

**DINÁMICA SEROLÓGICA DEL COMPLEJO RESPIRATORIO PORCINO EN
PEQUEÑAS GRANJAS PORCÍCOLAS NO VACUNADAS EN PEREIRA, COLOMBIA.**

JUAN DAVID ARIAS RÍOS

**UNIVERSIDAD DE CALDAS
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
MANIZALES
2021**

**DINÁMICA SEROLÓGICA DEL COMPLEJO RESPIRATORIO PORCINO EN
PEQUEÑAS GRANJAS PORCÍCOLAS NO VACUNADAS EN PEREIRA, COLOMBIA.**

JUAN DAVID ARIAS RÍOS

**Tesis para optar al Título de Magíster en
Sistemas de Producción Agropecuaria**

Director

Héctor Jaime Aricapa Giraldo

UNIVERSIDAD DE CALDAS

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

MANIZALES

2021

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Manizales, 2021.

AGRADECIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	ESTADO DEL ARTE	11
	Marco Sociocultural	11
	Marco Ambiental	13
	Marco Tecnológico	13
	Marco Legal	14
	Enfermedades respiratorias porcinas	17
	Circovirus porcino tipo II (PCV2)	17
	Síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS)	18
	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	18
3.	OBJETIVOS	24
	3.1. OBJETIVO GENERAL	24
	3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4.	METODOLOGÍA	25
	4.3. ÁREA DE ESTUDIO	25
5.	RESULTADOS	27
	5.1. Análisis por veredas en la etapa de cría	27
	5.2. Análisis por veredas en etapa de ceba	31
	3.3. Factores predisponentes	35
	Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS)	35
	<i>Mycoplasma Hyopneumoniae</i>	36
	Circo Virus Porcino tipo II (PCV2)	37
6.	DISCUSIÓN	39
7.	CONCLUSIONES	43
8.	BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Volumen de importación de carne de cerdo entre 2016 y 2019.....	12
Tabla 2. Síntesis de Marco Legal Producción porcina en Colombia	14
Tabla 3. Diagnóstico diferencial de procesos respiratorios en ganado porcino.	18
Tabla 4. Caracterización de la muestra	25
Tabla 5. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	27
Tabla 6. Cantidad de anticuerpos presentes para <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.	28
Tabla 7. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	30
Tabla 8. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	31
Tabla 9. Cantidad de anticuerpos presentes para <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> de cerdos en etapa de ceba, en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.	32
Tabla 10. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	34
Tabla 11. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	35
Tabla 12. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	36
Tabla 13. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos en etapa de producción en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.	37
Tabla 14. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	37
Tabla 15. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de producción en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo nacional per cápita de carne de cerdo.....	11
Figura 2. Consumo de carne producida en Colombia.	12
Figura 3. Precio promedio nacional por ronda. Cerdos de buena genética de lotes uniformes, entre 90 y 125 Kg, pesados en báscula camionera cerca de la planta de sacrificio. Canal caliente sin refrigerar.	13
Figura 5. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	28
Figura 6. Cantidad de anticuerpos presentes para Mycoplasma hyopneumoniae en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.	29
Figura 7. Cantidad de anticuerpos presentes para PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	30
Figura 8. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	32
Figura 9. Cantidad de anticuerpos presentes para Mycoplasma hyopneumoniae de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	33
Figura 10. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.....	34

DINÁMICA SEROLÓGICA DEL COMPLEJO RESPIRATORIO PORCINO EN PEQUEÑAS GRANJAS PORCÍCOLAS NO VACUNADAS EN PEREIRA, COLOMBIA.

RESUMEN

Como resultado del aumento de la población y expansión urbana evidenciadas en las últimas dos décadas, el aumento relativo de la capacidad adquisitiva de la población, el cambio en los hábitos de consumo y el mayor acceso a mercados, Risaralda ha sido una de las zonas donde la porcicultura ha venido cobrando relevancia en los últimos años. El departamento, a la fecha, cuenta con un censo porcino total de 128.601 individuos, de los cuales, 6.386 son madres. Su capital, Pereira, posee 52.055 individuos, es decir 40% del censo departamental. Este escenario brinda una matriz apropiada para un desarrollo agroindustrial, con mercados potenciales en apertura y productos diferenciados en el centro occidente y el resto del país. No obstante lo anterior, una proporción no despreciable de granjas porcinas continúan en la informalidad (45 %) y no incluyen dentro de su modelo, parámetros sanitarios como la vacunación contra enfermedades respiratorias, las cuales tienen mayor importancia económica en los sistemas productivos de esta naturaleza. Enfermedades como PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y circovirus porcino tipo II (PCV2) ocasionan morbilidad y mortalidad a una alta proporción en las poblaciones porcinas; su agudeza acarrea sensibles pérdidas económicas, tanto por el descenso en productividad como por las medidas necesarias para contrarrestarlas. La cercanía y las vías de transporte compartidas entre granjas vacunadas y no vacunadas contra estas enfermedades son factores de riesgo para el estatus sanitario de las poblaciones de esta región. El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica de anticuerpos de PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en granjas porcinas no vacunadas contra estas enfermedades en el municipio de Pereira. Esta caracterización permitirá entender mejor la dinámica de crecimiento de dichos agentes y generar propuestas para mitigar los efectos de estas enfermedades en la región. Para este estudio se realizó una recopilación teórica y conceptual de las enfermedades de interés, así como muestreos serológicos entre 2016 y 2017 en granjas ubicadas en las inmediaciones del municipio de Pereira; estas fueron analizadas mediante la prueba ELISA. Se obtuvo una respuesta positiva para las tres enfermedades en todas las veredas y en todas las fases productivas a una diferente escala; esto permite evidenciar una distribución amplia de enfermedades respiratorias de interés económico en la región, lo que compromete potencialmente el status sanitario de granjas que sí cuentan con planes de vacunación vigentes. Es necesario generar condiciones habilitadoras para incluir a sistemas informales dentro de esquemas de vacunación, pero también, reglamentar la presencia de estos mismos en las zonas de influencia de sistemas formales de producción porcícola.

Palabras Clave: Porcinos, enfermedades respiratorias, dinámica anticuerpos, síndrome respiratorio porcino.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial y la mejora de su poder adquisitivo durante las últimas décadas, han incrementado dramáticamente la demanda por proteína de origen animal y han forzado a las cadenas de abastecimiento a moverse hacia una diversificación más exigente por dietas de mejor calidad, con mejores características organolépticas y, últimamente, con valor agregado como sellos verdes y certificados de producción orgánica.

No obstante, a pesar de ser la industria porcícola sensible a estas variables macroeconómicas y describir un elevado crecimiento en su producción primaria, la cadena de abastecimiento cárnico no ha respondido a la misma velocidad que la seguridad alimentaria lo demanda, y según la Organización de las Naciones Unidas, el acceso y la calidad de los alimentos por parte de la población, sigue siendo un objetivo de desarrollo sostenible pendiente durante la tercera década del siglo (ONU, 2015).

En la actualidad, del total colombiano correspondiente a 6.710.666 individuos de la especie porcina, el departamento de Risaralda, Colombia, cuenta con un censo porcino total de 128.601 individuos distribuidos entre 2.197 predios, de los cuales, 1.027 (45%) son predios considerados predios informales, según el Censo Nacional Porcino 2020 (ICA, 2020). De esta población total, 6.386 individuos son cerdas madres mayores de 240 días. Su capital, Pereira, alberga 52.055 individuos porcinos, es decir 40% del censo departamental. La cifra anterior se encuentra distribuida entre 740 predios; de los cuales, 307 predios (41%) y 2.362 individuos (5%) son considerados informales. Lo anterior ha supuesto un crecimiento total de la población porcina de 4% y de 6% en la cantidad de predios y población informales con respecto al año anterior (ICA, 2019) respectivamente, que a su vez incrementaron 3% con respecto al año anterior (ICA, 2018).

Un crecimiento sostenido, traducido en la construcción de nuevas granjas porcícolas, tecnificación y equipamiento de los sistemas productivos, con una consecuente mayor dinámica de los factores productivos como lo son los insumos y el capital humano, inevitablemente obligan a la industria a verse enfrentada a nuevos retos de distinta índole. Uno de estos retos es la salud animal, la cual ha cobrado relevancia por sus consecuencias económicas y sociales; y a pesar que es un problema común en todos los sistemas de producción agropecuaria, en la industria porcícola cobra particular relevancia por las altas densidades de producción y los ciclos comparativamente cortos tanto de producción como en el desarrollo de las enfermedades.

Los esfuerzos volcados a mitigar los efectos de la morbilidad y la mortalidad en la industria siguen presentando falencias, sobre todo en sistemas de producción de tipo artesanal o de traspatio, los cuales, generalmente, no se adhieren a los planes profilácticos y poseen deficiencias en las medidas de bioseguridad tomadas dentro y fuera de los sistemas.

Las enfermedades de tipo respiratorio ocasionadas por el virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS), *Mycoplasma hyopneumoniae* y circovirus porcino tipo II (PCV2), ocupan el primer escaño en causales sanitarias de pérdidas económicas del sector primario de la producción porcina en el país; la agudeza y la severidad de los cuadros clínicos hacen que sea virtualmente imposible contener la propagación de estos agentes y obliga a los sistemas a convivir con un mínimo serológico aceptable dentro de sus poblaciones.

La industria porcina debe propender porque sus sistemas productivos estén libres o tengan control de agentes causales de enfermedades infecciosas, debido a que un desequilibrio en la respuesta inmune conduciría a problemas sanitarios y por tal razón se incrementan el costo de producción del producto final. La presencia de los diferentes agentes infecciosos induce a una mayor morbilidad, aumento de la mortalidad y causas de problemas de tipo reproductivo. Para mantener a las granjas libres y con enfermedades infecciosas controladas se necesita conocer cómo se desarrolla la dinámica de infección de los agentes patógenos por medio de métodos de diagnóstico que ayudan a establecer el estado sanitario de la población.

Un paso que contribuye a enfrentar esta situación y a mejorar el estatus sanitario en el sector primario es el reconocimiento de los agentes patógenos que se encuentran presentes dentro de los sistemas donde no se practica la vacunación contra enfermedades del complejo respiratorio, los cuales, por su cercanía con otros sistemas, el uso de vías compartidas y el tránsito de personal común, representan un riesgo latente para aquellos sistemas con vacunación y con altas poblaciones.

La forma de hacer este reconocimiento es a través de análisis serológicos, que pueden detectar la presencia de antígenos aun cuando las poblaciones no tienen síntomas evidentes del complejo respiratorio. Los hallazgos obtenidos del análisis de los pequeños sistemas de producción porcícola no vacunados, permitirían cimentar la toma de decisiones encaminadas a mejorar el estatus sanitario de la zona, desde la prevención hasta el control de enfermedades por parte de sistemas de producción tecnificadas y/o con un estatus sanitario diferente.

Por todo lo anterior, es necesario determinar la dinámica de infección de las enfermedades con el fin de que los pequeños, medianos y grandes porcicultores no vean afectados sus parámetros productivos y los diferentes agentes patógenos puedan ser controlados, elaborando programas sanitarios acordes con la dinámica infecciosa presente en cada zona o en cada granja, enfatizando los microorganismos primarios que hacen parte del complejo respiratorio porcino: Circovirus porcino tipo II (PCV2), el virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) y la bacteria *Mycoplasma hyopneumoniae*.

2. ESTADO DEL ARTE

Como porcino, puerco o cerdo se conoce la subespecie de la familia *Suidae* denominado taxonómicamente como *Sus scrofa domesticus* (Linnaeus, 1758). Este es un mamífero artiodáctilo que se caracteriza por el gran tamaño de sus orejas y cabeza, su cuerpo voluminoso, sus patas cortas y su hocico pequeño. Como porcino cría se considera la descendencia de una pareja de cerdos adultos; como porcino gestante se conocen a las hembras porcinas que se encuentra en un período durante comprendido desde su fecundación hasta el parto. La mayoría de gestaciones suelen durar entre 113 y 117 días. Una enfermedad porcina es toda aquella alteración a la fisiología del organismo de los cerdos, causada entre otras por agentes microbiológicos, físicos, químicos y autoinmunes. La vacunación es el conjunto de medidas profilácticas destinadas a generar inmunidad en un organismo vivo; estas son efectivas en áreas enzoóticas y en las de alto riesgo y pueden ser obligatorias de acuerdo a la normativa local.

