



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

---

#### “PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título  
de Médico Veterinario

**Autor:**

Arias Montesdeoca Aldrin Arturo

**Tutor:**

Garzón Jarrín Rafael Alfonso

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**Arias Montesdeoca Aldrin Arturo**, con cédula de ciudadanía No. **0503987620**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación **“PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”**, siendo el Doctor Mg. Garzón Jarrín Rafael Alfonso, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Aldrin Arturo Arias Montesdeoca  
CC: 0503987620  
Estudiante

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ARIAS MONTESDEOCA ALDRIN ARTURO**, identificado con cédula de ciudadanía de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: marzo – agosto 2019

Finalización de la carrera: octubre 2023 - marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Dr. Rafael Garzón Jarrín, PhD.

Tema: **“PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA. -** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA. -** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

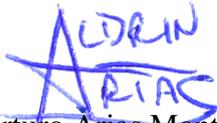
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 20 días del mes de febrero del 2024.



Aldrin Arturo Arias Montesdeoca  
**EL CEDENTE**

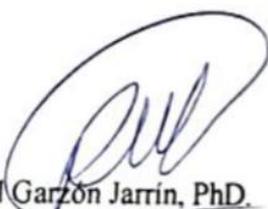
Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”** de Arias Montesdeoca Aldrin Arturo, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de febrero del 2024



Dr. Rafael Garzón Jarrín, PhD.  
CC: 0501097224  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

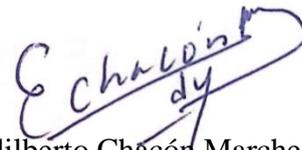
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Arias Montesdeoca Aldrin Arturo, con el título de Proyecto de Investigación: **“PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 26 de febrero del 2024



Dra. Blanca Toro Molina, Mg.  
CC: 0501720999  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.  
CC: 1756985691  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Dra. Nancy Cueva Salazar, Mg.  
CC: 0501616353  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente, agradecer a dios ya que sin el nada de esto hubiera sido posible de igual manera agradecer a mis padres ya que ellos fueron mi motor para concluir en este proceso.*

*También agradecer a todas las personas que estuvieron pendientes y me supieron brindar una ayuda.*

*Y al ángel del cielo que me cuida, me protege y me ayuda en cada momento o circunstancia de la vida.*

*Arias Montesdeoca Aldrin Arturo*

## **DEDICATORIA**

*Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres pues sin ellos no lo habría logrado. Su bendición a diario durante mi vida me protege, me lleva por el camino del bien.*

*Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por su paciencia y amor a mis padres. Les amo.*

*De igual manera dedicarles a mis abuelitos que siempre han estado pendientes de lo que le pase a uno y como va en lo académico.*

*Arias Montesdeoca Aldrin Arturo*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”**

**AUTOR:**  
Arias Montesdeoca Aldrin Arturo

**RESUMEN**

La investigación se cursa bajo el objetivo de determinar la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo, mediante el uso del test de ELISA indirecto. La muestra base de estudio fueron 92 porcinos, mismos que se encuentran distribuidos en 16 de los barrios de la parroquia antes mencionada y que corresponde a la parte rural del cantón. De cada animal se obtuvo una muestra sanguínea en tubos de tapa roja para que posteriormente sean identificados y mediante el uso de la centrífuga se genere el suero y desarrollar de manera correcta el test de ELISA indirecto, utilizando la prueba M. hyo Anb de IDEXX que confirmó la presencia de animales con *Mycoplasma hyopneumoniae*, además con el software de hojas de cálculo Excel 2016 se pudo generar figuras en pasteles y tablas para tabular cada uno de los resultados, aunque no se dispuso de factores de riesgo existía el dato particular de aquellos animales que dieron positivos al test, y mediante la fórmula de la prevalencia se generó un valor equivalente a 2,17% (2/92) porcinos de traspatio con *Mycoplasma hyopneumoniae* en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo. El tener conocimiento específico de las ubicaciones geográficas de cada animal permitió el desarrollo de un mapa epidemiológico y mediante el uso de diferentes escalas de color se pudo conocer aquellos sectores que aún cuentan con la enfermedad y otros en los que beneficiosamente existen animales sanos, aunque en ambos casos el efecto se centra en las diferentes planificaciones para establecer protocolos de prevención de la enfermedad, estableciendo de esta manera que tanto en el barrio Sur Central como Barrio Norte existe 1 caso positivo a *Mycoplasma hyopneumoniae*, representando una prevalencia de 1,09% respectivamente, concluyendo que en efecto el uso del test de ELISA indirecto posibilita la determinación de animales positivos a esta patología que afecta el bienestar animal y repercute en pérdidas para el productor y la comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** Prevalencia, cerdos, *Mycoplasma hyopneumoniae*, Mulliquindil (Santa Ana).

