguido de Saracay (70.06%). Las parroquias de Piedras (40%) y San Roque (25%) exhiben las prevalencias más bajas y en la parroquia Capiro no se detectó ningún caso positivo.

Figura 10

Prevalencia de PRRS en las parroquias del Cantón Piñas



Hay que aclarar que en el país no se manejan programas de vacunación contra PRRS, por ende, si se detectan anticuerpos son debido a una previa infección del virus o derivados de anticuerpos maternales. La prevalencia de PRRS obtenida en este estudio fue muy alta (60.74%) a nivel del cantón Piñas, Saracay presentó prevalencia alta (70.06%), esto debido a que es la parroquia que

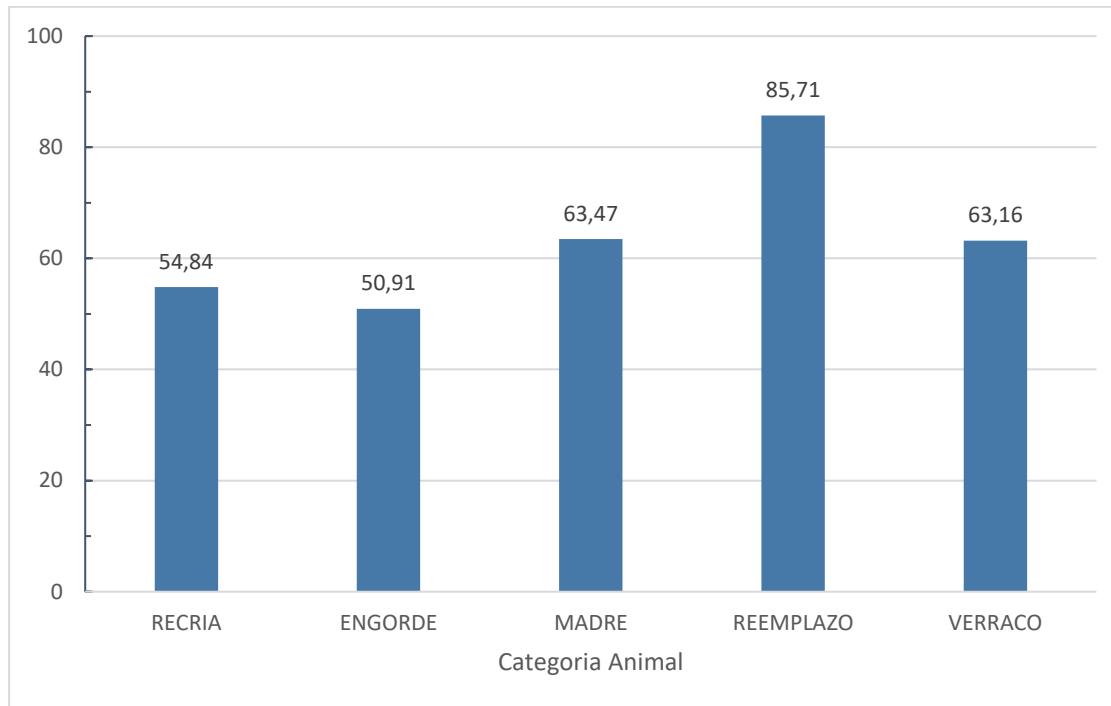
concentra la mayor parte de la producción porcina del cantón Piñas; la parroquia Piñas Grande presentó una prevalencia más alta (83.33%), sin embargo, para valorar este resultado hay que considerar que se examinó la única granja existente en el sector, según registros. En contraparte, la parroquia con menor prevalencia fue San Roque, con 25%, cuyo nivel de producción también es bajo; y la parroquia Capiro no presentó ningún caso positivo a la enfermedad.

Tomando como referencia la parroquia Saracay, la prueba de diferencia de proporciones indica que no existe una diferencia real entre la prevalencia de Saracay y las parroquias Piñas Grande ($p=0.6717$), Moromoro ($p=0.6997$), Piedras ($p=0.3253$) y Piñas ($p=0.5459$); y entre la parroquia Saracay y las parroquias Capiro ($p=0.0009$), San Roque ($p=0.0001$) y La Bocana ($p=0.0047$) la diferencia si fue significativa.

No existen estudios sobre PRRS a nivel local, ni nacional que nos permitan cotejar los resultados, sin embargo, es evidente la alta prevalencia de la enfermedad en el área de estudio. Estudios sobre prevalencia de PRRS realizados en los países vecinos Perú y Colombia muestran resultados muy variados desde 4.3% (Cruz et al., 2006), al 80% (Flores, 2017). La prevalencia varía ampliamente dependiendo de la zona o incluso dentro de la misma zona; además hay que tener en cuenta las características particulares de cada estudio y la metodología propia de cada uno. Todos los valores de prevalencia son admisibles, pues no existe una situación igual a otra, y nuestros resultados muestran que en la zona de estudio la prevalencia es muy alta.

5.2. Prevalencia según categoría animal

El PRRS se encuentra diseminado considerablemente en todos los estratos (Anexo B). Los reemplazos presentan la prevalencia más alta (85.71%) seguido de las madres (63.47%), verracos (63.16%), recría (54.84%), y finalmente el engorde (50.91%) exhibe la menor prevalencia, hay que destacar que el virus se encuentra diseminado ampliamente en todos los estratos, pues en todos es mayor al 50%.