Marco Sociocultural

El consumo de cerdo en la sociedad data desde la historia del *Homo sapiens*, en que estos artiodáctilos comenzaron a ser cazados y luego domesticados, adquiriendo las características fenotípicas de la actualidad.

Según el boletín publicado por la asociación PorkColombia (2020), el consumo per cápita de cerdo de los colombianos para el 2018 fue de 10.3kg, del cual se estimaba un crecimiento para 2019 de 1.7% (**Figura 1**).



Figura 1. Consumo nacional per cápita de carne de cerdo.

Fuente: elaboración propia con datos de Porkcolombia (2020).

Pese al aumento de consumo de carne de cerdo evidenciado en los últimos años, el consumo aparente evidencia que cada vez el colombiano consume más producto extranjero que el nacional (**Figura 2**).

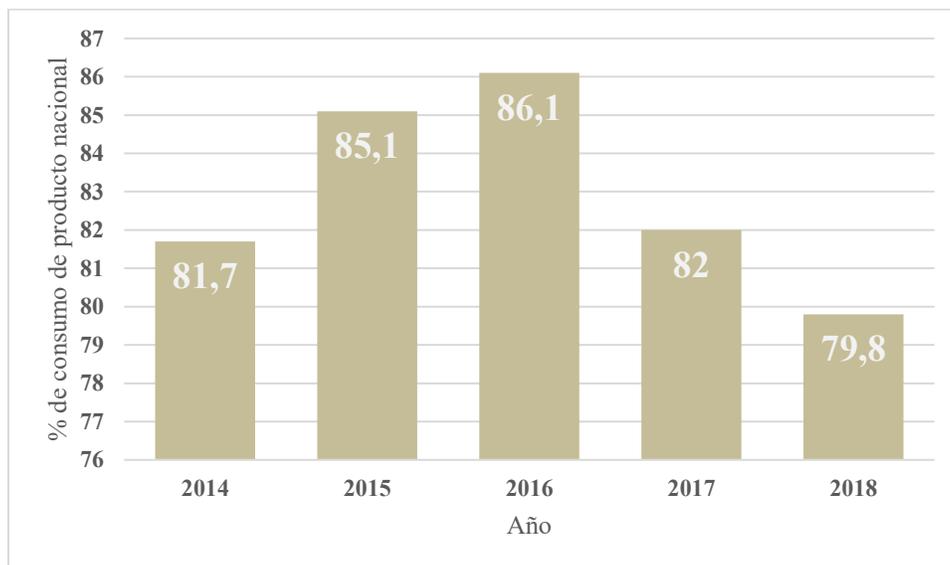


Figura 2. Consumo de carne producida en Colombia.

Fuente: elaboración propia con datos de Porkcolombia (2020).

Lo anterior es soportado en la **Tabla 1**, la cual se muestra el crecimiento de las importaciones a Colombia.

Tabla 1. Volumen de importación de carne de cerdo entre 2016 y 2019

Año	2016	2017	2018	2019
Toneladas	57,532	81,368	105,772	114,621
Variación	2.3%	41.4%	30.0%	8.4%

Fuente: elaboración propia con datos de Porkcolombia (2020).

En la **Figura 3** se observan los precios promedio de venta a nivel nacional por los últimos 5 años, los cuales son impactados directamente por los cambios constantes de la TRM. En general se observa la misma tendencia durante las temporadas de mayor consumo de carne de cerdo.

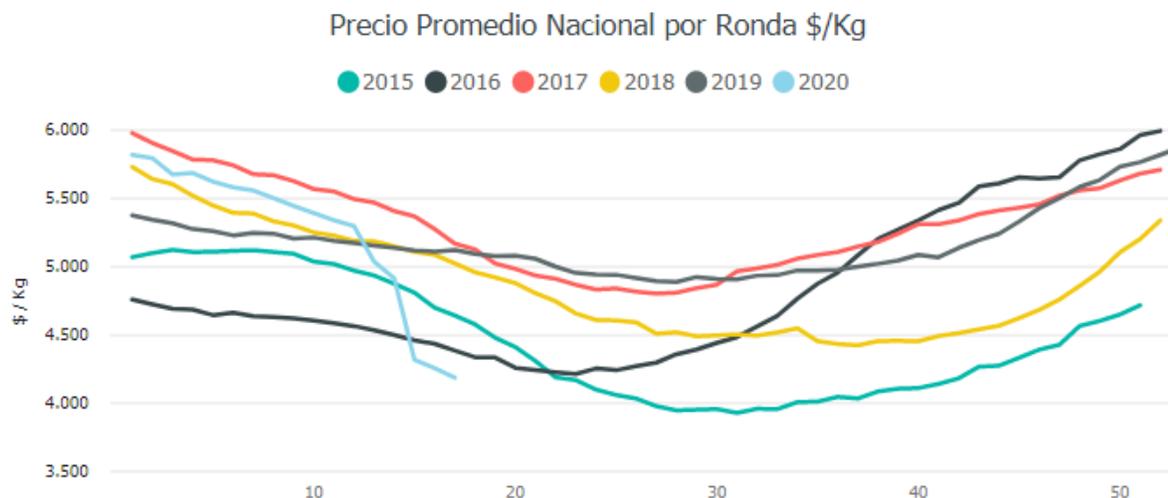


Figura 3. Precio promedio nacional por ronda. Cerdos de buena genética de lotes uniformes, entre 90 y 125 Kg, pesados en báscula camionera cerca de la planta de sacrificio. Canal caliente sin refrigerar.

Fuente: Porkcolombia (2020).

Marco Ambiental

En relación con el medio ambiente, en la actualidad existe una serie de regulaciones para la producción de cerdos, esto debido a la presencia de un número relevante de granjas que generan vertimientos a los cuerpos de agua y no realizan una correcta disposición de desechos biológicos, agentes altamente contaminantes para el medio ambiente.

Hoy en día los desechos del cerdo (estiércol) son utilizados como fertilizante orgánico, minimizando el uso de los fertilizantes inorgánicos. Una de las ventajas en la producción de cerdo es que el mismo es consumido y comercializado en más de un 90% de sus partes.

Todas las granjas formalmente establecidas deben registrarse por una guía de gestión ambiental, cuyo objetivo es el de generar el mínimo impacto al ambiente. Entre estas disposiciones se considera el tratamiento de aguas residuales con su determinada disposición final según dicte la ley de suelos y agua.

Marco Tecnológico

Ningún sector económico se escapa de los beneficios que puede traer la economía, el sector agrícola y la producción porcina no son la excepción, algunas de las tecnologías usadas para la producción de cerdos son:

- Estaciones electrónicas de alimentación: estas se pueden programar y dispensan el alimento a medida por cada cerdo que consuma, esto genera un control en los costos de producción.
- Vacunación versus castración quirúrgica: la castración quirúrgica es un proceso que lleva tiempo, puede producir bajas, estresa al animal, maltrato animal y pérdida del bienestar animal, entre otras, la castración a través de vacuna permite ventajas como: disminuye la producción de testosterona. disminuye los comportamientos de monta y agresividad. el olor sexual de los animales tratados se reduce a niveles imperceptibles.
- Sistemas ERP: para llevar un control de la cadena de producción de cerdo.
- Inseminación artificial: es una tecnología que en poco tiempo gran parte de los pequeños y medianos productores han venido adoptando en las granjas, esto reduce tiempos y estrés en los animales, esta técnica incrementa los niveles de productividad y de eficiencia, y es usada ampliamente en Europa, (Velasco y Ortega, 2008).

Marco Legal

En la **Tabla 2** se detallan algunas de las leyes, los decretos y las normas que competen la producción porcina en Colombia:

Tabla 2. Síntesis de Marco Legal Producción porcina en Colombia

Ley	Disposición
Ley 9 DE 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Ley 623 de 2000	Por medio de la cual se declara de interés social nacional la erradicación de peste porcina clásica en todo el territorio colombiano y se dictan otras disposiciones
Ley 272 DE 1996	Por la cual se crea la cuota de fomento porcino y se dictan normas sobre su recaudo y administración
Ley 101 de 1993	Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero.
LEY 1500 DE 2011	Por la cual se modifican unos artículos de la Ley 272 de 1996 y de la Ley 623 de 2000
Decreto	Disposición

2278 DE 1982	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne.
2162 DE 1983	Por el cual se reglamenta parcialmente el título V de la ley 09 de 1979, en cuanto a producción, procesamiento, transporte y expendio de los productos cárnicos procesado
1036 DE 1991	Por el cual se subroga el capítulo I del título I del decreto 2278 de agosto 2 de 1982
3075 DE 1997	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones
2131 DE 1997	Por el cual se dictan disposiciones sobre productos cárnicos procesados
60 DE 2002	Por el cual se promueve la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos típicos de Control Crítico-Haccp en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación
1828 DE 2006	Por el cual se crea la Comisión Nacional intersectorial para la Coordinación y Orientación Superior del sacrificio de porcinos
4589 DE 2006	Por el cual se adopta el arancel de aduanas y otras disposiciones
1500 DE 2007	Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación
558 de 2008	Por el cual se modifican los artículos 20 y 21 del Decreto 1500 de 2007
2965 de 2008	Por el cual se modifican los artículos 20, 21 y 60 del Decreto 1500 de 2007 y se dictan otras disposiciones

4974 DE 2009	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007 modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380 y 4131 de 2009
2380 DE 2009	Por el cual se modifican los Decretos 1500 de 2007 y 2965 de 2008 y se dictan otras disposiciones.
4131 DE 2009	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008 y 2380 de 2009
Resolución	Disposición
14985 DE 1988	Por la cual se autoriza el uso de unas enzimas y de la Pimarcina en productos cárnicos
4282 DE 2007	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de la especie porcina destinada para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación
3659 DE 2008	Por la cual se establecen los criterios del Plan de Racionalización de Plantas de Beneficio Animal
2008031445 DE 2008	Por el cual se establece el listado oficial de plantas de beneficio de las especies bovina, bufalina, porcina, y aves de corral, desposte y desprese que presentaron plan gradual de cumplimiento ante el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos INVIMA.
2009006158 DE 2009	Por la cual se modifica la resolución 2008031445 del 4 de noviembre de 2008 mediante la cual se establece el listado oficial de plantas de beneficio de las especies bovina, bufalina, porcina, y aves de corral, desposte y desprese que presentaron plan gradual de cumplimiento ante el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos INVIMA.
Normas Técnicas Colombianas	Disposición
NTC 512-1	Industria alimentaria. Rotulado o etiquetado parte 1: norma general

NTC 512-2	Industria alimentaria. Rotulado o etiquetado parte 2: rotulado nutricional de alimentos envasados
NTC 4565	Carne y productos cárnicos. Método para determinar el contenido de nitrito (método de referencia)

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia: <<https://www.minsalud.gov.co/>>.

Enfermedades respiratorias porcinas

Las enfermedades en los cerdos pueden diagnosticarse desde el nacimiento del animal. Sin embargo, dependerá de la crianza y producción de estos animales la aparición y desarrollo de algunas enfermedades en específico. Deben tenerse presente factores como el ambiente, las condiciones del tiempo, las condiciones físicas del criadero, la alimentación, el manejo y las normas de manejo etc.

Por su importancia dentro de la morbilidad y mortalidad a nivel nacional, el presente trabajo se centró en las enfermedades que hacen parte del complejo respiratorio porcino llamadas: PCV2, PRRS y *M. hyopneumoniae*.

Al analizar estas afecciones se deben tener presente los agentes infecciosos, los cuales se dividen en primarios y secundarios: los primarios son los causantes de las infecciones respiratorias, dando lugar a que se produzcan otras afecciones. Enfermedades que producen una co-infección con patógenos secundarios respiratorios que, al alterar el funcionamiento del organismo, genera complicaciones como *Haemophilus parasuis*, *Actinobacillus pleuroneumoniae*, *Bordetella bronchiseptica*, *Streptococcus suis*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella choleraesuis*, (Velasco, 2012).