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**  
**NATURAL RESOURCES AND AGRICULTURAL SCIENCES SCHOOL**

**TOPIC:** “PREVALENCE OF MYCOPLASMA IN PIGS FROM A BACKGROUND OF THE CANTON SALCEDO”.

**AUTHOR:**  
Arias Montesdeoca Aldrin Arturo

**ABSTRACT**

The research is carried out with the objective of determining the prevalence of *Mycoplasma hyopneumoniae* in backyard pigs from the Mulliquindil parish (Santa Ana) of the Salcedo canton, through the use of the indirect ELISA test. The base study sample was 92 pigs, which are distributed in 16 of the neighborhoods of the aforementioned parish and which corresponds to the rural part of the canton. A blood sample was obtained from each animal in red-capped tubes so that they could later be identified and, by using the centrifuge, the serum could be generated and the indirect ELISA test correctly developed. Through the use of the IDEXX M. hyo Excel 2016 spreadsheet software, the prevalence of the disease (2/92) is presented using statistical diagrams for its correct understanding, in addition to developing an epidemiological map where it is confirmed that both in the South neighborhood Central and Barrio Norte there is 1 positive case for *Mycoplasma hyopneumoniae*, the use of different color scales highlights the places where there was a sick animal and those where, beneficially, all the animals in the study were healthy. On a national scale, the pork production systems in the rural sector use Creole pigs in backyard systems. This community of producers uses their animals managed according to their environment to obtain economic benefits for their family, despite the proper management that is carried out. Many times there are conditions and agents that make an animal susceptible to different types of pathologies. *Mycoplasma hyopneumoniae* has a high rate of morbidity and mortality affecting pigs worldwide, being one of the most important and predisposing bacterial diseases of the respiratory system in this species.

**KEYWORDS:** Prevalence, pigs, *Mycoplasma hyopneumoniae*, Mulliquindil (Santa Ana).

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1 Directos .....	3
4.2 Indirectos.....	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	4
6.1 Objetivo General .....	4
6.2 Objetivos Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	6
8.1 Producción porcina en el mundo.....	6
8.1.1 Producción porcina en América.....	6
8.1.2 Producción porcina en Ecuador .....	7
8.2 Sistema de traspatio.....	8
8.3 Micoplasmosis en cerdos .....	9
8.3.1 Tipos de Micoplasma en cerdos.....	9
8.3.2 Taxonomía de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> .....	10
8.4 Etiología y generalidades de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> .....	11
8.4.1 Transmisión y adherencia .....	12
8.4.2 Patogénesis.....	12
8.4.3 Signos y síntomas .....	13

8.4.4 Lesiones .....	14
8.4.5 Mecanismos de prevención.....	15
8.4.6 Diagnóstico .....	16
8.4.7 Diagnóstico diferencial .....	17
8.4.8 Tipos de métodos diagnósticos .....	17
8.5 Respuesta inmunitaria a <i>Mycoplasma</i> .....	20
8.6 Prevalencia .....	21
8.7 Mapa epidemiológico.....	22
8.7.1 Ventajas de un mapa epidemiológico .....	22
9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	22
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
10.1 Área de investigación .....	23
10.2 Tipo de Investigación.....	23
10.2.1 No experimental.....	23
10.3 Metodología .....	24
10.3.1 Método cuantitativo .....	24
10.4 Técnicas.....	24
10.4.1 Técnica cualitativa .....	24
10.4.2 Técnica cuantitativa .....	24
10.5 Metodología de la elaboración.....	24
10.6 Población y muestra .....	24
10.6.1 Tamaño de la muestra .....	24
10.7 Descripción de las técnicas para la realización de test ELISA indirecto y detección de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en el laboratorio.....	25
10.7.1 Procedimiento para la toma de muestras sanguíneas .....	25
10.7.2 Identificación de las muestras .....	25
10.7.3 Transporte y envío de muestras al laboratorio.....	26
10.7.4 Obtención del suero sanguíneo .....	26
10.7.5 Procedimiento para la realización de la prueba serológica ELISA indirecto .....	26
10.7.6 Preparación de muestras 1 en 40 microlitros .....	26
10.7.7 Procedimiento para el cálculo de la tasa de prevalencia.....	27
10.8 Procesamiento de la información .....	27
10.8.1 Tabulación.....	27
10.8.2 Análisis .....	27