Figura 11*Prevalencia de PRRS según la categoría animal*

La prevalencia según los estratos fue de 63.47% para madres y 63.16% para verracos (figura 5). Flores (2017) obtuvo también una alta prevalencia en machos de 92.3% y en hembras de 92.3%, mientras que Quevedo et al. (2018) obtuvieron una prevalencia en machos de 15.2% y hembras de 18.7%. Aunque la prevalencia según el sexo varía de acuerdo con el estudio consultado, sus valores son muy cercanos entre sí, existiendo una diferencia numérica, pero no estadística, lo cual nos indica que no existe relación entre el sexo y la presentación de PRRS. La alta prevalencia del virus en los reproductores explica la alta prevalencia en los animales de recría y engorde, de allí que no exista diferencia significativa entre los estratos. Los animales en recría y engorde presentaron una prevalencia de 54.84% y 50.91% respectivamente (figura 5).

5.3. Factores de Riesgo

De los trece factores de riesgo evaluados (tabla 1), seis manifestaron significancia estadística: propósito comercial, número de sitios, procedencia del semen, procedencia de los reemplazos, cuarentena y manejo de los desechos del parto (tabla 2).

Tabla 1

Factores de riesgo evaluados para la presentación de PRRS

Característica	Variables	P
Propósito comercial	Ciclo completo	0.0235
	Engorde	0.1724
	Reproducción	0.071
Sitios	1	0.0192
	2	0.3121
	3	0.0014
Servicio Reproductivo	Inseminación	0.7997
	Monta natural	0.8592
	Ambos	0.8893
Procedencia del semen	Externo	0.0027
	Propio	0.0007
	Ambos	0.6898
Procedencia de Reemplazos	Externo	0.0234
	Propio	0.3925
	Ambos	0.2594
Adopción de lechones	Si – No	0.1242
Cuarentena	Si – No	0.0483
Desechos del parto	Si – No	0.0083
Arco de desinfección	Si – No	0.1775
Pediluvio	Si – No	0.7289
Duchas e instalaciones	Si – No	0.0544
Limpieza y desinfección corrales	Si – No	0.0562
Vehículo propio	Si – No	0.5448

Tabla 2

Cálculo de ODDS para factores relacionados con la presencia de PRRS

Factor de riesgo	Positivo	Negativo	P	OD	Lim inf	Lim Sup
Propósito						
Ciclo completo	155	88	0.0235	1.96	1.09	3.53
Otros	26	29		0.51	0.28	0.91
Sitios						
1	52	49	0.0192	0.56	0.34	0.91
3	83	32	0.0014	2.25	1.37	3.7
Procedencia del semen						
Externo	59	62	0.0027	0.4	0.24	0.66
Propio	94	38	0.0007	2.37	1.44	3.9
Procedencia de los reemplazos						
Externo	30	30	0.0234	0.52	0.29	0.92
Otros	149	77		1.94	1.09	3.43
Cuarentena						
Si	40	15	0.0483	1.93	1.02	3.65
No	141	102		0.52	0.27	0.98
Desechos del parto						
Arroja en el campo	64	59	0.0083	1.89	1.18	3.04
Entierra	115	56		0.53	0.33	0.85

Nos interesaba conocer cuáles podrían ser los factores de riesgo que existen en la zona para la entrada, diseminación y establecimiento de PRRS. Para ello se aplicó una encuesta a los productores en la cual abordamos temas relacionados con el manejo reproductivo y la bioseguridad de la granja. Obtuvimos que seis de los trece factores evaluados (tabla 1) mostraron significancia estadística. A estos factores se les aplicó la prueba de ODDS ratio para conocer la intensidad y dirección de dicha asociación (tabla 2). Hay que acotar que en ningún caso se ha establecido una relación causa–efecto directo.

Al evaluar el propósito de la explotación obtuvimos que los animales procedentes de granjas de ciclo completo presentaban 1.96 (p=0.0235) veces más posibilidades de ser positivos a PRRS, en comparación con las granjas que se dedicaban solamente a la reproducción o la engorda de

animales. En las granjas de ciclo completo el virus es transmitido desde los reproductores hacia las crías y al pasar los animales todo su ciclo productivo en la misma granja es entendible que el virus se disemine y mantenga durante largo tiempo en la explotación; en cuanto a las explotaciones que no manejan todo el ciclo productivo (reproducción o engorde), esta interrupción del ciclo productivo puede actuar como una barrera para la perpetuación del virus debido a que los animales están en constante movimiento, lo cual obliga a los productores a tomar medidas para garantizar que los animales que salen y entran en sus explotaciones no sean portadores de enfermedades, además de que este movimiento propicia que los animales sanos como infectados roten más dinámicamente dentro de la explotación, de ahí que la prevalencia sea más baja en este tipo de planteles en comparación con los de ciclo completo.

No encontramos diferencias en el servicio reproductivo empleado, sea inseminación o monta natural (Anexo C), esto coincide con los resultados de Rovelo et al. (2010) que no encontraron asociación entre estos factores, en cambio, Jordan et al. (2010) hallaron que la probabilidad de detectar genética del vPRRS fue 9.2 veces mayor en semen de verracos que se utilizaron en apareamiento en comparación con los verracos utilizados en IA. No obstante, la procedencia del semen dentro de los planteles que empleaban inseminación artificial si influía en la presentación de PRRS, así cuando el semen es propio de la granja es 2.37 ($p=0.0007$) veces más probable que sean positivos a PRRS que cuando se obtienen de distribuidores externos. Jordan et al. (2010) encontraron que el origen de los verracos cuando era local aumentaba 4.85 veces más la probabilidad de infección con vPRRS.