Circovirus porcino tipo II (PCV2)

El PCV2 es un virus de ADN monocatenario, sin envoltura y de pequeño tamaño, pertenece a la familia *Circoviridae*. Fue descubierto en 1991 por investigadores alemanes, y fue descrito como un virus contaminante de la línea celular del riñón de cerdo. Este virus es resistente al ácido, calor, cloroformo y diversos desinfectantes, el virus es ubicuo y se considera presente en todos los sistemas productivos porcinos a nivel mundial (Halbur, 2001). El cerdo doméstico y salvaje se consideran huéspedes naturales de este virus, y puede desarrollarse como enfermedad entre las semanas 4 a la 23 del proceso de engorde. El PCV2 es el principal haplotipo asociado a las enfermedades por circovirus (Opriessnig *et al.*, 2007), éste se encuentra disperso por todo el mundo, por lo que se le considera una de las principales causas de pérdidas económicas en la industria porcina (Harding y Clark, 1997).

Síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS)

El virus del PRRS (PRRSV) pertenece a la orden *Nidovirales*, familia *Arteriviridae*, género *Arterivirus*, siendo un virus pequeño envuelto, de ARN. El PRRS fue descubierto en Estados Unidos en el año 1987. Es catalogada como la enfermedad viral más común en los porcinos. Inicialmente se declaró en Carolina del Norte, y los signos clínicos incluían pérdidas reproductivas graves, extensas neumonías post-destete, reducción de las producciones y aumento de la mortalidad (Moncerrat, 2016). Este virus es causante de neumonía, la cual puede volverse más aguda cuando el *M. hyopneumoniae* ya se ha inoculado en el porcino, además, afecta la función reproductora en las hembras, razón por la que puede afectar la productividad de las granjas. A pesar de ello, el virus se ha vuelto endémico en la mayoría de las regiones porcinas del mundo y su control es problemático. Un estudio reciente estima pérdidas a la porcicultura en Estados Unidos de \$668.58 millones de dólares anualmente, exclusivamente por costos relacionados a la vacunación, tratamiento, diagnóstico y bioseguridad. El PRRS está presente en las principales regiones productoras porcícolas del mundo, con excepción de países europeos como Suecia, Finlandia y Suiza. En Oceanía son libres de PRRS Nueva Caledonia, Nueva Zelanda y Australia, (Carvajal, 2015).

Mycoplasma hyopneumoniae

M. hyopneumoniae es una bacteria perteneciente a la clase de los *Mollicutes*, con particularidades específicas como su ausencia de pared celular y su revestimiento externo con fibrillas radiales glico y lipoproteicas (adhesinas), lo que le permite adherirse con la superficie del tracto respiratorio porcino. El *Mycoplasma hyopneumoniae* es una bacteria que puede actuar como germen primario o secundario, participa en conjunto con el virus PRRS como un agente primario que afecta la capacidad funcional de los neutrófilos, linfocitos y macrófagos. *M. hyopneumoniae* se considera como bacteria inmunodepresora que propicia un ambiente ideal para que bacterias primarias y secundarias se implanten en el organismo del cerdo y produzcan todo tipo de lesiones, (López *et al.*, 2015).

Tabla 3. Diagnóstico diferencial de procesos respiratorios en ganado porcino.

	Agentes etiológicos	Sintomatología	Lesiones
Causan tos como síntoma principal	Virus de influenza tipo A	Postración general e inicio muy agudo	Moco en tráquea, áreas moteadas en pulmón
	<i>A. pleuropneumonie</i>	Espuma sanguinolenta en aberturas nasales, inicio agudo, recidivante y postración	Necrosis hemorrágica en amplias áreas del pulmón

	Agentes etiológicos	Sintomatología	Lesiones
	PRRSV	Disnea y anorexia	Neumonía intersticial, acúmulo de líquido en lóbulo craneal
	<i>M. hyopneumonie</i>	Tos y anorexia	Áreas atelectásicas en lóbulo craneal, no fibrina
	<i>S. suis</i>	Síntomas neurológicos, artritis, postración	Lesiones petequiales en pulmón
Causan estornudos como síntoma principal	PRRSV	Evoluciona con edema de párpados	Neumonía intersticial, acúmulo de líquido en lóbulo craneal
	Agentes ambientales	Lagrimo y secreción ocular	Predispone a la acción de agentes secundarios
	Rinitis atrófica, principalmente por <i>Pasteurella multocida</i> tipo D y <i>Bordetella bronchiseptica</i>	Desemboca en epistaxis	Atrofia de los cornetes nasales
Otros procesos sistémicos	<i>Haemophilus parasuis</i>	Fuerte fiebre y edema de los párpados y de oreja	Poliserositis fibrinosa, afección de pleura y órganos abdominales
	<i>S. suis</i>	Síntomas neurológicos, artritis, postración, orejas hacia atrás, fiebre	Lesiones petequiales en pulmón
	<i>Escherichia coli</i>	Sintomatología hiperaguda, no se presenta fiebre	Edema de párpados y de colon en necropsia
	PCV2	Disnea sin tos, desmedro, retraso del crecimiento, palidez corporal	Neumonía intersticial, palidez de mucosas e hipotrofia de nódulos linfáticos

Fuente: Velasco (2012).

A continuación, se detallan las pruebas diagnósticas de laboratorio que se hacen para detectar las enfermedades anteriormente descritas:

Se han registrado 4 pruebas para detectar anticuerpos contra PRRS:

1. El ensayo de inmunoperoxidasa en monoestrato, detecta anticuerpos de 1 a 2 semanas después de la infección.
2. La prueba (IFA) de inmunofluorescencia indirecta, la cual detecta anticuerpos IgM. Esta detecta anticuerpos de 5 a 28 días de postinfección y la prueba para IgG, de 7 a 14 días, que pueden durar de 3 a 5 meses.
3. La prueba de seroneutralización (SN) detecta anticuerpos a los 9 a 11 días, pero estos a menudo aparecen hasta después de 4 a 5 semanas de ocurrida la exposición.
4. El ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA por sus siglas en inglés) detecta anticuerpos dentro de las primeras 3 semanas posteriores a la exposición.

Las pruebas ELISA son las más usadas para determinar la cantidad de anticuerpos circulantes de *Mycoplasma hyopneumoniae*. Sin embargo, estas pruebas no pueden distinguir anticuerpos vacunales de los generados por la enfermedad, lo que afecta la interpretación de la respuesta serológica, ya que la prueba no genera el coeficiente de variación. Por esta razón, la prueba ELISA es utilizada únicamente para controlar el status negativo de la enfermedad. Entonces, de acuerdo con el escenario diagnóstico realizado se debe elegir la técnica y prueba a utilizar y su interpretación posterior.

En rebaños anteriormente negativos a la enfermedad, únicamente se tendrá que confirmar la presencia de *M. hyopneumoniae* y definir si ha sido el causante del proceso, para lo cual técnicas de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), Inmunohistoquímica (IHQ) o Hibridación *in situ* pueden ser muy útiles, incluso la realización de serologías pareadas sería de gran utilidad en este escenario (Espigares, 2016).

Cuando se trata de diagnosticar el *M. hyopneumoniae* como parte del complejo respiratorio porcino (CRP), se debe hacer una observación más amplia. De ahí que sea necesario establecer un programa de visitas periódicas a la planta de sacrificio para revisar la presencia de lesiones macroscópicas pulmonares sugerentes de *M. hyopneumoniae*, junto a técnicas de PCR, Inmunohistoquímica o Hibridación *in situ*. Así, se resume el diagnóstico en tres parámetros: observación de signos clínicos compatibles, presencia de lesiones pulmonares compatibles y la detección de *M. hyopneumoniae* en dichas lesiones.

Por su parte, el Circovirus tipo II (PCV2), uno de los virus con mayor concentración mundial, es una infección de tipo subclínico y guarda relación con otras clases de virus, como el Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS) y el Parvovirus Porcino (PPV). Los síntomas del PCV2 pueden aparecer entre la séptima y catorceava semana, algunos de ellos son: en animales aparece tos, disnea, diarrea y fiebre. Su transmisión es vía oro nasal y las causas de aparición de la enfermedad son: baja inmunidad, estrés, malas condiciones medioambientales o inmunológicas, alta concentración de animales o la presencia de agentes infecciosos como PRRS o PPV, (Riveros, 2009).

Pruebas ELISA indirecto.

Esta es una prueba cuya finalidad es detectar anticuerpos en la sangre. Los anticuerpos son proteínas producidas por el sistema inmune cuando detecta componentes de virus en el cuerpo. Esta prueba trabaja con una técnica de ensayo colorimétrico cuyas longitudes de ondas son analizadas para detectar los anticuerpos. El análisis puede ser descrito en logaritmos para determinar la cantidad de anticuerpos detectados, (Ochoa, 2012).

Dentro de las pruebas ELISA a nuestro alcance podemos encontrar dos grandes grupos:

- Las pruebas de bloqueo cuyo objeto es la determinación de las inmunoglobulinas IgM e IgG.
- Las pruebas indirectas o destinadas a detectar anticuerpos totales.

ELISA de bloqueo

Actualmente existe en el comercio un kit diagnóstico que resulta de gran utilidad en las siguientes condiciones:

- Detección del período de infección y de la circulación vírica, siempre y cuando los animales no estén vacunados o bien se les haya aplicado una vacuna que dé una respuesta de poca entidad o no detectable en dicho ensayo.
- La relación entre el nivel (0 % de animales con respuesta positiva) de IgM e IgG es indicativo del momento en que se ha iniciado la infección o circulación vírica.

Evolución de la respuesta de IgG e IgM medida en un ELISA de bloqueo (INGENASA) y de la viremia de PCV2 tras un desafío experimental, (Callén, 2012).

Las IgM se detectan desde los 7-14 días de la infección, una semana antes que las IgG, las cuales se detectan a las 3 semanas post infección. Mientras que las IgG permanecen, las IgM van desapareciendo. La distancia relativa entre éstas marca el período de tiempo transcurrido desde la infección.

- Seguimiento de la circulación vírica en los lotes, tanto en su forma clínica como subclínica

Granja con problemas de PCV2 a partir de las 10 semanas de vida. Los anticuerpos totales permiten entrever la inmunidad maternal, primero, y la seroconversión postinfección después. Los distintos grupos de edad pueden haber tenido momentos de infección ligeramente distintos.

Es necesario que el clínico sea cauteloso a la hora de interpretar los resultados, debido a que la infección no es igual a enfermedad en este proceso, más aún si los animales han sido vacunados previamente. Por otra parte, dada la elevada prevalencia de PCV2, estas pruebas presentan poco interés en cerdas adultas restringiéndose normalmente al uso en lechones y cebo.

ELISA indirecto

En cuanto a las pruebas de anticuerpos totales, hay varias disponibles bien comercialmente o bien ofertadas por los laboratorios dedicados a análisis.

- Seguimiento de la evolución de la inmunidad maternal y eventual estudio de la interferencia presentada por la misma.
- Como complemento de la prueba IgG/IgM en los seroperfiles.
- Valoración del estado inmune de las reproductoras y lechones (encalostramiento).
- Eventualmente, valoración de la calidad de la aplicación vacunal, en función del tipo de vacuna utilizada y del kit diagnóstico empleado, (Callén, 2012).

La respuesta de IgG indica evolución de anticuerpos de origen maternal y/o seroconversión de corta duración tras la vacunación. La IgM permanece a niveles basales por ausencia de infección. Las pruebas indirectas se comportan de forma distinta puesto que miden anticuerpos distintos. (Callén, 2012).