10.8.3 Socialización de resultados .....	27
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	27
11.1 Prevalencia de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos de la parroquia Mulliquindil (Sanata Ana).....	27
11.2 Casos positivos a <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> con respecto a los barrios de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) .....	29
11.3 Mapa epidemiológico.....	31
12. IMPACTOS .....	32
12.1 Impacto técnico .....	32
12.2 Impacto social .....	32
12.3 Impacto económico .....	32
13. CONCLUSIONES .....	33
14. RECOMENDACIONES.....	33
15. BIBLIOGRAFIA .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
<b>Tabla 2.</b> Valores del test ELISA indirecto en los barrios de Mulliquindil .....	29

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Mapa geográfico de la parroquia Mulliquindil "Santa Ana" .....	23
<b>Ilustración 2:</b> Prevalencia de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos de Mulliquindil.....	28
<b>Ilustración 3:</b> Mapeo de los casos positivos y negativos a <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en los barrios de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) .....	31

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “PREVALENCIA DE MYCOPLASMA EN CERDOS DE TRASPATIO EN EL CANTÓN SALCEDO”

**Fecha de inicio:** Octubre del 2023

**Fecha de finalización:** Febrero del 2024

**Lugar de ejecución:** Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

**Proyecto de investigación vinculado:** Observatorio de enfermedades infecciosas y parasitarias frecuentes en los animales de la Zona 3

**Equipo de trabajo:**

- Autor: Aldrin Arturo Arias Montesdeoca
- Tutor: Dr. Rafael Alfonso Garzón, PhD

**Área de Conocimiento:** Agricultura

**Subárea:** Agricultura, Silvicultura y Pesca

**Línea de investigación:** Salud Animal

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad Animal

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los sistemas pecuarios enfocados en la producción porcina como alternativa de generación de dinero se encuentran cada día afectados por patógenos que influyen de manera directa en la productividad y bienestar tanto del animal como del porcinocultor, siendo las bacterias uno de los principales agentes de enfermedad, morbilidad y mortalidad. Las alternativas convencionales de control como el uso de antibióticos en la actualidad no demuestran un beneficio considerado justamente por su uso indiscriminado desde tiempos remotos que han contribuido a una selección y supervivencia de bacterias generando incluso nuevas especies resistentes que han transmitido tal información a otras bacterias (1).

Dentro de las explotaciones porcinas las enfermedades respiratorias que tienen un origen bacteriano comprenden una problemática creciente evidenciada por pérdidas en la economía que se forman por la disminución de la producción y el aumento en gastos por los tratamientos seleccionados (2). Entre la amplia gama de agentes infecciones que generan las alteraciones respiratorias se encuentra el *Mycoplasma hyopneumoniae* mismo que causa la Neumonía Enzoótica Porcina siendo importante también en el desarrollo del Complejo de Enfermedades Respiratorias Porcinas (3).

A pesar de la existencia de información, el trabajo dentro del sector rural dificulta un beneficio oportuno por el conocimiento tradicional de los productores, la falta de información y de prácticas adecuadas aumentan el número de animales enfermos. La investigación tiene su justificación en la obtención de la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo identificando los casos positivos de la enfermedad y generando datos estadísticos para posteriores investigaciones.

La investigación tuvo un beneficio a mediano plazo con la obtención de tales datos, además el impacto recae en establecer el número de animales enfermos que pueden transmitir la enfermedad y optar por medidas que puedan contribuir a establecer mejores formas de prevención y manejo sanitario dentro de una producción porcina, con esto se evita una reducción en las pérdidas productivas, además de mejorar tanto la vitalidad de los animales, así como minimizar el uso indiscriminado de antibióticos.

## 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

### 4.1 Directos

Los productores de cerdos a los que se realizó la prueba de ELISA indirecto en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo.

### 4.2 Indirectos

Producciones aledañas a los sectores donde se determina la presencia de la enfermedad.

La comunidad dedicada a la producción porcina en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana), perteneciente al cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi.

## 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Una infección por *Mycoplasma hyopneumoniae* en los sistemas pecuarios de producción de cerdos aumentan el número de animales enfermos, a nivel mundial la situación de Europa demuestra que un examen de las lesiones pulmonares en los mataderos son métodos útiles para comprender la importancia de las enfermedades respiratorias a nivel de granja, región y nación. En España la prevalencia de lesiones macroscópicas en los mataderos demostró la existencia de pleuritis y una consolidación pulmonar craneoventral, observando una prevalencia de >82% ante la reacción de los anticuerpos frente a *Mycoplasma hyopneumoniae* (4).

La situación en el continente americano no se encuentra tan ajena a lo observado en el Antiguo Mundo, el complejo respiratorio que afecta a los porcinos se encuentra afectado por agentes etiológicos tales como *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Haemophilus parasuis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella multocida* y *Mycoplasma hyopneumoniae*; donde este último agente reporta que de 30-80% son las lesiones observadas en los pulmones de cerdos post-mortem (5).