De manera similar, la procedencia de los reemplazos mostró tener influencia en la presencia de PRRS; cuando su origen era externo, es decir que cuando eran obtenidos de otras granjas, ferias, etc., existe menos probabilidad de que fueran positivos a PRRS ($OD=0.52$ $p=0.0234$) en comparación con las granjas que obtenían los reemplazos a partir de sus propios animales o de ambos métodos. En caso de que la explotación esté libre de PRRS introducir animales o bilógicos a la explotación sería un factor de riesgo; sin embargo cuando la enfermedad ya se encuentra instalada en la granja obtener los reproductores de sus propios animales ayudaría a mantener la circulación del virus; dado que en la prevalencia de PRRS fue muy alta en el área de estudio tiene sentido que los productores que obtienen los reproductores de sus propios animales sean más propensos a tener animales positivos a PRRS, y estos a su vez van a infectar a las crías, perpetuando la circulación del virus en la granja.

El número de sitios de una explotación está relacionado con su tamaño, así es más probable que las explotaciones que manejan un solo sitio sean pequeñas y aquellas que manejan tres o más sitios sean de mayor envergadura. Partiendo de esta premisa, observamos que en las granjas que poseían tres o más sitios ($p=0.0014$) la presencia de PRRS era 2.25 veces más probable, en las explotaciones de dos sitios no se evidenció significancia alguna y en las explotaciones de un solo sitio ($OD=0.56$ $p=0.0192$) disminuye la probabilidad de encontrar animales positivos a PRRS, actuando como factor protector. En definitiva, entre más sitios o más grande la explotación aumenta la probabilidad de que los animales se infecten con el vPRRS. Esto debido a que en granjas de mayor tamaño existe mayor concentración de animales, y al ser PRRS un virus respiratorio se disemina fácilmente, todo lo contrario, a lo que ocurre en explotaciones pequeñas donde hay pocos animales.

La cuarentena es otro factor que mostró significancia estadística ($p=0.0483$). Según nuestros resultados, es 1.93 veces más probable que los animales presenten PRRS cuando se maneja cuarentena en la granja. Rovelo et al. (2010) encontraron que no realizar cuarentena aumenta 3.3 veces más las posibilidades de infección en verracos; y Hernández (2018) no encontró relación entre aplicar cuarentena a los reemplazos previo al ingreso a la granja y la presencia de PRRS, sin embargo, en este mismo estudio se evidenciaron resultados similares a los nuestros con respecto al factor cuarentena en relación con otra enfermedad, resultando que el no realizar cuarentena constituía un factor protector contra la enfermedad.

Estos resultados son a primera vista contradictorios, pues la cuarentena es una medida de bioseguridad primordial que busca reducir el ingreso de animales infectados a la granja, y aunque esta medida no es garantía que evite completamente la entrada de la enfermedad al plantel (Dirección de Epidemiología y Análisis de Riesgo, 2017). Dentro de las granjas que realizan cuarentena esta no siempre se realiza de manera correcta; puede deberse a una duración muy corta, mala ubicación de las instalaciones y falta de procedimientos para detectar enfermedades durante este periodo; estos factores los pudimos comprobar en la ejecución del presente trabajo.

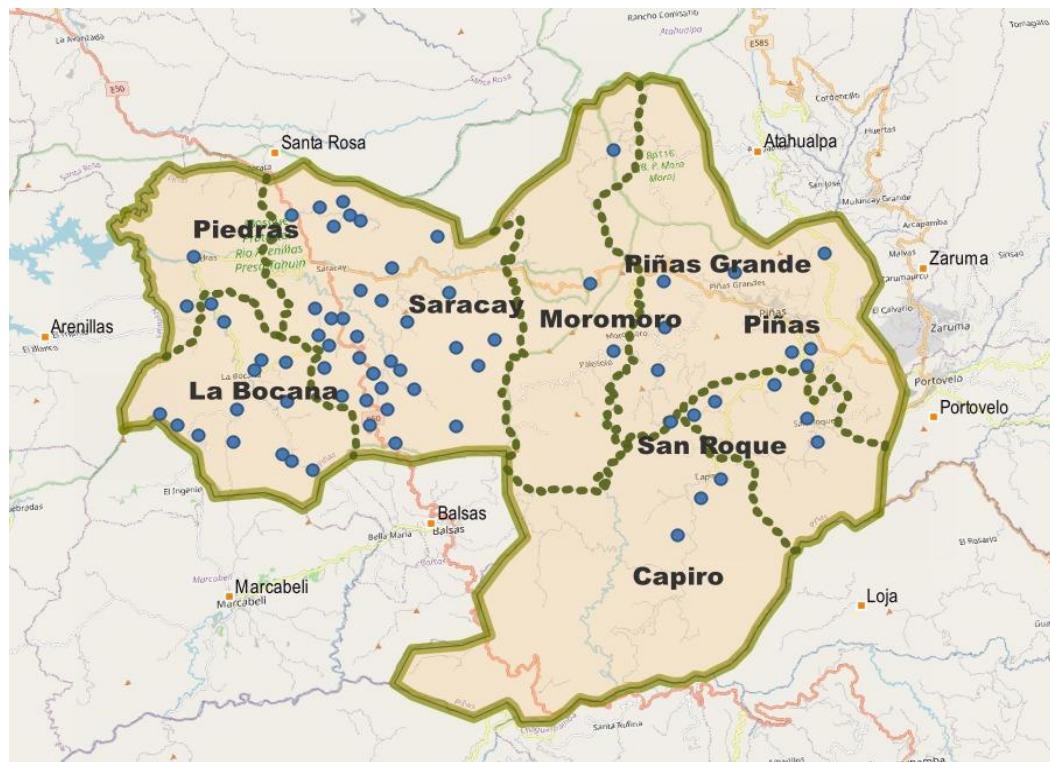
Como último factor relacionado con la manifestación de PRRS tenemos el manejo de los desechos de partos y abortos. Según los resultados de la encuesta, cuando los tejidos y desechos se arrojaban al campo ($p=0.0083$) existía 1.89 veces más probabilidades que el animal sea positivo a PRRS, en comparación con los animales procedentes de granjas que enterraban estos desechos. Cuando estos desechos se arrojan libremente en el campo los animales pueden