Con respecto a estas pruebas, conviene aclarar que no están relacionadas con el grado de protección en animales vacunados, ya que hay vacunas que pueden no otorgar respuesta a alguna de estas pruebas, o la respuesta es irregular sin que ello sea indicio de falta de protección (Callén, 2012). Por otra parte, es normal encontrar resultados diferentes en pruebas comerciales distintas. Así es posible que, por ejemplo, mientras una prueba de resultados débiles o inconsistentes, otra permita medir perfectamente la respuesta vacunal. De modo que, no ser consciente de este hecho puede conducir a interpretaciones erróneas. Por el contrario, un buen conocimiento de la prueba serológica, unido a su uso en una situación correcta puede ser de gran ayuda para conocer la situación epidemiológica o vacunal y aplicar medidas útiles. En cualquier caso, a la hora de interpretar una serología es aconsejable un buen esquema de muestreo, el conocimiento de las circunstancias de los animales muestreados y consultar con una persona experimentada en el uso e interpretación de cada ensayo utilizado (Callén, 2012).

Finalmente, conviene reseñar que, aunque a menudo se cuantifican títulos, la mayoría de estas pruebas son de tipo cualitativo, es decir que valores por encima de un umbral se consideran positivos y los que están por debajo, negativos; intentar hacer una valoración cuantitativa de los mismos puede resultar frustrante o al menos confuso. Como alternativa, algunos proveedores proponen la realización del análisis de la misma muestra en varios pocillos llegando a un resultado semicuantitativo mediante un cálculo matemático adecuado.

Otros elaboran un valor *ratio* o índice, a veces llamado S/P *ratio* calculado como relación entre el valor de lectura de la muestra y el control positivo una vez deducido de ambos el valor del control negativo. Otras veces, se compara la lectura del pocillo con una escala prefijada de valores control positivos y, en ocasiones, se aplica a la lectura de densidad óptica del pocillo una fórmula matemática para asignarle un título que normalmente se elaboró haciendo análisis en paralelo con una prueba de referencia. Por lo tanto, hay que ser prudentes a la hora de establecer conclusiones

basadas en resultados cuantitativos; aunque según el método de obtención y el propósito de la valoración podrían ser en ocasiones de ayuda, (Callén, 2012).

Mycoplasma hyopneumoniae

La Prueba de ELISA es una herramienta serológica muy completa para la detección de anticuerpos contra *Mycoplasma hyopneumoniae*, ya que permite determinar la exposición al agente y la edad en la cual surge la mayor exposición a este, también permite evaluar el estado inmunitario de las cerdas.

En las primeras semanas de edad de los lechones, se presenta una alta cantidad de anticuerpos provenientes de las madres a través del calostro, lo que, en muchos casos, ocasiona una positividad a la prueba ELISA. Este fenómeno es relevante a la hora de diagnosticar e identificar el momento más oportuno para realizar la vacunación. Esta primera evaluación sugiere realizar la vacunación contra *Mycoplasma hyopneumoniae* a las cuatro semanas de edad, ya que si esta se hace antes puede haber la posibilidad de que haya interferencia con los anticuerpos maternos (Wei *et al.*, 2020).

Virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRSV)

Tras la infección por PRRSV, los anticuerpos ELISA son detectables entre 6 y 21 días postinfección y pueden desaparecer pasados de 4-6 meses, aunque se pueden prolongar durante más tiempo (aproximadamente 1 año). Los anticuerpos seroneutralizantes, en cambio, aparecen más tarde, a las 4-6 semanas tras la infección, pero pueden ser detectables durante más tiempo (2 años). Durante este tiempo, debe considerarse también la pérdida de anticuerpos maternos en los lechones, la cual ocurre en 2 a 4 semanas, lo que explica los posibles problemas clínicos en torno al momento del destete. En lo que se refiere a la dinámica de protección, si las cepas de la vacuna y del desafío pertenecen al mismo tipo, el nivel de protección parece disminuir cuando la homología es menor (Mateu, 2008). Además, los animales desafiados con distintas cepas del mismo tipo presentan una protección variable frente a PRRSV incluso siendo genéticamente cercanas (Prieto, 2008).

La protección cruzada está relacionada tanto con el tipo como con la cepa. Adicionalmente, existe variabilidad de la respuesta inmunológica por cepa y por individuo (Díaz, 2012). La infección natural por PRRSV, así como las vacunas vivas atenuadas (MLV) *ex vivo*, inducen una producción muy pobre de células secretoras de γ -IFN PRRS-específico (Zuckermann, 1998; Meier, 2003). En adición, el PRRSV puede interferir con las funciones inmunitarias mediadas por células vía IL10, que es un inhibidor potencial de la secreción de γ -IFN (Suradhat, 2003).

Los resultados obtenidos de esta investigación se convertirán en una herramienta efectiva y eficiente que contribuirá a obtener información de cómo se encuentra sanitariamente el municipio de Pereira y así poder mejorar el manejo sanitario de las producciones a pequeña escala, para que

estas no afecten a las grandes producciones y se puedan mejorar parámetros productivos lo que conllevará a que los ingresos económicos mejoren para pequeñas, medianas y grandes empresas, lo que se verá reflejado en el mejoramiento del status sanitario del municipio.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar la dinámica de anticuerpos de PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en granjas porcinas no vacunadas contra dichas enfermedades en el municipio de Pereira.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar titulación de anticuerpos durante dos años secuenciales contra estas enfermedades.
2. Determinar la dinámica de anticuerpos en estas granjas agrupándolas por veredas.
3. Realizar mapa de geo posicionamiento del municipio de Pereira frente a la actividad de estas tres enfermedades.
4. Medición de dinámica de anticuerpos de granjas con seroprevalencia en dos años consecutivos y medición de la dinámica con seroprevalencia puntual

4. METODOLOGÍA

4.3.ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el municipio de Pereira el cual se encuentra ubicado en la Latitud 4.81321, Longitud -75.6946 4° 48' 48" Norte, 75° 41' 41" Oeste a una altura de 1.411 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 20.6 °C. La metodología que se implementó es resultado de la primera muestra serológica realizada en el análisis descrito en la parte inicial del proyecto.

Se evaluó durante dos años consecutivos la dinámica de anticuerpos de enfermedades como PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en granjas porcinas no vacunadas. Para ello se evaluaron retrospectivamente en el tiempo 1.021 muestras serológicas de enfermedades del complejo respiratorio porcino de 53 pequeñas granjas porcinas escogidas a conveniencia; se usó una investigación descriptiva para dar a conocer los resultados.

Se escogió este tipo de investigación para evaluar titulación de anticuerpos durante dos años secuenciales contra estas enfermedades, determinar la dinámica de anticuerpos en estas granjas agrupándolas por veredas, realizar mapa de geo posicionamiento del municipio de Pereira frente a la actividad de estas tres enfermedades y para la medición de dinámica de anticuerpos de granjas con seroprevalencia en dos años consecutivos y medición de dinámica con seroprevalencia puntual.

La recolección de los datos primarios se realizó bajo una recopilación de muestreos sistémicos de anticuerpos contra las tres enfermedades en porcinos en la zona 1 2 y 3 de la producción, con el fin de identificar el nivel de titulación y el movimiento de las enfermedades en el municipio.

Tipo de muestreo

Se realizó un muestreo Aleatorio Simple. Para que el muestreo fuese aleatorio, se seleccionaron los cerdos al azar de cada granja que coincidían con el criterio en este caso las enfermedades.

Tamaño de la muestra

Para el tamaño de la muestra, esta fue seleccionada por el método de conveniencia ya que este facilitaba la obtención de los datos, de los 455 porcinos 340 son hembras y 115 machos.

Tabla 4. Caracterización de la muestra

	Total	Hembra	Macho
Animales Muestreados	455	340	115

	Total	Cría	Producción
Número de granjas	53		
Total, Muestras	1021	493	528
Enfermedad	Total	Cría	Producción
PRRS	292	220	72
<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	316	87	229
PCV2	413	186	127

5. RESULTADOS

5.1 Análisis por veredas en la etapa de cría

De acuerdo con la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk los datos de las variables PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2, no siguen una distribución normal ($P>W=<0,0001$). De acuerdo con eso para su análisis se realiza la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para PRRS ($P=0,6193$). La prueba de comparación de promedios muestra que en la cantidad de anticuerpos para el PRRS varía en promedio entre 0,0007 y 0,139. Se destacan la vereda Tribunus donde existen animales que no presentan la enfermedad (0,000) y otros animales donde presentaron la mayor carga de anticuerpos entre todas las veredas al PRRS (1,545) (Tabla 5). A pesar de las diferencias en las lecturas, la gran variabilidad al interior de las veredas (Cv.) no permite reflejar dichas diferencias (Figura 3).

Tabla 5. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	17	0.002	0.339	0.057	+/-	0.098	A	171.7
La Arabia	60	0.002	0.543	0.038	+/-	0.094	A	247.6
Caimalito	5	0.002	0.025	0.015	+/-	0.010	A	68.5
Cerritos	5	0.005	0.018	0.013	+/-	0.006	A	43.3
Combia Alta	2	0.005	0.009	0.007	+/-	0.003	A	40.4
Combia Baja	37	0.000	0.180	0.023	+/-	0.039	A	170.6
El Jazmín	16	0.002	0.057	0.015	+/-	0.017	A	113.0
La Bella	17	0.002	0.146	0.035	+/-	0.046	A	133.1
Morelia	17	0.007	0.024	0.015	+/-	0.005	A	35.2
Tribunas	44	0.000	1.545	0.139	+/-	0.350	A	250.9
Kruskall Wallis		7.9432	Significancia		0.5399	N.S		
Shapiro Wilk		0.2694	Significancia		<0.0001	**		

Fuente: elaboración propia

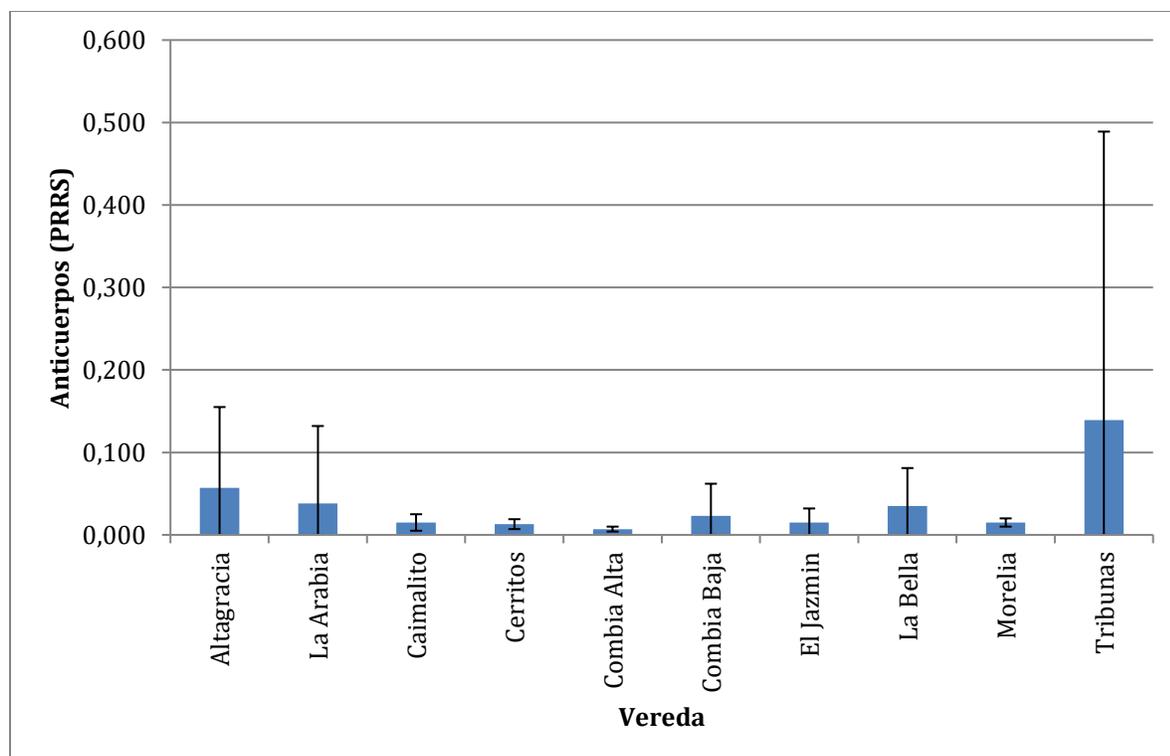


Figura 4. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae* ($P < 0,0001$). La prueba de comparación de promedios muestra que el mayor recuento de anticuerpos se presentó en la vereda Morelia, la cual presentó diferencias estadísticas significativas con el recuento de las veredas Altagracia, Cerritos y Tribunas, las cuales presentan el menor recuento de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae*, estas tres veredas no presentan diferencias estadísticas entre sí. Las veredas La Arabia y Combia Baja presentaron un recuento de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae* intermedio, las demás veredas no presentaron presencia de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae* (Tabla 6 y Figura 4).