En el caso de Ecuador en la ciudad de Cuenca se analiza las tasas de prevalencia para *Mycoplasma hyopneumoniae* tanto en cerdos de 6-10 semanas de edad, como de ejemplares de 10-16 semanas, confirmando una prevalencia de 10.59% y 13.45% respectivamente, estableciendo la presencia de una enfermedad respiratoria causado por el agente etiológico en cuestión que se encuentra circulante en la granja porcina (6). De igual forma en el cantón Salcedo un estudio de la tasa de prevalencia concluye un total de 8% con 12 casos positivos para *Mycoplasma hyopneumoniae* (7).

En los sistemas pecuarias la principal preocupación ante las patologías existentes en sus animales es la generación de pérdidas económicas, las alteraciones producidas por *Mycoplasma*

*hyopneumoniae* conllevan a tales declives debido a una reducción en los índices de conversión, aumento de la tasa de mortalidad y en general un incremento de los gastos en tratamientos que está relacionado de manera proporcional con un crecimiento en la tasa de morbilidad, estimando que por cada 10% de lesiones a nivel pulmonar existe una disminución de la ganancia diaria de peso de 5% (8).

La realidad Norteamérica demuestra que la neumonía enzoótica porcina es una de las alteraciones más comunes en cerdos a nivel mundial, dentro de Estados Unidos se encuentra presente en aproximadamente 99% de las explotaciones porcinas existiendo casos difíciles de controlar y determinando un incremento en aquellos sistema de cría intensivo en el país, siendo el principal agente el *Mycoplasma hyopneumoniae* en donde existen pérdidas de 300 millones de dólares al año (9).

Por otro lado, en Colombia el decomiso de cerdos mediante una clasificación de las lesiones respiratorias que se presentaban arrojó que los 245.324 cerdos de granja tenían una mayor prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* con un aproximado de 9305,46 kg se obtuvo un declive económico de \$8.840.187 millones de pesos, comprendiendo cerca del 45.86% del total de decomisos enfocados por lesiones pulmonares por *Mycoplasma hyopneumoniae* (10).

Ecuador al igual que el resto de países comprende que la existencia de micoplasmosis en una producción porcina genera grandes pérdidas económicas y que se vuelve más perjudicial al combinarse con otros patógenos; señalándolo un aproximado de \$3.37 dólares en pérdidas por cerdo a causa de esta patología (11).

En el cantón Salcedo se tiene el antecedente de prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio lo que genera un aumento en las pérdidas económicas para el pequeño, mediano y gran productor.

Además, se recalca el uso empírico de antibióticos que de manera ocasional no han producido cambios en el control de las enfermedades respiratorias causadas por *Mycoplasma hyopneumoniae*, determinando la existencia aún de animales enfermos.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

- Determinar la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo.

## 6.2 Objetivos Específicos

- Analizar la presencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio mediante la realización de la prueba ELISA indirecto.
- Ejecutar un mapa epidemiológico de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo representando los casos positivos de *Mycoplasma hyopneumoniae* en los cerdos de traspatio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
Analizar la presencia de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en cerdos de traspatio mediante la realización de la prueba ELISA indirecto.	Toma de muestras de sangre de los cerdos de traspatio de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana).	Tasa de prevalencia para <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> de 2,17% (9/92) animales en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana).	Informe del Laboratorio (Anexo 3).
Ejecutar un mapa de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo representando los casos positivos de <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> en los cerdos de traspatio.	Determinación del mayor porcentaje de cero positivos con respecto a las muestras del estudio. Toma de coordenadas de los animales con <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> .	Mapa epidemiológico de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana), donde el barrio Sur Central y Barrio Norte tenían 1 animal enfermo cada uno, mostrando una prevalencia de 1,09% respectivamente.	Mapa elaborado (Figura 3).

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1 Producción porcina en el mundo**

A nivel mundial la producción de cerdos se encuentra caracterizada por una dicotomía en cuanto a sistemas productivos, en primera instancia se habla de sistemas tradicionales que generan una subsistencia a pequeña escala, pero también existe un tipo de sistema industrial especializado mismos que cuentan con una distribución similar al sector avícola intensivo, puesto que se encuentran concentrados cerca de núcleos urbanos y fuentes de diversos insumos. La revolución tecnológica de los últimos años a contribuida a la porcicultura para formar una producción comercial con altos niveles tanto de insumos como de rendimientos, priorizando el potencial genético de las razas además de garantizar el bienestar animal con los criaderos, no obstante el factor económico muchas veces delimita las funciones, más aún al hablar del pequeño productor que no puede realizar inversiones elevadas, complicando su participación en el mercado (12).