actuar como vectores mecánicos y vehículos del virus esparciéndose fácil y ampliamente a otras granjas, esta práctica es muy peligrosa para la contención de la enfermedad. Enterrar estos desechos es una mejor práctica, siempre y cuando se haga a una profundidad adecuada para evitar que los animales pueden desenterrar estos restos con facilidad y alejada de cuerpos de agua.

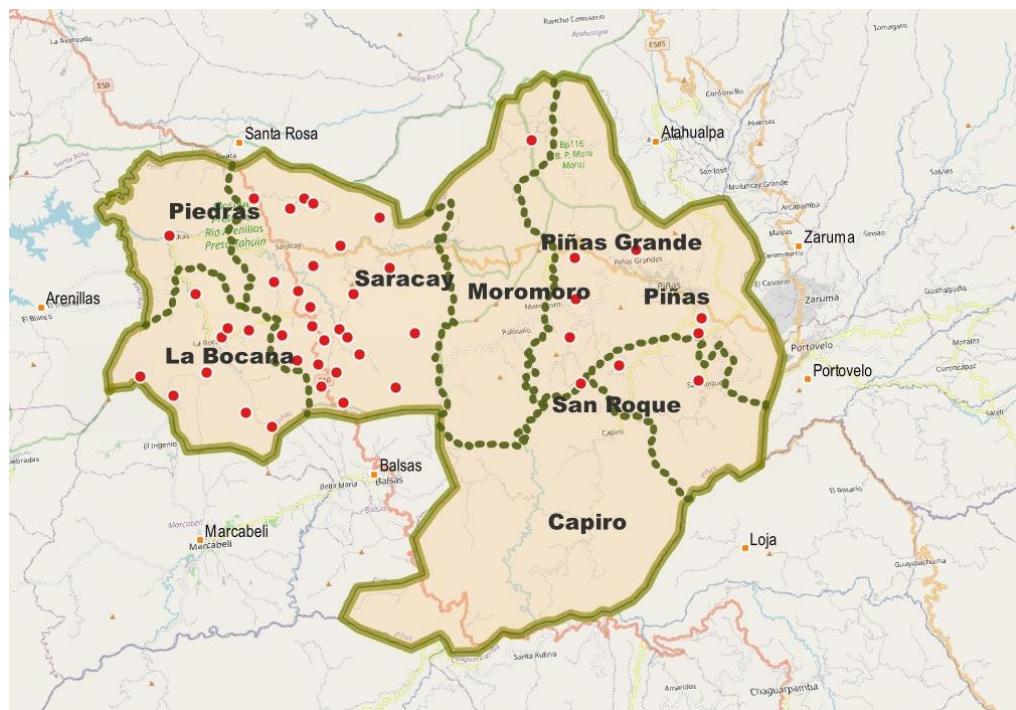
5.4. Georreferenciación

Figura 12

Mapa de las granjas porcinas muestreadas



Se muestra la ubicación espacial de las granjas que participaron en el estudio, siendo que la mayoría están concentradas en la parroquia Saracay.

Figura 13*Distribución espacial de granjas positivas a PRRS*

Al tener la parroquia Saracay la mayor concentración de granjas porcinas en el cantón Piñas, es donde se agrupan la mayor cantidad de granjas positivas a PPRS.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir lo siguiente:

- La prevalencia de PRRS en el cantón Piñas es muy alta, ubicándose en 60.74%. En cuanto a sus parroquias, Piñas Grande (83.33%) y Saracay (70.06%) son las más afectadas; en contraparte, en Capiro no se reportaron casos positivos.
- Según los estratos, la prevalencia más alta se encontró en los reemplazos (85.71%), y la más baja en engorde (50.91%), no existiendo una diferencia significativa entre los estratos.
- Los factores: propósito comercial, número de sitios, procedencia del semen, procedencia de los reemplazos, cuarentena y manejo de los desechos del parto están relacionados con el riesgo de que un animal sea más o menos propenso a ser positivo a PRRS.
- En el área de estudio, la bioseguridad de las granjas es deficiente, pues concurren la ausencia de medidas de protección tanto externa; falta de delimitación, pediluvio, control de ingreso de animales, vehículos y personas; como interna; falta de programas de limpieza y desinfección; lo que se traduce en la concentración y circulación del virus en la zona.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar más estudios sobre PRRS, para conocer la situación real del vPRRS en el país, con el propósito de que Agrocalidad y los entes de controles pertinentes, conjuntamente con los productores puedan establecer estrategias de control y erradicación temprana de la enfermedad, de manera que permitan contener y minimizar el daño a la producción porcina nacional.
- Mejorar la bioseguridad deficiente de las granjas de la zona, mediante la aplicación de medidas de bioseguridad tanto externas como internas, ya que al no existir tratamiento para PRRS; estas medidas resultan básicas para la implementación de cualquier medida de control de PPRS.
- Se recomienda trabajar con proveedores de semen porcino libres de vPRRS para reducir el riesgo de propagación de la enfermedad a nivel nacional.
- Realizar una cuarentena adecuada a todos los animales nuevos que vayan a ingresar a la granja, con el fin de diagnosticar a tiempo la entrada del virus, así como realizar la aclimatación en caso de que el virus ya esté presente en la granja.
- Realizar exámenes de laboratorio siendo las más comunes PCR, ELISA o inmunohistoquímica, debido a que la ausencia de signos clínicos no significa que un animal o población esté libre del PRRS, se demostró que el vPRRS está ampliamente diseminado en el área de estudio; mediante pruebas de laboratorio se podrá identificar el agente causal de la enfermedad y se conseguirá distinguir PRRS de otras patologías de sintomatología similar y que pueden presentarse simultáneamente.
- Todas las granjas porcinas deberían contar con un programa integral de capacitación en el que se considere a la enfermedad de PRRS, se conozca su impacto productivo y económico, como también considere los métodos de control que se deben tener en consideración para prevenir la introducción de la infección y poder contar con un equipo de trabajo consciente de las consecuencias que puede acarrear esta enfermedad cuando ingresa a una granja porcina.

Referencias

- AACP. (2006). Síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo (PRRS) y su importancia en la producción porcina [Archivo PDF]. www.produccion-animal.com.ar
- Acosta, V. (2017). *Implementación de la técnica de cultivo celular para la identificación de Síndrome Reproductivo Y Respiratorio Porcino (SRRP)* [Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11071/1/T-UCE-0014-025-2017.pdf>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (2020). *Manual de Bioseguridad*. Editorial MIXAGE. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/man1.pdf>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (2021). *ENFERMEDADES DE LOS ANIMALES TERRESTRES CONFIRMADAS EN ECUADOR – JULIO 2021*. Dirección de Vigilancia Zoosanitaria. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/30-11-2021-Julio.pdfn>
- Aguilar, H., Carreón, N., Martínez, G., Mendoza, E., Reynoso, R., Mendoza, G., & Pensado, R. (2016). Uso de fluidos orales para el monitoreo de la enfermedad de PRRS en animales de pie de cría de un sistema de producción porcina comercial. En *Memorias Del L Congreso Nacional AMVEC, Boca del Río, Veracruz, México*. https://www.amvec.com/memories/memorias/2016/2016_078.pdf
- Alarcón, L. (2019). Evaluación de la bioseguridad y del riesgo de ingreso de enfermedades y su diseminación en la producción porcina de la Argentina [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/669858/lva1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Álvarez, J., & Ruiz, F. (2013). Aplicaciones de la epidemiología en el control del PRRS. *Suis*, (99), 20–25.
- Amador, J. (2013). Efecto económico del virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS) en granjas porcinas de ciclo completo en México [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0692480/0692480.pdf>
- Amarilla, S., Avalos, A., Suarez, M., & Marecos, E. (2016). Síndrome reproductivo y respiratorio porcino: Epidemiología, síntomas y lesiones. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 5(2), 38–46. <http://scielo.iics.una.py/pdf/ccv/v5n2/v5n2a07.pdf>
- Ambrogi, A. (2018). Diagnóstico y Control de enfermedades porcinas [Archivo PDF]. <https://drive.google.com/file/d/1WFVfckNz5G3ULcSC556T2J5djIL-sdzG/view?ts=6405cc86>