Tabla 6. Cantidad de anticuerpos presentes para *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	3	0.004	0.105	0.071	+/-	0.058	B	81.7
La Arabia	22	0.005	2.093	1.016	+/-	0.858	AB	84.4
Caimalito	0	-	-	-	-	-	-	-
Cerritos	1	0.496	0.496	0.496	+/-	-	B	-

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Combia Alta	0	-	-	-		-	-	-
Combia Baja	22	0.051	2.690	0.998	+/-	0.794	AB	79.6
El Jazmín	0	-	-	-	-	-	-	-
La Bella	0	-	-	-	-	-	-	-
Morelia	15	0.423	2.792	1.658	+/-	0.796	A	48.0
Tribunas	24	0.006	1.854	0.360	+/-	0.449	B	124.8
Kruskall Wallis		28.2003	Significancia		<0.0001 **			
Shapiro Wilk		0.8819	Significancia		<0.0001 **			

Fuente: elaboración propia.

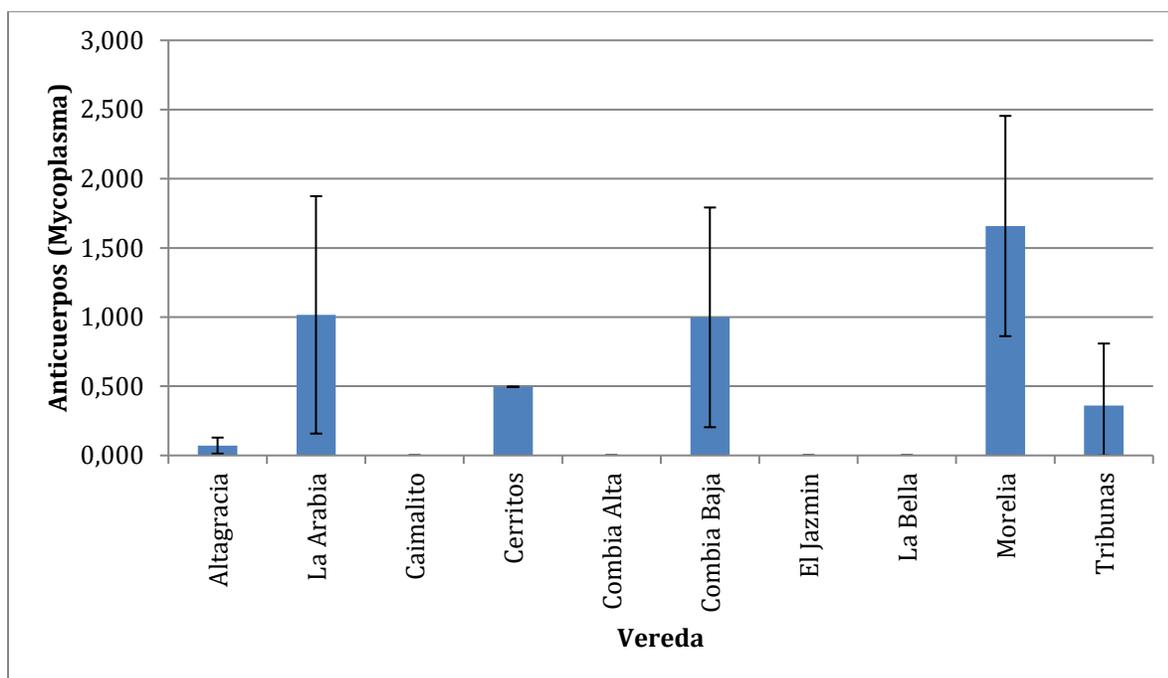


Figura 5. Cantidad de anticuerpos presentes para *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia.

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para PCV2 ($P=0,0012$) (ver anexo). La prueba de comparación de promedios muestra que el mayor recuento de anticuerpos se presentó en las veredas Altagracia, La Arabia, La Bella y Tribunas, estas cuatro veredas no presentan diferencias estadísticas entre sí. Estas veredas presentaron diferencias estadísticas significativas con el recuento de la vereda Combia Alta, la cual presentó el menor recuento de anticuerpos para PCV2. Las demás veredas presentaron un recuento de anticuerpos para PCV2 intermedio (Tabla 7 y Figura 5).

Tabla 7. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	13	0.390	3.334	2.252	+/-	0.930	A	41.3
La Arabia	55	0.230	6.050	2.047	+/-	1.038	A	50.7
Caimalito	0	-	-	-	-	-	-	-
Cerritos	2	0.256	1.851	1.054	+/-	1.128	BC	107.1
Combia Alta	2	0.255	0.256	0.256	+/-	0.001	C	0.3
Combia Baja	31	0.090	3.044	1.754	+/-	0.714	AB	40.7
El Jazmín	16	1.104	2.691	1.840	+/-	0.500	AB	27.2
La Bella	12	1.638	3.555	2.392	+/-	0.643	A	26.9
Morelia	17	0.052	3.468	1.667	+/-	0.935	AB	56.1
Tribunas	38	1.163	3.483	2.286	+/-	0.495	A	21.7
Kruskall Wallis		25.6514	Significancia		<0.0012 **			
Shapiro Wilk		0.9487	Significancia		<0.0001 **			

Fuente: elaboración propia.

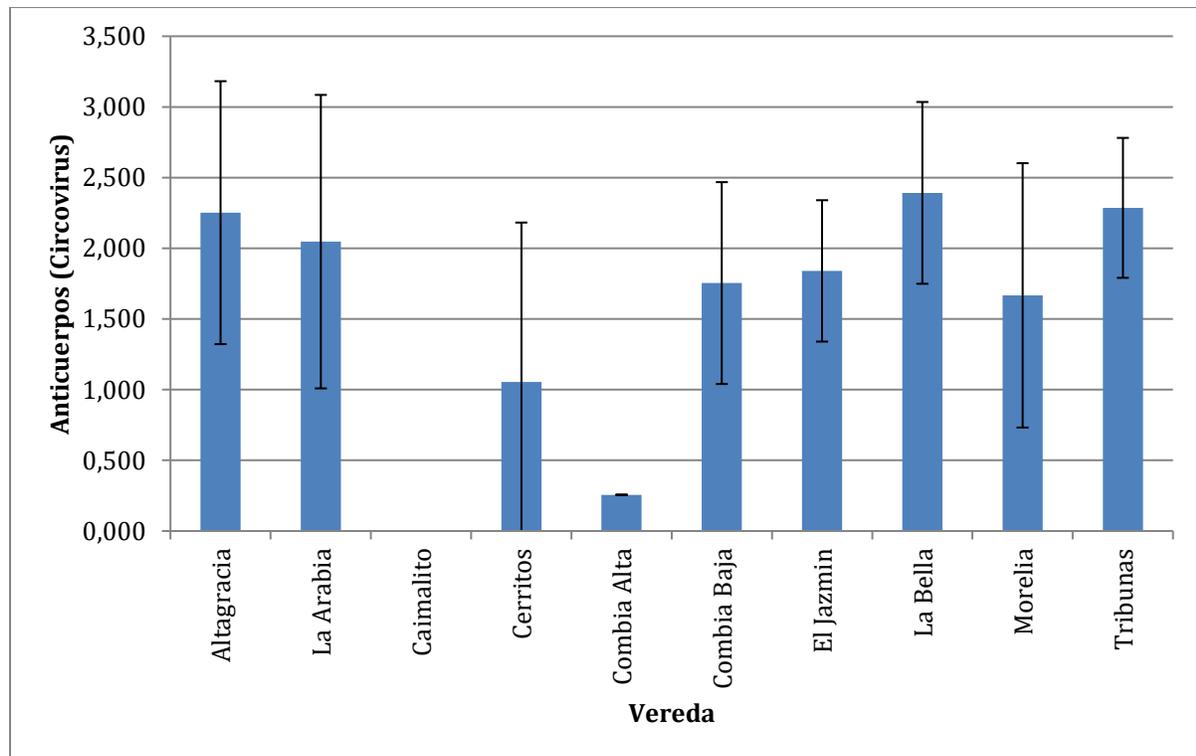


Figura 6. Cantidad de anticuerpos presentes para PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia.

5.2 Análisis por veredas en etapa de ceba

Igual que en el análisis para la fase de cría, la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk demostró que los datos de las variables PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en la etapa de ceba no siguen una distribución normal ($P>W=<0,0001$). Por esta razón, para su análisis se realiza la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para PRRS ($P=0,0413$). La prueba de comparación de promedios muestra que en la vereda La Bella se presentó el menor recuento de anticuerpos para el PRRS, presentando diferencias estadísticas significativas con las demás veredas; estas a su vez no presentaron diferencias estadísticas entre sí en la cantidad de anticuerpos para PRRS (Tabla 8 y Figura 6).

Tabla 8. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	0	-	-	-	-	-	-	-
La Arabia	21	0.000	0.220	0.026	+/-	0.049	A	184.2
Caimalito	0	-	-	-	-	-	-	-
Cerritos	0	-	-	-	-	-	-	-
Combia Alta	8	0.002	0.020	0.011	+/-	0.006	A	52.1
Combia Baja	4	0.001	0.027	0.008	+/-	0.013	A	165.7
El Jazmín	0	-	-	-	-	-	-	-
La Bella	2	0.001	0.004	0.003	+/-	0.002	B	84.9
Morelia	10	0.007	0.051	0.026	+/-	0.013	A	48.6
Tribunas	27	0.002	0.370	0.036	+/-	0.070	A	195.4
Kruskall Wallis		11.5635	Significancia		0.0413 *			
Shapiro Wilk		0.4408	Significancia		<0.0001 **			

Fuente: elaboración propia.

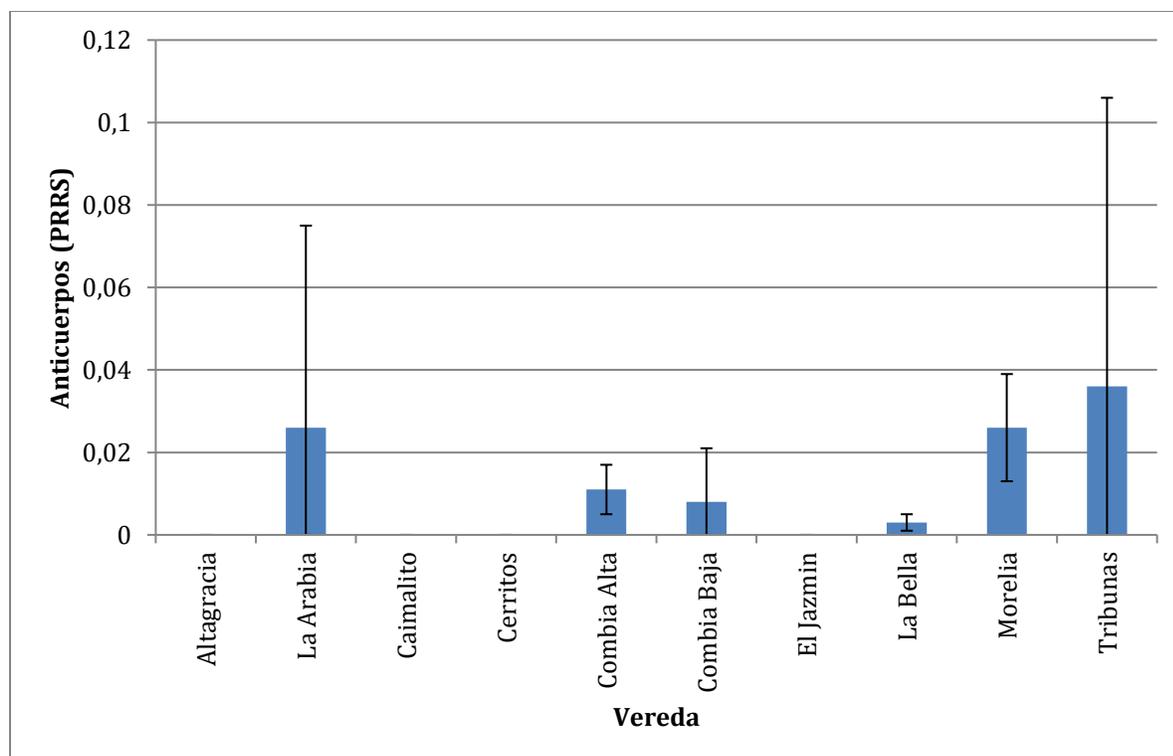


Figura 7. Cantidad de anticuerpos presentes para PRRS de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia.