La FAO constata que la mayor cantidad de carne roja consumida a nivel mundial procede del cerdo, misma que a experimento un crecimiento favorable del 2.1% anual, permitiendo su mantenimiento en los primeros lugares, en comparación con la carne de bovinos con un crecimiento de 1.1% y de ovinos con un 1.5%. Es por eso que lo mismo se relaciona de manera directa con un aumento en los sectores pecuarios para mantener la demanda (6).

La transformación productiva nace porque el cerdo deja de ser un animal rústico para volverse uno más eficaz en la transformación de alimentos, como por ejemplo, granos a proteínas animal de alta calidad biológica rindiendo hasta un 75% de carne a la canal, es por eso que su crianza evoluciona de doméstica a intensiva, siendo uno de los primeros animales de cría que más produce y se consume en el mundo, encontrando sistemas pecuarios tecnificados en todos los continentes pero no en todas las regiones por cuestiones culturales y/o religiosas. En las últimas épocas se registran crecimientos productivos en regiones de Asia y el Pacífico, y un mantenimiento estable tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea; pero de manera general China cuenta con más del 50% de la población de cerdos a escala mundial (13).

#### **8.1.1 Producción porcina en América**

La población porcina en el continente americano durante los últimos años ha permanecido en un nivel estable y similar, aunque se presentan leves fluctuaciones cíclicas, a nivel mundial se estima unas producciones de aproximadamente 42 millones de toneladas de carne porcina de los cuales 1.9 millones corresponden a Latinoamérica, existiendo en estos territorios un

consumo per cápita de carne inferior a 10 kg/año. En algunos territorios casi el 90% de cerdos se encuentran dentro de sistemas pecuarios familiares, cerca del 80% se representa por animales criollos, muchas veces se observan limitaciones como una baja productividad, declives en materias primas destinadas para la alimentación, altos costos de mercado y transporte, y una falta de conocimientos enfocados en selección de animales reproductores (14).

Por otro lado, la situación de algunos países Latinoamericanos indica una reducción de beneficios en entornos donde se usan a los cerdos dentro de los sistemas pecuarios, en ciertas circunstancias se debe competir con técnicas modernas que existen en el hemisferio norte, aunque también se han producido experiencias en cuanto al manejo pecuario de cerdos permitiendo a pequeños y medianos productores mantener tal trabajo (15).

Los avances en cuanto a actualizaciones de manejo porcino posibilitan que la productividad de tal industria en conjunto con el sector avícola tanto de Latinoamérica como el Caribe puede forjarse como competidores frente a Estados Unidos y desarrollarse en conjunto a nivel mundial, existiendo avances en mejoramiento genético, alimentación, manejo, nutrición, salud animal, inocuidad alimentaria y dotes de gerencia en la producción. Es por eso que en última década la producción de carne de cerdo aumentó un 30% en conjunto con la generación de carne bovina y leche en América Latina, siendo la región dentro de los primeros rangos en exportaciones de carne de ave a nivel mundial y la tercera en producción de carne porcina. Brasil, México, Argentina y Chile son los 4 países con mayor exportaciones de carne de este animal, representando un 70% (16).

### **8.1.2 Producción porcina en Ecuador**

A escala nacional la producción porcina tiene un crecimiento favorable, ayudando a la seguridad alimentaria, obtenido una fuente de proteína y de seguridad financiera con un sistema de crianza de cerdos para la obtención de carne. La versatilidad de la especie representa una actividad económica primordial en el sector pecuario, además de ser una de las principales producciones de carne en el país, en su mayoría el consumo es al natural y aún se mantiene en desarrollo la realización de embutidos y otros productos. Existe un consumo per cápita en crecimiento, existiendo aproximadamente un consumo de 8.8 kg por persona. A escala nacional la mayoría de explotaciones son de tipo rural con una reducida inversión impidiendo su crecimiento y/o expansión, además de aplicar una tecnología de tipo rudimentaria, teniendo cerdos criollos con rendimientos desfavorables a la canal, aumento de niveles de grasa y una baja conversión alimenticia (17).

Según el INEC se registra una producción de cerdos en las 3 regiones que conforman el Ecuador a excepción de Galápagos, siendo la región Interandina quien cuenta con el 59,33% de la producción, la Costa con un 25,02% y el Oriente con 15,34%; además se cuenta con zonas no delimitadas que aportan con el 0,30% de la producción. A nivel de provincias Pichincha cuenta con 379.258 cabezas de cerdos, seguido por Morona Santiago con 258.287, Azuay 198.626, El Oro 152.973, Manabí con 130.460 y Guayas con 116.952; en conjunto representan el 63,93% de toda la producción a nivel ecuatoriano (18).