- Brockmeier, S. L., Loving, C. L., Palmer, M. V., Spear, A., Nicholson, T. L., Faaberg, K. S., & Lager, K. M. (2017). Comparison of Asian porcine high fever disease isolates of porcine reproductive and respiratory syndrome virus to United States isolates for their ability to cause disease and secondary bacterial infection in swine. *Veterinary Microbiology*, 203, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.02.003>
- Carreón, R., & Martínez, R. (6 de abril de 2020). Uso de fluidos orales para el monitoreo del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo en un sistema de producción porcina comercial. Porcicultura.Com. <https://www.porcicultura.com/destacado/Uso-de-fluidos-orales-para-el-monitoreo-del-Síndrome-Reproductivo-y-Respiratorio-del-Cerdo-en-un-sistema-de-producción-porcina-comercial>
- Carrero, H. (2005). MANUAL DE PRODUCCIÓN PORCÍCOLA. SENA.
- Castillo, A., & Ramírez, M. (2021). Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino: Una revisión del agente etiológico y su influencia en el comportamiento actual de la enfermedad. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), e19645. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19645>
- Corzo, C., & Torremorell, M. (2022). Prevention, control, and elimination of PRRSv in breeding herds. PORKINFORMATION GATEWAY. Extraído de <https://porkgateway.org/resource/prevention-control-elimination-prrssv/>
- Chand, R. J., Trible, B. R., & Rowland, R. R. R. (2012). Pathogenesis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Current Opinion in Virology*, 2(3), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.02.002>
- Chen, N., Xiao, Y., Ye, M., Li, X., Li, S., Xie, N., Wei, Y., Wang, J., & Zhu, J. (2020). High genetic diversity of Chinese porcine reproductive and respiratory syndrome viruses from 2016 to 2019. *Research in Veterinary Science*, 131(March), 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.004>
- Cheong, Y., Oh, C., Lee, K., & Cho, K. (2017). Survey of porcine respiratory disease complex-associated pathogens among commercial pig farms in Korea via oral fluid method. *Journal of Veterinary Science*, 18(3), 283. <https://doi.org/10.4142/jvs.2017.18.3.283>
- Cruz, L. (2007). *Bioseguridad en Granjas Porcinas* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6007/T16384%20%20%20CRUZ%20GONZALEZ%2C%20LUIS%20ENRIQUE%20%20MONOGRAFIA.pdf?sequence=1>

- Cruz, M., Mogollón, J., Rincón, M., Peña, N., Ruiz, S., & Lora, A. (2006). Prevalencia serológica del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) en cerdos de explotaciones extensivas de Colombia. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 53(1), 33–41.
- Dietze, K., Pinto, J., Wainwright, S., Hamilton, C., & Khomenko, S. (2011). Porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Emergency Prevention System*, (5), 655–662. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.024>
- Dirección de Epidemiología y Análisis de Riesgo (2017). Análisis de riesgo de ocurrencia de Síndrome Disgenésico Respiratorio Porcino (SDRP) en la República Argentina asociada a las importaciones de mercancías porcinas, SENASA, http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/SENASA_COMUNICA/analisis_de_riesgo_de_ocurrencia_de_sdrp_2017.pdf
- Espino, N. (2017). Evaluación económica de mortinatos/momificados por causa de la presencia del PRRS en una granja comercial en la provincia de Lima 2017. [Tesis de grado, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga de ICA”].
- Fernández, T. (2019). Caracterización de poblaciones celulares del linaje monocito-macrófago en órganos linfoideos porcinos y su permisividad a la infección por el virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRSv). [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid].
- Flores, A. (2017). Evaluación de anticuerpos contra el virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino en una granja comercial del distrito de Manantay, Ucayali 2017 [Tesis de grado, Universidad Alas Peruanas]. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/3262/Tesis_Anticuerpos_Virus.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Piñas. (2022). Aspectos Biofísicos. <https://pinas.gob.ec/canton/aspectos-biofisicos>
- Galiote, A., & Gonzales, M. (07 de mayo de 2018). *Enfoques emergentes para controlar el PRRS*. Porcicultura.Com. <https://www.porcicultura.com/destacado/Enfoques-emergentes-para-controlar-el-PRRS>
- Garza, L. (28 de octubre de 2020). *Estrategias de inmunización frente al PRRS*. porciNews.com. <https://porcine.ws/estrategias-inmunizacion-frente-prrs/>
- Guzmán, M., Meléndez, R., Jiménez, C., Piche, M., Jiménez, E., León, B., Cordero, J. M., Ramirez-Carvajal, L., Uribe, A., Van Nes, A., Stegeman, A., & Romero, J. J. (2021). Analysis of ORF5 sequences of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus

(PRRSV) circulating within swine farms in Costa Rica. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 217. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02925-7>

Han, J., Zhou, L., Ge, X., Guo, X., & Yang, H. (2017). Pathogenesis and control of the Chinese highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Veterinary Microbiology*, 209, 30–47. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.02.020>

Hernández, J. C. (2018). Estudio de factores de riesgo asociados al virus del Síndrome respiratorio y reproductivo del cerdo, Parvovirus porcino y Leptospira en verracos de 30 granjas porcinas comerciales tecnificadas de Antioquia y Cundinamarca [Tesis de maestría, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_veterinarias/70

Holtkamp, D. J., Kliebenstein, J. B., Neumann, E. J., Zimmerman, J. J., Rotto, H. F., Yoder, T. K., Wang, C., Yeske, P. E., Mowrer, C. L., & Haley, C. A. (2013). Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States pork producers. *Journal of Swine Health and Production*, 21(2), 72–84.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020*. [Archivo pdf] https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion_ESPAC_2020.pdf

International Society for Infectious Diseases. (2017, mayo 8). *Porcine reprod. & resp. syndrome - Ecuador: (SD) first report, OIE*. ProMed-mail. <https://promedmail.org/promed-post/?id=5021336>

International Committee on Taxonomy of Viruses. (2020). *Taxon Detail*. https://ictv.global/taxonomy/taxondetails?taxnode_id=202101832

Jacobs, A. C., Hermann, J. R., Muñoz-Zanzi, C., Prickett, J. R., Roof, M. B., Yoon, K. J., & Zimmerman, J. J. (2010). Stability of porcine reproductive and respiratory syndrome virus at ambient temperatures. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 22(2), 257–260. <https://doi.org/10.1177/104063871002200216>