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae* ($P=0,0021$). La prueba de comparación de promedios muestra que el mayor recuento de anticuerpos se presentó en la vereda Cerritos, la cual presentó diferencias estadísticas significativas con el recuento de las veredas Altagracia y Combia Alta, las cuales presentan el menor recuento de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae*, estas dos veredas no presentan diferencias estadísticas entre sí. Las demás veredas presentaron un recuento de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae* intermedio, se resalta los coeficientes de variación tan altos en el recuento de anticuerpos para *Mycoplasma hyopneumoniae*, prácticamente todos por encima del 100% (Tabla 9 y Figura 7).

Tabla 9. Cantidad de anticuerpos presentes para *Mycoplasma hyopneumoniae* de cerdos en etapa de ceba, en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	21	0.003	1.064	0.113	+/-	0.224	C	197.5
La Arabia	63	0.000	1.942	0.255	+/-	0.459	BC	180.5
Caimalito	8	0.006	0.830	0.203	+/-	0.281	BC	138.1
Cerritos	4	0.017	1.997	0.935	+/-	1.063	A	113.8

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Combia Alta	10	0.006	1.199	0.053	+/-	0.056	C	106.9
Combia Baja	27	0.014	1.756	0.214	+/-	0.447	BC	209.3
El Jazmín	15	0.001	0.976	0.266	+/-	0.319	BC	120.0
La Bella	30	0.010	1.185	0.330	+/-	0.375	BC	113.7
Morelia	12	0.006	0.592	0.208	+/-	0.209	BC	100.3
Tribunas	39	0.011	2.124	0.567	+/-	0.550	B	96.9
Kruskall Wallis		25.9174	Significancia		0.0021 **			
Shapiro Wilk		0.6793	Significancia		<0.0001 **			

Fuente: elaboración propia

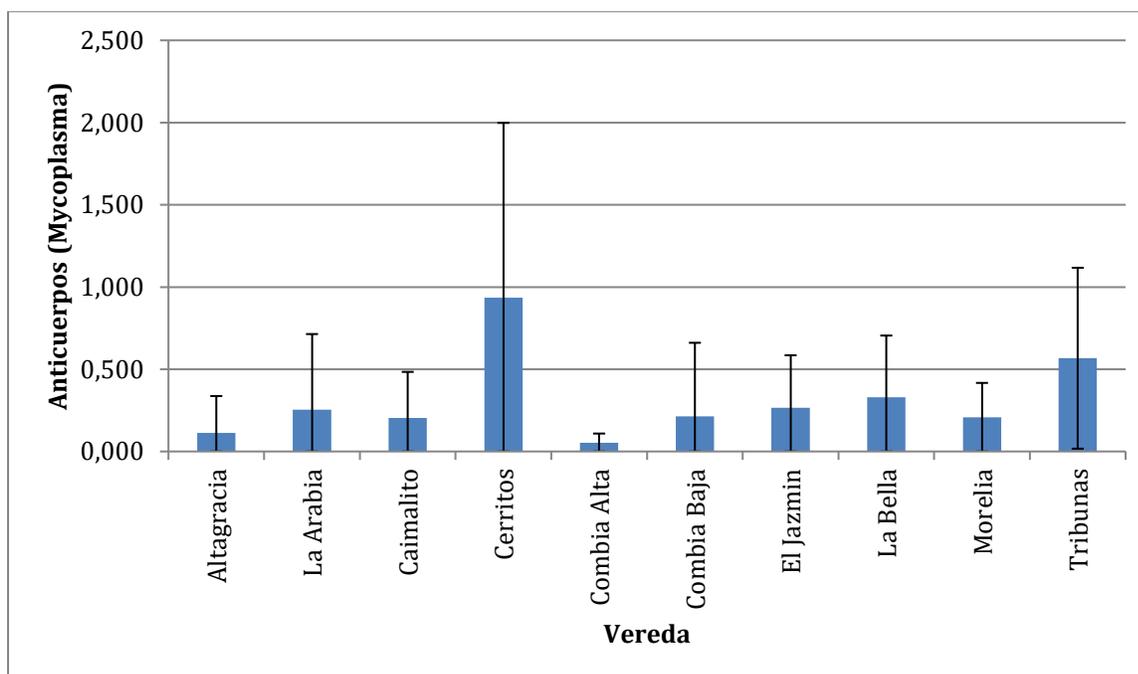


Figura 8. Cantidad de anticuerpos presentes para *Mycoplasma hyopneumoniae* de cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia.

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las veredas analizadas en la cantidad de anticuerpos para PCV2 ($P < 0,0001$). La prueba de comparación de promedios muestra que el mayor recuento de anticuerpos se presentó en la vereda Tribunas, la cual presentó diferencias estadísticas significativas con el recuento de la vereda Combia Alta, la cual presentó el menor recuento de anticuerpos para PCV2. Las demás veredas presentaron un recuento de anticuerpos para PCV2 intermedio (Tabla 10 y Figura 8).

Tabla 10. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Vereda	n	Mín	Máx	Promedio	+/-	D.E	Dif.	Cv
Altagracia	21	0.250	3.100	1.239	+/-	0.994	ABC	80.2
La Arabia	62	0.020	5.897	1.282	+/-	1.149	AB	89.6
Caimalito	8	0.131	1.736	0.986	+/-	0.642	BC	65.1
Cerritos	4	0.147	2.195	1.160	+/-	1.077	ABC	92.8
Combia Alta	10	0.002	1.736	0.452	+/-	0.685	C	151.5
Combia Baja	26	0.100	2.260	0.783	+/-	0.538	BC	68.7
El Jazmín	15	0.010	2.533	1.515	+/-	0.703	AB	46.4
La Bella	30	0.204	3.492	1.509	+/-	1.018	AB	67.4
Morelia	12	0.270	3.293	1.536	+/-	0.970	AB	63.2
Tribunas	39	0.401	3.025	1.926	+/-	0.690	A	35.8
Kruskall Wallis		42.6459	Significancia		0.0001 **			
Shapiro Wilk		0.9275	Significancia		<0.0001 **			

Fuente: elaboración propia

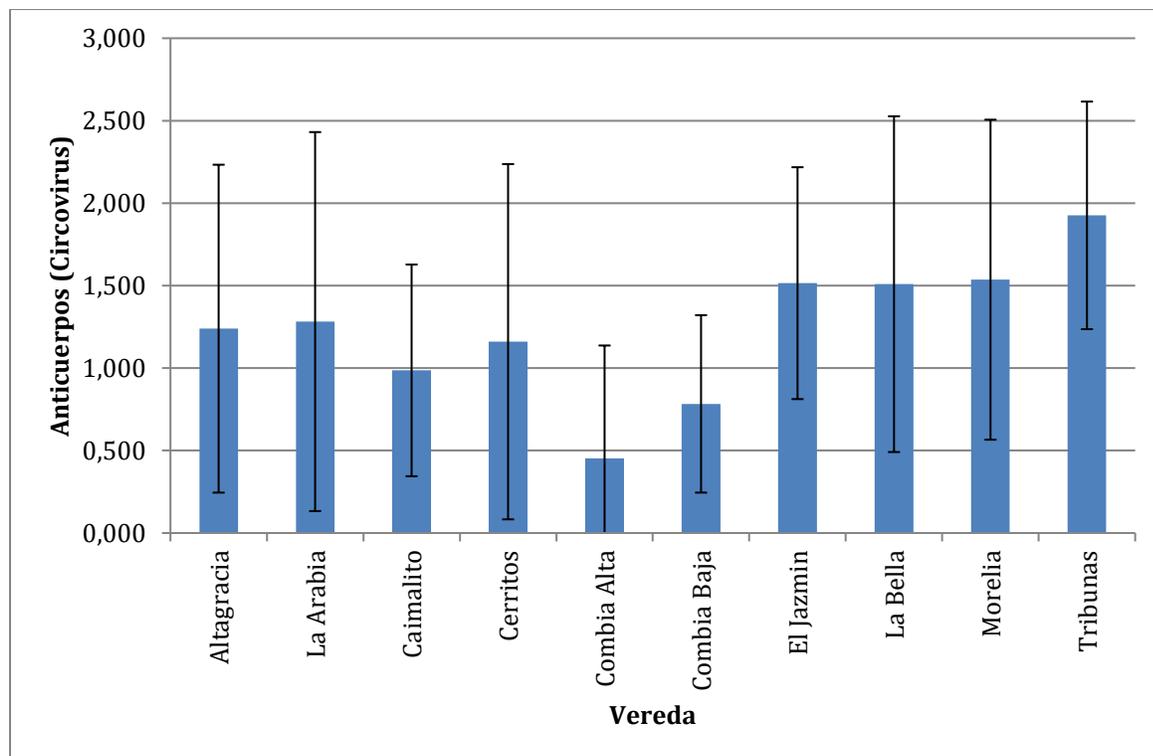


Figura 9. Cantidad de anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de ceba en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Fuente: elaboración propia

3.3. Factores predisponentes

A través del modelo Logit, se intenta reconocer los factores del estado de desarrollo productivo que están asociados a la seropositividad para PRRS, *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en granjas de cerdos no vacunados de pequeños productores en el municipio de Pereira

Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS)

De acuerdo con el modelo Logit y manteniendo las demás variables constantes se puede afirmar que la edad tiene un efecto positivo menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo aumenta en relación 0,43:1; en el año 2016 la probabilidad que un animal sea seropositivo a PRRS fue más baja en relación 5:1 frente al año 2017; ser gestante o lactante no tiene incidencia en la probabilidad de ser seropositivo a la enfermedad, ser un animal de reemplazo aumenta la probabilidad 2,4:1 de presentar la enfermedad y ser hembra aumenta la probabilidad en relación 5:1 frente a los machos de ser seropositivo a PRRS. Ninguno de los estimadores resultó significativo estadísticamente (Tabla 11).

Tabla 11. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para PRRS en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Parámetro	GL	Estimado	Error Estand.	Chi Dos	P>Chi - Dos
Intercepto	1	-14,5438	130,5	0,0124	0,9113
Edad	1	0,4391	0,4236	1,0748	0,2999
Año 2016	1	-5,5136	44,1539	0,0156	0,9006
Gestante	1	-0,9816	122,8	0,001	0,9936
Lactante	1	-0,9904	122,8	0,001	0,9936
Reemplazo	1	2,4016	122,8	0,004	0,9844
Hembra	1	5,1816	183,5	0,008	0,9775

Fuente: elaboración propia.

Mycoplasma Hyopneumoniae

De acuerdo con el modelo Logit y manteniendo las demás variables constantes se puede afirmar que la edad tiene un efecto negativo menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo disminuye en relación 0,05:1; en el año 2016 la probabilidad que un animal sea seropositivo al *Mycoplasma hyopneumoniae* fue más alta en relación 7,7:1 frente al año 2017; ser gestante tiene un efecto positivo menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo aumenta en relación 0,15:1; y ser lactante tiene un efecto positivo menor sobre la probabilidad de infectarse, solo aumenta en relación 0,50:1; de ser seropositivo al *Mycoplasma hyopneumoniae* Ninguno de los estimadores resultó significativo estadísticamente (Tabla 12).