Sin embargo, a pesar de tener un crecimiento favorable no se deja de lado el hecho que en Ecuador la producción está limitado a un trabajo poco tecnificado, con una crianza en patios además de una alimentación con residuos caseros, muchas veces se ha considerado que estas son las razones por la que la mayoría de animales son propensos a tener enfermedades. El sistema de traspatio ha posibilitado una producción de más de 30.000 toneladas métricas/año, en el año 2017 se obtiene una población porcina que sobrepasaba las 1.115.473 cabezas y demostrando un aumento en el consumo de 10 kg/persona/año; dado que la demanda de carne porcina está relacionada de manera directa con un aumento en los sistemas pecuarios (19).

## **8.2 Sistema de traspatio**

Los animales que se desarrollan en este tipo de sistemas son especies que forman parte de la cultura y unidad familiar, actuando como fuentes de proteínas, ingresos y ahorros hogareños. El sistema de traspatio está enfocado en conocimientos empíricos que se heredan en la familia y que muchas veces un cambio es poco valorado, conservando un estilo de vida de lo aprendido manteniendo un sello personal y de identidad. Además se recalca una infraestructura no especializada, forjando los mismos con materiales como láminas, madera, cuerdas, palos, y otros materiales que muchas veces son reutilizados incluso, siendo también algo característica la opción de tener a los animales en la intemperie o libres de confinamientos en lo más posible, además de que su dieta principalmente es de desechos, maíz y en escalas menores de balanceados; su bebida es administrada a través de baldes o incluso en los mismos recibir sus alimentos (20).

Este tipo de producción es una crianza manual con un fin comercial o personal y por tal razón se lo considera a pequeña escala. Las personas con una condición económica inferior optan por su uso contando como fortaleza la alternativa de salir de la pobreza, adaptando a los animales a los diferentes ambientes y dietas, además de que los mismos no necesitan un espacio amplio, se controla su aumento progresivo de peso y crecimiento, contando con una comercialización favorable en su debido momento (21).

Generalmente en las zonas rurales son donde se ven más comunes este tipo de sistemas, forjándose una estrategia para combatir la crisis económica nacional, aumentando los declives productivos y/o económicos, considerando las anteriores épocas de pandemia, en conjunto con una reducción de la inocuidad alimentaria y las patologías de los animales, por su forma de crianza, aunque las nacientes tecnificaciones confluyen con las demandas, tanto de manera nacional como internacional, buscando mejorar la calidad (22).

### 8.3 Micoplasmosis en cerdos

La micoplasmosis neumónica o neumonía enzoótica comprende una de las enfermedades de tipo respiratoria que se encuentra prevalente a nivel mundial, es de suma importancia a escala económica dado que produce declives en las ganancias diarias de peso, además de requerir de un tratamiento costoso, muchas veces se acompaña con otros agentes bacterianos que repercuten todo el aparato respiratorio y siendo sustancial en tener animales con un Complejo Respiratorio Porcino (23).

Es un ejemplo típico de enfermedad multifactorial, donde la triada ambiente-manejo-estado fisiológico del animal juegan un importante papel tanto para el inicio como el desarrollo de la patología (24).

Esta enfermedad de tipo crónica se manifiesta por tos que persiste en las piaras afectadas, por lo que es el patógeno respiratorio bacteriano que influye más directamente en la economía de los sistemas pecuarios, dado que su distribución es mundial y existe en más del 90% de las granjas mundiales. Su mortalidad es baja aunque produce una gran importancia dentro de los parámetros de cerdos de engorde por declives en la conversión alimenticia y su ganancia diaria de peso (25).

#### 8.3.1 Tipos de *Mycoplasma* en cerdos

- ***Mycoplasma suis***: años atrás era conocido como *Eperythrozoon suis*, es una bacteria pleomófica y pequeña, algunos autores la consideran un parásito de los eritrocitos de los cerdos, integra un grupo conocido como hemoplasmas y causa anemia aguda y crónica, misma que se comprueba en los animales mediante fallas reproductivas en las cerdas, existen lechones recién nacidos débiles y con una mayor prevalencia de problemas respiratorios y digestivos, en la recría y terminación se generan deficientes conversiones alimenticias, además de existir disnea y recría en las mismas fases (26).
- ***Mycoplasma hyosynoviae***: es uno de los microorganismos causantes de osteoartritis en cerdos de engorde y pie de cría. Tiene menos efecto sobre la tasa de desarrollo, pero

participa en el aumento de los costos de producción debido a los tratamientos, el uso de la mano de obra o el descarte de animales enfermos. Morfológicamente representa una bacteria pequeña que carece de pared celular y que habita en el tracto respiratorio superior de los cerdos aunque su aislamiento puede darse de las articulaciones normales sin que existan signos de la enfermedad (27).