Jordan, A., Segura, J., Alzina, A., Rodríguez, J., & Villegas, S. (2010). Prevalencia y factores de riesgo asociados con el virus del PRRS en semen de verracos en granjas porcinas de Yucatán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 1–6. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074016>

Le, R. (2015). *Infectious Cycle of Arteriviruses* [Imagen], MicrobeWiki. https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Porcine_reproductive_respiratory_syndrome_virus

- Lescay, J. (05 de octubre de 2016). *Malas prácticas en la porcicultura: lo que no debemos hacer ni permitir*. El Sitio Porcino. <https://www.elsitioporcino.com/articles/2759/malas-practicas-en-la-porcicultura-lo-que-no-debemos-hacer-ni-permitir/>
- López, S., Alonso, R., Mendieta, H., & Vázquez, J. (2015). Síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo (PRRS). Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(1), 69–89.
- Lunney, J. K., Benfield, D. A., & Rowland, R. R. R. (2010). Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: An update on an emerging and re-emerging viral disease of swine. *Virus Research*, 154(1–2), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2010.10.009>
- Manzano, L. G. G. (2017). Immunohistochemical Detection of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus Antigen in Formalin-Fixed, Paraffin-Embedded Tissues with Correlation to Clinicopathologic Data. *KnE Life Sciences*, 3(6), 252. <https://doi.org/10.18502/kls.v3i6.1134>
- Mendoza, E. (2015). Detección y caracterización del virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino en tres granjas de producción intensiva para el establecimiento del control local de la enfermedad. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Nathues, H., Alarcon, P., Rushton, J., Jolie, R., Fiebig, K., Jimenez, M., Geurts, V., & Nathues, C. (2017). Cost of porcine reproductive and respiratory syndrome virus at individual farm level – An economic disease model. *Preventive Veterinary Medicine*, 142, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.04.006>
- Organización Mundial de Sanidad Animal (2008). *PRRS: the disease, its diagnosis, prevention and control*. REPORT OF THE OIE AD HOC GROUP ON PORCINE REPRODUCTIVE RESPIRATORY SYNDROME, appendices IV y V. (Bulletin 2008 No. 4 – 76th General Session of the OIE).
- Organización Mundial de Sanidad Animal (2018). Síndrome reproductivo y respiratorio porcino. En *Manual de Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres* (8th ed., Vol. 3).
- Oppriessnig, T. (29 de julio de 2013). *PRRSV: Interacción con otros patógenos respiratorios*. 3tres3. https://www.3tres3.com/articulos/prrsv-interaccion-con-otros-patogenos-respiratorios_32585/
- Pérez, F. (2020). EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE CONTRA SUBUNIDADES PROTEICAS DEL VIRUS PRRS EN UN MODELO MURINO. [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].
- PRRScontrol. (2021). *Impacto económico en la industria porcina*. <https://prrscontrol.com/es/prrs-la-enfermedad/impacto-economico-en-la-industria-porcina/>

- Quevedo, M., Mantilla, J., Portilla, K., Villacaqui, R., & Rivera, H. (2018). Seroprevalencia del virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino en cerdos de crianza no tecnificado del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 643–651. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14497>
- Quezada, E., Peñuelas, C., Moysén, F., Trujillo, M., & Martínez, F. (2021). Desempeño productivo y costos de granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(1), 205–216. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i1.5377>
- Rahe, M. C., & Murtaugh, M. P. (2017). Mechanisms of Adaptive Immunity to Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus. *Viruses*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/v9060148>
- Rodríguez, I. (2012). *ROLE OF IMMUNOREGULATORY CELLS DURING PORCINE REPRODUCTIVE AND RESPIRATORY SYNDROME* [Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/8537/201200000661.pdf?sequence=1>
- Rotolo, M., Giménez, L., Ji, J., Magtoto, R., Henao, Y. A., Wang, C., Baum, D. H., Harmon, K. M., Main, R. G., & Zimmerman, J. J. (2018). Detection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV)-specific IgM-IgA in oral fluid samples reveals PRRSV infection in the presence of maternal antibody. *Veterinary Microbiology*, 214(November 2017), 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.11.011>
- Rovelo, A., Alzina, A., Rodríguez, J. C., Segura, J. C., & Villegas, S. (2010). Prevalencia y factores de riesgo asociados con el virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino en sementales de granjas porcinas en el sureste de México. *Revista Científica*, 20(1), 17–23. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000100003&lng=es&nrm=iso&tlang=es
- Ruedas, I., Rodríguez, I., Sánchez, J., Larenas, F., Pallarés, F., Carrasco, L., & Gómez, J. (2021). The jigsaw of PRRSV virulence. *Veterinary Microbiology*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2021.109168>
- Sala, R., López, R., Ramis, G., & Hernández, I. (2021). Control integral del PRRSV mediante el concepto de las 5 fases: revisión crítica. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 35, 59–78. <https://doi.org/10.6018/analesvet.466321>
- Schneider, P., Zhang, J., Ramirez, A., Wang, C., & Holtkamp, D. (2015). Evaluation of disinfection protocols to reduce virus transmission via livestock transport vehicles using model trailers and experimental conditions. *Journal of Swine Health & Production*, 23(December), 306–316.