Tabla 12. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Parámetro	GL	Estimado	Error Estand.	Chi Dos	P>Chi - Dos
Intercepto	1	-6,8050	152,6	0,0020	0,9644
Edad	1	-0,0537	0,1524	0,1242	0,7245
Año 2016	1	7,7448	152,6	0,0026	0,9595
Gestante	1	0,1598	0,4634	0,1189	0,7303
Lactante	1	0,5009	0,5292	0,8960	0,3439

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el modelo Logit y manteniendo las demás variables constantes se puede afirmar que la edad tiene un efecto de disminución menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo disminuye en relación 0,07:1; en el año 2016 la probabilidad que un animal sea seropositivo al *Mycoplasma hyopneumoniae* fue ligeramente menor -0,18:1 frente al año 2017; estar en la etapa de lechón tiene un efecto de disminución menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo disminuye en relación 0,23:1; estar en etapa de levante tiene un efecto de disminución menor sobre la probabilidad de infectarse, solo disminuye en relación 0,14:1; de ser seropositivo al *Mycoplasma hyopneumoniae*; y estar en la etapa de ceba tiene un efecto positivo menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, aumenta en relación 0,92:1. Ser hembra prácticamente no tiene efecto para ser seropositivo frente a los machos. Ninguno de los estimadores resultó significativo estadísticamente (Tabla 13).

Tabla 13. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos en etapa de producción en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Parámetro	GL	Estimado	Error Estándar	Chi Dos	P>Chi - Dos
Intercepto	1	-0,2846	0,8221	0,1198	0,7292
Edad	1	-0,0676	0,0789	0,7351	0,3912
Año 2016	1	-0,1765	0,1543	1,3091	0,2526
Lechón	1	-0,2314	0,7370	0,0986	0,7535
Levante	1	-0,1454	0,3302	0,1940	0,6596
Ceba	1	0,9195	0,7322	1,5771	0,2092
Hembra	1	0,0422	0,1514	0,0775	0,7807

Fuente: elaboración propia.

Circo Virus Porcino tipo II (PCV2)

De acuerdo con el modelo Logit y manteniendo las demás variables constantes se puede afirmar que la edad tiene un efecto positivo menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo aumenta en relación 0,42:1; en el año 2016 la probabilidad que un animal sea seropositivo a Circo Virus Porcino tipo II fue más baja en relación 0,11:1 frente al año 2017; ser gestante tiene un efecto de disminución sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, disminuye en relación 3,8:1; y ser lactante tiene un efecto de disminución sobre la probabilidad de infectarse, disminuye en relación 4,3:1; ser un animal de reemplazo disminuye la probabilidad 4,7:1 de presentar la enfermedad y ser hembra aumenta la probabilidad en relación 9:1 frente a los machos de ser seropositivo a PCV2. Ninguno de los estimadores resultó significativo estadísticamente (Tabla 14).

Tabla 14. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de cría en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Parámetro	GL	Estimado	Error Estand.	Chi Dos	P>Chi - Dos
Intercepto	1	-2,7189	1.126,2	0,0000	0,9981
Edad	1	0,4169	0,3816	1,1931	0,2747

Parámetro	GL	Estimado	Error Estand.	Chi Dos	P>Chi - Dos
Año 2016	1	-0,1080	0,3285	0,1080	0,7424
Gestante	1	-3,8490	1.126,2	0,0000	0,9973
Lactante	1	-4,3107	1.126,2	0,0000	0,9969
Reemplazo	1	-4,7601	1.126,2	0,0000	0,9966
Hembra	1	9,4548	2.252,5	0,0000	0,9967

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el modelo Logit y manteniendo las demás variables constantes se puede afirmar que la edad tiene un efecto de disminución menor sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, solo disminuye en relación 0,01:1; en el año 2016 la probabilidad que un animal sea seropositivo a Circo Virus Porcino tipo II fue más baja en relación 0,11:1 frente al año 2017; estar en la etapa de lechón tiene un efecto de disminución sobre la probabilidad de contraer la enfermedad, disminuye en relación 0,29:1; estar en etapa de levante tiene un efecto de disminución sobre la probabilidad de infectarse, disminuye en relación 0,30:1; estar en etapa de ceba aumenta la probabilidad de enfermarse en relación 0,77:1 y ser hembra disminuye la probabilidad de contagiarse en relación 0,23:1 frente a los machos de ser seropositivo a PCV2. Ninguno de los estimadores resultó significativo estadísticamente (Tabla 15).

Tabla 15. Participación de los parámetros del modelo Logit para los anticuerpos presentes para el PCV2 en cerdos en etapa de producción en veredas del municipio de Pereira (Risaralda). Periodo 2016 - 2017.

Parámetro	GL	Estimado	Error Estándar	Chi Dos	P>Chi - Dos
Intercepto	1	1,4071	0,8162	2,9719	0,0847
Edad	1	-0,0124	0,0766	0,0260	0,8719
Año 2016	1	-0,1118	0,1624	0,4744	0,4910
Lechón	1	-0,2856	0,7627	0,1402	0,7081
Levante	1	-0,3029	0,3408	0,7898	0,3742
Ceba	1	0,7787	0,7521	1,0721	0,3005
Hembra	1	-0,2330	0,1622	2,0640	0,1508

Fuente: elaboración propia.

6. DISCUSIÓN

Opriessnig *et al.* (2007) alude particularmente a la importancia del PCV2 en las pérdidas económicas del sector porcino mundial ocasionadas por enfermedades infecciosas. Precisamente, los resultados del estudio han permitido evidenciar la distribución generalizada de los agentes responsables de las tres enfermedades respiratorias de interés en este trabajo en todas las fincas y en todas las veredas analizadas durante los dos años de estudio. Tanto PRRS, como *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2, tuvieron presencia en las fincas, en su fase de cría como en ceba, presentando diferencias en los coeficientes de variación.

El hallazgo de estos agentes prevalentes en el tiempo es consistente con similares estudios de prevalencia regional: Uno de ellos (Dei Giudici *et al.*, 2019), describe el hallazgo de diferentes haplotipos de PCV2 (PCV2a y PCV2b) en cerdos salvajes y de granja durante 5 años de análisis consecutivos entre el 2009 y el 2013, en la isla de Sardinia, Italia, lo que permitió confirmar la prevalencia de este patógeno con cadenas aisladas provenientes de diferentes países pero con una variante local resultado de una evolución viral local por diferentes eventos de introducción.

Un caso más cercano y de particular relevancia por la similitud de las condiciones productivas tropicales, lo describen Franzo *et al.* (2015), quienes además de los dos haplotipos descritos por Dei Giudici *et al.* (2019), hallaron en la zona de Pantanal (Brasil), la secuencia PCV2c, un haplotipo que hasta entonces había sido considerado desaparecido por más de 30 años, pero su estudio permitió observar su prevalencia en fauna nativa como pecaríes y jabalíes del género *Sus scrofa*, lo que despierta el interés de los profesionales de la salud animal por reconocer el papel de la fauna nativa y feral como un reservorio de cadenas históricamente existentes y su evolución hacia sepas endémicas.

La prevalencia de los 3 agentes en todas las etapas productivas deja entrever un riesgo latente para sistemas cuyas prácticas sanitarias no proveen de agentes endémicos a sus poblaciones porcinas y, por tanto, no cuentan con la titulación necesaria para sobrellevar una eventual dispersión de los agentes mencionados, sobre todo por la capacidad sinérgica que tiene el PCV2 de coinfección con agentes de distinta naturaleza, incluyendo micoplasmas (Wei *et al.*, 2020), parvovirus (Afolabi *et al.*, 2019), entre otros. No obstante, llama la atención el efecto predisponente del factor edad sobre la presencia de PCV2 y de *Mycoplasma hyopneumoniae*, lo cual coincide con los resultados del estudio de Cheong *et al.* (2017), quienes a partir de análisis PCR y RT-PCR de 214 muestras de fluido oral de cerdos provenientes de 56 granjas comerciales, describen una relación directa entre los casos positivos para estas dos enfermedades detectadas y la edad de los individuos: a mayor edad, mayor fue el número de casos.

Entre otros mecanismos de virulencia, *Mycoplasma hyopneumoniae* se destaca por la presencia de adhesinas y lipoproteínas extracelulares, las cuales son asociadas a la presencia de inflamación de

células mononucleadas en la sangre periférica de cerdos infectados (Bai *et al.*, 2014); sin embargo, solo desde la publicación del estudio de Li *et al.* (2019), se reporta la función inflamatoria de la proteína Mhp597 en este proceso, lo particular de esta proteína es que promovió la multiplicación del virus de PRRS en células de macrófagos alveolares porcinos, lo que sugiere que esta proteína es un factor predisponente asociado a la infección concomitante de *Mycoplasma hyopneumoniae* y PRRS. Este factor puede explicar parcialmente la presencia de infecciones mezcladas en un mismo sistema productivo; un exceso de inmunidad celular th1 (*Mycoplasma hyopneumoniae*), puede bloquear la inmunidad humoral Th2 (Respuesta para PRSS).

Dentro de los factores de riesgo hallados para PRRS en las granjas evaluadas, se encuentra la pertenencia al grupo de hembras y a los remplazos, factor exacerbado por combinar ambas condiciones. Con referencia a este síndrome, se destaca el caso de la vereda Tribunales, donde además de existir la mayor presencia de anticuerpos para PRRS en su fase de cría, también existen individuos sin anticuerpos detectados. Esta situación si bien puede atribuirse a un caso de baja sensibilidad de la prueba diagnóstica, también puede deberse a la existencia de individuos evaluados que no han sido expuestos a los agentes patógenos debido a su grupo etario o su ubicación espacial dentro del sistema. No obstante, lo anterior, bajo un análisis de sistema, este caso es atípico y sobrelleva a la asunción de potencial presencia del agente infeccioso.

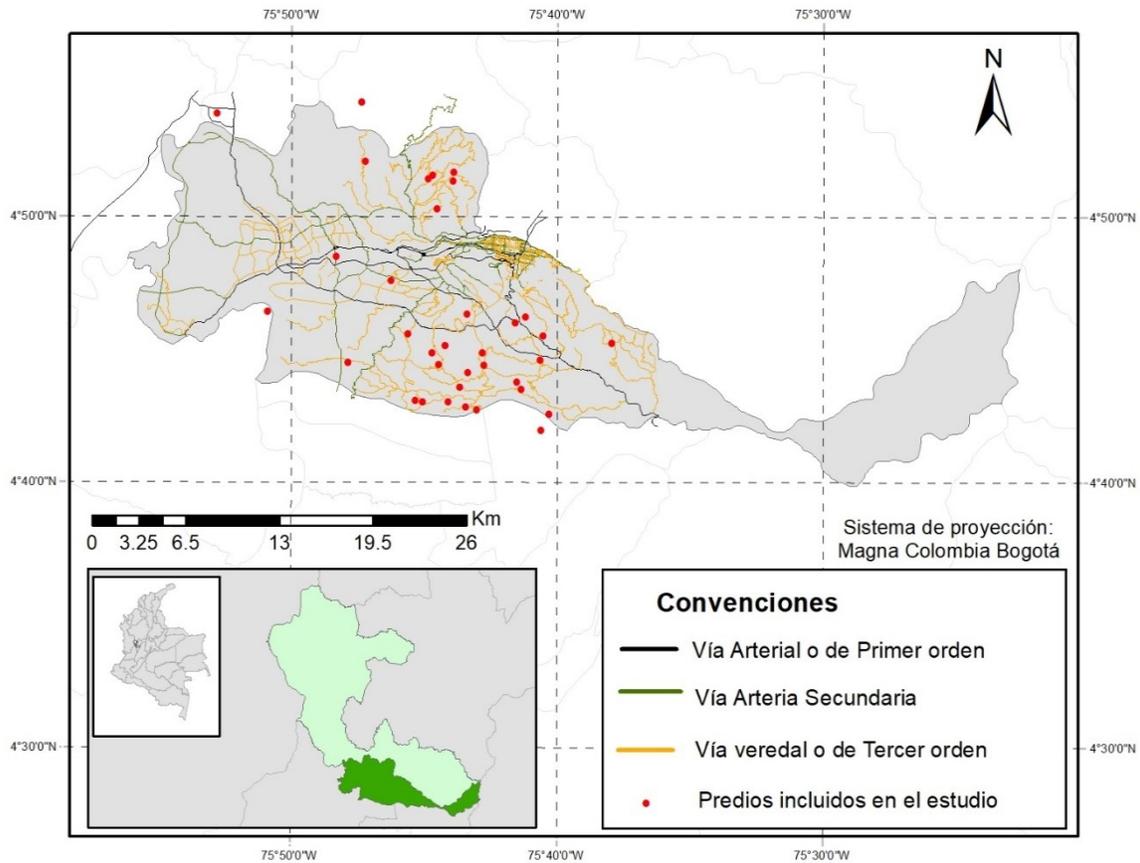
Cheong *et al.* (2017), por su parte, reconoció una incidencia mayor de PRRS, PCV2 y *Mycoplasma hyopneumoniae* en combinación con otros patógenos, más que en infecciones únicas, llegando a presentar tasas de hasta 0% de presencia de estos agentes únicos dentro de los cerdos evaluados y de 50, 30 y 70% respectivamente en sus combinaciones con otros agentes. Esto sugiere que, si bien se puede presentar una infección oportunista por el estrés generado por el agente inicial, las coinfecciones de naturaleza respiratoria son mucho más comunes, lo que agrava el cuadro para la toma de decisiones sanitarias.