- ***Mycoplasma hyorhinis***: es responsable de la rinitis atrófica infecciosa, fue aislado de la cavidad nasal de cerdos enfermos, siendo una bacteria contaminante, su hábitat natural se encuentra en las superficies mucosas del tracto respiratorio superior y las tonsilas, su distribución es mundial y se lo asocia con casos de poliartritis, poliserositis y pericarditis en animales jóvenes; asociada también con otitis media en cerdos. Guarda relación con otros micoplasmas porcinos como *M. flocculare* y *M. hyopneumoniae* principalmente por el gen ARNr 16S, ITS 16S-23S y rpoB (28).
- ***Mycoplasma flocculare***: se lo considera un no patógeno común dentro del pulmón porcino, aunque la importancia radica en su similitud con *Mycoplasma hyopneumoniae*, es decir comparten de cierta manera una morfología similar además de su desarrollo y antigenicidad. Requiere de esteroides para poder crecer, y no cuenta con reacciones claras en la fermentación tanto de la glucosa como de manosa, siendo negativo a una hidrólisis por urea, arginina y actividad fosfatasa. Tanto las películas, cristales y reducción de tetrazolium suelen tener variaciones en su formación (29).
- ***Mycoplasma hyopharyngis***: fue descubierto gracias a la mucosa nasofaríngea de 2 pjaras de cerdos, donde se lo aisló mediante líquido sinovial que procedía de animales que padecían problemas articulares, aunque también pudo ser aislada de las vías aéreas superiores gracias a raspados en la superficie tonsilar. La información sobre su tasa de prevalencia en el ganado porcino es incompleta por lo que a veces se reduce su importancia al igual que el impacto ecológico (30).
- ***Mycoplasma hyopneumoniae***: en el año 1965 de manera simultánea se aísla un agente etiológico tanto en Inglaterra como en Estados Unidos, y en este último país recibe el nombre de *Mycoplasma hyopneumoniae*. En estos días este agente ha sido reportado en varios países a nivel mundial además de ser una patología más comunes en las industrias porcinas y de mayor impacto a nivel económico (31).

### 8.3.2 Taxonomía de *Mycoplasma hyopneumoniae*

Dentro de la clasificación taxonómica de la bacteria puede mencionarse la siguiente (32):

- **Dominio:** Bacteria

- **Reino:** Monera
- **Clase:** Mollicutes
- **Filo:** Firmicutes
- **Orden:** Mycoplasmatales
- **Familia:** Mycoplasmataceae
- **Género:** *Mycoplasma*
- **Especie:** *Mycoplasma hyopneumoniae*

#### 8.4 Etiología y generalidades de *Mycoplasma hyopneumoniae*

Es una bacteria pequeña, filtrable, pleomórfica, pero difícil de aislar, se recalca que su capacidad de infección es observada únicamente en cerdos. Por su carencia de pared celular se vuelve un microorganismo lábil además de poder entrar en lisis gracias a los anticuerpos, aunque esta capacidad explica la resistencia a los antibióticos betalactámicos. Se localiza en la superficie de las vías respiratorias (adherido a los cilios) determinando esta característica importante puesto que impide una activación de la inmunidad y no posibilita una respuesta adecuada de defensa (25).

El pleomorfismo es característico por la falta de pared celular, este patógeno pertenece al grupo de micoplasmas que para que su crecimiento se los considera exigentes, desde el punto de vista nutricional, donde se destaca una lentitud que va de 30-60 días antes de notar ligeros cambios como una turbidez y transformaciones con respecto al color que demuestran su presencia. En los casos donde se realizan cultivos, estos patógenos no muestran las típicas colonias en forma de huevo frito, puesto que tienen un crecimiento irregular (agrupaciones de células); a pesar de eso su aislamiento y cultivo no son fáciles en comparación con otros microorganismos dado por las demandas nutricionales y su asociación con otros micoplasmas menores, como por ejemplo, *Mycoplasma hyorhinis*, *Mycoplasma flocculare* y *Mycoplasma hyosynoviae* (33).

A pesar de ser un microorganismo procariota simple y diminuto de vida libre, es el principal y más importante en la producción de la patología del tracto respiratorio conocida como neumonía micoplasmática porcina (NMP) o neumonía enzoótica. No puede pasar filtros de 0.22  $\mu\text{m}$ , su crecimiento está favorecido por los medios líquidos, y en medios sólidos genera colonias que van de 20-100  $\mu\text{m}$  de diámetro en 10 días, donde la misma carece de un núcleo central, descrita en algunos sitios como “gotas de rocío”, es un patógeno diferente en relación al medio donde se lo cultiva, puesto que lo mismo puede variar si es un medio líquido, sólido, cultivo celular o *in vitro* en los lechones (34).