- Schulze, M., Revilla-fernández, S., Schmoll, F., Grossfeld, R., & Griessler, A. (2013). Effects on boar semen quality after infection with porcine reproductive and respiratory syndrome virus: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(16), 1–8.
- Secure Pork Supply. (2021). Recolección de fluido oral. [Archivo PDF]. <https://www.securepork.org/training-materials/disease-monitoring-sample/oral-fluid-collection/>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2015). *Bioseguridad en explotaciones porcinas*. [Archivo PDF]. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/informacion_interes/_archivos/170815_Manual_Bioseguridad_SENASA.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). *Plan de contingencia para el Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS)*. [Archivo PDF]. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_de_contingencia_de_prrs_-_proyecto_final_post_reunion_subcom_gt_prrs_05-02-2020.pdf
- Tian, D., Wei, Z., Zevenhoven-Dobbe, J. C., Liu, R., Tong, G., Snijder, E. J., & Yuan, S. (2012). Arterivirus Minor Envelope Proteins Are a Major Determinant of Viral Tropism in Cell Culture. *Journal of Virology*, 86(7), 3701–3712. <https://doi.org/10.1128/jvi.06836-11>
- Universidad Veracruzana. (2013). *Manual operativo para la utilización del sistema de información geográfica Quantum GIS 1.8*. [Archivo PDF] (p. 6–45). <https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf>
- Vansickle, J. (2013). Keeping PRRS Out of Sow Herds. National Hog Farmer. Extraído de <https://proxying.lib.ncsu.edu/index.php/login?url=https://www.proquest.com/docview/1469989472?accountid=12725>
- <http://js8lb8ft5y.search.serialssolutions.com/directLink?&atitle=Keeping+PRRS+Out+of+Sow+Herds&author=Vansickle%2C+Joe&issn=00279447&title=Nation>
- Yoon, K. (16 de enero de 2015). *Diagnóstico de PRRS*. 3tres3 https://www.3tres3.com/latam/articulos/signos-clinicos-y-diagnostico-de-prrs_11571/
- Zhang, Q., & Yoo, D. (2015). PRRS virus receptors and their role for pathogenesis. *Veterinary Microbiology*, 177(3–4), 229–241. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.04.002>

Anexos**Anexo A***Prevalencia de PRRS en las parroquias del cantón Piñas*

PARROQUIA	GRANJAS	MUESTRAS	POSITIVOS	PREVALENCIA %
Capiro	3	6	0	0.00
Piñas Grande	1	6	5	83.33
Moromoro	3	8	5	62.50
Piedras	2	5	2	40
San Roque	5	20	5	25
Piñas	7	34	22	64.71
La Bocana	14	52	25	48.08
Saracay	36	167	117	70.06
CANTÓN PIÑAS	71	298	181	60.74

Anexo B*Prevalencia de PRRS según categoría animal en el cantón Piñas*

CATEGORÍA	MUESTRAS	POSITIVOS	PREVALENCIA %
Recría	31	17	54.84
Engorde	55	28	50.91
Madre	167	106	63.47
Reemplazo	7	6	85.71
Verraco	38	24	63.16
TOTAL	298	181	60.74

Anexo C

Tabla de factores de riesgo evaluados

Factor de riesgo	Positivo	%	Negativo	%	P
Propósito comercial					
Ciclo completo	155	52.01	88	29.53	0.0235
Engorde	3	1.01	5	1.68	0.1724
Reproducción	23	7.72	24	8.05	0.071
Sitios					
1	52	17.45	49	16.44	0,0192
2	46	15.44	36	12.08	0.3121
3	83	27.85	32	10.74	0.0014
Servicio Reproductivo					
Inseminación	111	37.76	73	24.83	0.7997
Monta natural	31	10.54	19	6.46	0.8592
Ambos	37	12.59	23	7.82	0.8893
Procedencia del semen					
Externo	59	21.61	62	22.71	0,0027
Propio	94	34.43	38	13.92	0.0007
Ambos	13	4.76	7	2.56	0.6898
Procedencia de Reemplazos					
Externo	30	10.49	30	10.49	0.0234
Propio	98	34.27	53	18.53	0.3925
Ambos	51	17.83	24	8.39	0.2594
Adopción de lechones					
Si	77	25.93	39	13.13	0.1242
No	104	35.02	77	25.93	
Cuarentena					

Si	40	13.42	15	5.03	0.0483
No	141	47.32	102	34.23	
Desechos del parto					
Arroja al campo	64	21.77	59	20.07	0.0083
Entierra	115	39.12	56	19.05	
Arco de desinfección					
Si	19	6.38	7	2.35	0.1775
No	162	54.36	110	36.91	
Pediluvio					
Si	37	12.42	22	7.38	0.7289
No	144	48.32	95	31.88	
Duchas e instalaciones					
Si	41	13.76	16	5.37	0.0544
No	140	46.98	101	33.89	
Limpieza y desinfección corrales					
Si	39	13.09	15	5.03	0.0562
No	142	47.65	102	34.23	
Vehículo propio					
Si	76	25.5	45	15.1	0,5448
No	105	35.23	72	24.16	

Anexo D

Colocación de cuerda en corral



Anexo E

Colocación de cuerda a los reproductores



Anexo F*Extracción de FO***Anexo G***Muestra de fluido oral*

Anexo H

Procesamiento de muestras en el laboratorio

**Anexo I**

Placa de ELISA indirecto para detección de anticuerpos contra PRRS