Según los datos del estudio, un individuo que se encuentre en los estados fisiológicos de gestación y lactancia posee una mayor probabilidad de contraer *Mycoplasma hyopneumoniae*, situación que presenta un riesgo potencial en indicadores productivos como tasa de preñez e intervalo entre partos, variables de alta relevancia al interior del sistema. Para esta enfermedad, la edad tiene un efecto negativo, el cual, a pesar de ser menor, confirma la afinidad por cerdos en estadios tempranos de su crecimiento (Weimersheimer *et al.*, 1997).

En lo que respecta a PCV2, es estadísticamente representativo el efecto del sexo sobre la probabilidad de presentar la enfermedad en la etapa de cría, las hembras tienen un mayor riesgo y, por tanto, se verían perjudicados potencialmente sus índices reproductivos. De igual manera, una edad más avanzada y lograr el estadio de finalización, constituye un factor predisponente a la existencia de la enfermedad. Wei *et al.* (2020) coincide con esta premisa y su estudio afirma la importancia de la vacunación temprana (en su caso combinada con *M. hyorhinis*) para la inmunización de la población.

Existe un factor relevante en la propagación y prevalencia de agentes infecciosos del complejo respiratorio en el presente estudio, se trata de la ubicación geográfica de los sistemas productivos y la cercanía entre los mismos. Bien es reconocido que existe un desarrollo importante en los últimos años de la malla vial del centro occidente del país, especialmente en el eje cafetero y Valle del Cauca, no obstante, adicional al uso intermunicipal de vías primarias por parte de la cadena primaria del sector porcícola, es innegable que las vías secundarias y terciarias son paso obligado para la cadena de abasto, proveedores, técnicos y transporte de semovientes desde y hacia los sistemas de producción. En este sentido, estas últimas carreteras que por definición presentan menor condicionamiento o un estado de deterioro para los vehículos, son un importante factor para la propagación y prevalencia de diferentes patógenos.

El mapa 1 permite visualizar la ubicación de los predios incluidos en el presente estudio en contraste con la malla vial discriminada por los tipos de vías que estipula el Instituto Nacional de Vías (Inviás). 95% de los predios se ubican adyacentes a Vías Terciarias y el restante, sobre vías Secundarias y Primarias.



Mapa 1. Distribución de los predios analizados (puntos rojos) en el municipio de Pereira, Vías Arteriales o de Primer orden (negro), Vías Arterias Secundarias (verde) y Vías Veredales o de Tercer Orden (naranja).

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos en este estudio, es posible reconocer una importante y generalizada presencia de anticuerpos a enfermedades del complejo respiratorio porcino PRRS, como *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2 en pequeños sistemas productivos que no realizan vacunación, lo cual es un indicio de enfermedad activa (dadas las condiciones de aumento de anticuerpos entre los dos años evaluados) en Pereira.

Pese a existir en el esquema de vacunación de granjas comerciales para los tres agentes responsables de estas enfermedades, hay una prevalencia de anticuerpos en sistemas informales que debe llamar la atención de los productores – vacunadores de la zona productora porcícola de las inmediaciones de la región.

Asimismo, existe un riesgo inminente sobre etapas productivas cruciales como lo es la gestación y la lactancia, de agentes patógenos que, además de presentar cuadros agudos en los trastornos respiratorios y/o reproductivos, generan resistencia y aumento de la casuística en los sistemas circundantes a las fincas más tecnificadas; situación que podría desencadenar brotes intermitentes y potenciales pérdidas económicas para los productores de la zona.

En este sentido, bajo un escenario de clima cambiante, es posible afirmar que la presencia de enfermedades en sistemas productivos porcícolas puede exacerbarse debido al aumento en los regímenes lluviosos y de sequía, así como la creciente exposición a factores de riesgo como las vías de transporte compartidas entre granjas tecnificadas y artesanales, capital humano migrante entre sistemas y proximidad geográfica entre los sistemas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Afolabi, K.O., Iweriebor, B.K., Obi, L.C., Okoh, A.I. (2019). Prevalence of porcine parvoviruses in some South African swine herds with background of porcine circovirus type 2 infection *Acta Tropica* Volume 190: 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.10.010>
- Asociación Colombiana de Porcicultores. (2007). Recuperado de: <https://www.miporkcolombia.co/>
- Bai, F., Ni, B., Liu, M., Feng, Z., Xiong, Q., & Shao, G. (2014). Mycoplasma hyopneumoniae-derived lipid-associated membrane proteins induce inflammation and apoptosis in porcine peripheral blood mononuclear cells in vitro. *Vet Microbiol.* 175(1):58-67. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.11.013
- Carvajal, M. A. (2015). Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS). Recuperado de: [https://www.porcicultura.com/micrositio/Elanco/Sindrome-Respiratorio-y-Reproductivo-Porcino-\(PRRS\)](https://www.porcicultura.com/micrositio/Elanco/Sindrome-Respiratorio-y-Reproductivo-Porcino-(PRRS))
- Cervantes F, Saldívar-Cabrales J, Yescas J. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3 (1): 3-12, 2007
- 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. *J Vet Sci.* 18(3): 283–289. DOI: 10.4142/jvs.2017.18.3.283
- CONPES, C. N. (2007). Conpes 3458 - Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena Porcícola.
- Dei Giudici, S., Lo Presti, A., Bonelli, P., Angioi, P.P., Sanna, G., Zinellu, S., Balzano, F., Salis, F., Ciccozzi, M., Oggiano, A. (2019). Phylogenetic analysis of porcine circovirus type 2 in Sardinia, Italy, shows genotype 2d circulation among domestic pigs and wild boars. *Infection, Genetics and Evolution* 71: 189-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.03.013>
- Duque C, Arias Jessika, Gamboa P, Salazar Marta, Mejía C, Valderrama D, Aristizábal A. (2016). Identificación de alternativas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en las granjas porcícolas de la Región Valles de San Nicolás del Oriente Antioqueño. (Tesis de grado). Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition. Recuperado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_EllenMacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf

- Espigares, D. (2016). Servicio Técnico Porcino, Mycoplasma hyopneumoniae. Recuperado de: <https://www.elsitioporcino.com/articulos/2726/mycoplasma-hyopneumoniae/>
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. (2013). Perspectivas Agrícolas 2013 -2022.
- Federación Colombiana de Ganaderos. (2016). Consumos Per cápita. Recuperado de: <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>
- Franzo, G., Cortey, M., Gomes de Castro, A.M.M., Piovezan, U., Szabo, M.P.J., Drigo, M., Segalés, J., Richtzenhain, L.J. (2015). Genetic characterization of Porcine circovirus type 2 (PCV2) strains from feral pigs in the Brazilian Pantanal: An opportunity to reconstruct the history of PCV2 evolution. *Veterinary Microbiology*. 178: 158-162. DOI: 10.1016/j.vetmic.2015.05.003
- Harding, J.C. & Clark, E. (1997). Recognizing and diagnosing postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS). *J. Swine Health Prod.* 5, 201–203.
- ICA [Instituto Colombiano Agropecuario]. (2018) Censo Nacional Porcino 2018. Dirección técnica de vigilancia epidemiológica. Bogotá
- ICA [Instituto Colombiano Agropecuario]. (2019) Censo Nacional Porcino 2019. Dirección técnica de vigilancia epidemiológica. Bogotá
- ICA [Instituto Colombiano Agropecuario]. (2020) Censo Nacional Porcino 2020. Dirección técnica de vigilancia epidemiológica. Bogotá
- ICA [Instituto Colombiano Agropecuario]. (2011). Las Buenas Prácticas de la Producción Porcina. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- ICA [Instituto Colombiano Agropecuario]. (2007). Resolución 2640. Bogotá, Colombia: I.C.A.
- Internacional, C. C. (2014). Caracterización de la Actividad Porcícola Tecnificada en Colombia. Asociación de Porcicultores.
- Jiménez, V. (2016). Mycoplasma hyopneumoniae: importancia de la serología. Recuperado de: <http://www.elsitioporcino.com/articulos/2710/mycoplasma-hyopneumoniae-importancia-de-la-serologia/>
- Li, P., Zhang, Y., Li, X., Zhou, W., Li, X., Jiang, F., & Wu, W. (2019). *Mycoplasma hyopneumoniae* Mhp597 is a Cytotoxicity, Inflammation and Immunosuppression Associated Nuclease. *Veterinary Microbiology*. doi:10.1016/j.vetmic.2019.05.011
- Ochoa, R. (2009). Técnicas Inmunoenzimáticas Para Ensayos Clínicos De Vacunas Y Estudios Inmunoepidemiológicos. Recuperado de: https://www.paho.org/cub/index.php?option=com_docman&view=download&alias=742-pubfinlay-librotecinmunoparaclinvacunas2012&Itemid=226

- ONU [Organización de las Naciones Unidas]. (2015). Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organización. Asamblea General Documentos Oficiales Septuagésimo período de sesiones Suplemento núm. 1. ISSN 0252-0036
- Opriessnig, T., Meng, X.J., Halbur, P.G. (2007). Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. *J. Vet. Diagn. Invest.* 19, 591–615.
- Sociedad de Agricultores de Colombia. (2012). Sector Agroindustrial Colombiano. Recuperado de www.proexport.com.co
- Solla S. A. (2010). Los Cerdos. Medellín: Solla S.A.
- Tizard I. R. (2009). Introducción a la Inmunología Veterinaria. Octava edición. Department of Veterinary Pathobiology Texas A&M University College Station, Texas. ISBN: 978-1-4160-4989-0
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). Manual de Uso de porcina en la agricultura. Medellín: Porkcolombia.
- Velasco JL. (2012): Complejo Respiratorio Porcino. Recuperado de: http://www.porcicultura.com/porcicultura/home/articulosinterior.asp?cve_art=949&cve_empresa=51.
- Velasco Fuenmayor, J., & Ortega Soto, L. (2008). La Inseminación Artificial y su Efecto Sobre los índices de Productividad Parcial en Fincas Ganaderas de Doble Propósito. *Revista Científica*, 18(3), 278-283. Recuperado en 28 de agosto de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000300007&lng=es&tlng=es.
- Wei, Y.-W., Zhu, H.-Z., Huang, L.-P., Xia, D.-L., Wu, H.-L., Bian, H.-Q., Feng, L., & Liu, C.-M. (2020). Efficacy in pigs of a new inactivated vaccine combining porcine circovirus type 2 and *Mycoplasma hyorhinis*. *Veterinary Microbiology*, 242, 108588. doi:10.1016/j.vetmic.2020.108588
- Weimersheimer R. J., Canto A.G.J., Anaya E.A., Coba A.M., Milian S.F., & Correa G. P. (1997). Frecuencia de anticuerpos contra el virus del Síndrome Disgénico y respiratorio en cerdos sacrificados en rastros de México. *Técnica Pecuaria Mex.* 35(3):139-144
- Zimmerman J, Karriker L, Ramirez A. (2012). *Diseases of Swine*. 10^oed, Wiley-Blackwell, Estados Unidos