#### 8.4.1 Transmisión y adherencia

Es una patología con una propagación lenta y su transmisión puede ser por un lado vertical, caracterizada por la propagación de la enfermedad de las cerdas a los lechones recién nacidos; por otro lado, puede ser horizontal, de animales adultos a jóvenes mediante el contacto directo o a través de aerosoles. La infección ocurre en el tracto respiratorio porcino donde es expelido por la tos y estornudos del animal (35).

Una vez producida la enfermedad el agente patógeno *Mycoplasma hyopneumoniae* se aloja o adhiere a las células epiteliales de tipo ciliadas que existen en el tracto respiratorio (tráquea, bronquios y bronquiolos), determinando el inicio de la colonización en el huésped, siendo un proceso dinámico y complejo donde actúan varias moléculas tanto del patógeno como del hospedador, siendo un ciclo crítico en la supervivencia del patógeno y desarrollo de la patología (36).

#### 8.4.2 Patogénesis

Al ser un patógeno específico de los cerdos se torna complicado el conocimiento de los factores de virulencia relacionados con el mismo, sin embargo se considera que la capacidad de infección se da tras la inhalación de gotas muco-respiratorias expulsadas a través de la tos de animales enfermos por *Mycoplasma hyopneumoniae*, entrando en un proceso de enfrentamiento con el sistema inmune donde debe superar tanto la escalera mecánica mucociliar como las capas transversales de mucinas glicosiladas (37).

Tras su inhalación el patógeno enfrenta al aparato mucociliar del tracto respiratorio porcino pues el denominado aclaramiento mucociliar pulmonar MCC es el principal método de defensa contra los patógenos respiratorios, siendo una combinación del moco y una capa periciliar de viscosidad baja con células epiteliales ciliadas, por un lado el moco captura al patógeno post-inhalación y la capa periciliar lubrica la superficie de las vías respiratorias, esta acción permite una propulsión tanto de patógenos como de partículas extrañas fuera del huésped. Una adhesión provoca la ciliostasis y posterior pérdida de los cilios mismo que se encamina a una muerte celular del epitelio (36).

La pérdida de cilios y su actividad implican el proceso de colonización microbiana, existe una privación nutricional de las células del hospedador por efecto de los micoplasmas, dado por una competencia entre los elementos de ambos organismos, lo que resulta en un impedimento funcional. Existen múltiples factores dentro de la patogénesis como la adherencia, citotoxicidad, evasión, competencia por sustratos y modulación inmunológica que desempeñan un papel importante en esta actividad. Después de la adhesión ocurre una necrosis,

descamación de células y aumento de exudado viscoso en las vías del tracto respiratorio, en el microscopio puede analizarse la formación de microcolonias y acúmulos de micoplasmas en las células restantes. Las cepas patógenas de *Mycoplasma hyopneumoniae* se adhieren a cilios y pueden causar daños notables, pero en caso de cepas no patógenas como la J no existe una adherencia a los cilios, pero en cepas de campo no patógenas existe una adherencia a los cilios, aunque causan daños mínimos. Además existe una liberación de calcio intracelular de las células ciliadas de la tráquea con las cepas patógenas, mismo que puede servir como indicador del poder patógeno de *Mycoplasma hyopneumoniae* (35).

#### **8.4.3 Signos y síntomas**

Existe una alta tasa de morbilidad y mortalidad, todo animal es susceptible, aunque lo mismo disminuye en lechones menores de 6 semanas. A mediados o finales del periodo de cebo la tasa de prevalencia suele ser alta, existiendo un cuadro subclínico donde existen signos crónicos y no productivos, descenso en la ganancia diaria de peso al igual que la conversión alimentaria, en casos de infecciones secundarias existen signos como la pirexia, dificultad respiratoria y la posterior muerte del individuo. La edad comprendida para la detección puede ser entre las 14 y 20 semanas de edad, y a las 18 semanas se observa el pico de prevalencia (28).

Los animales en una fase de cría y acabado presentan en mayor medida los signos característicos dado a su propia inmunidad, luego de la contaminación tanto los síntomas y signos aparecen aproximadamente a los 13 días, mismo que varía de 6-27 días. Signo la tos crónica no productivo lo que mayormente se presenta, misma que puede variar dependiendo del manejo y ambiente (38).

Se observan animales con hipertermia y tos que pueden durar por semanas o meses, cabe recalcar que la tos no es constante y puede notarse hasta 2 semanas post infección, en el caso de otros agentes bacterianos como *Pasteurella multocida* pueden encontrarse síntomas como dificultad respiratoria, fiebre y muerte del animal. La hipertermia puede ir de 40-40.3°C, la tos puede alcanzar picos hasta de 5 semanas, decreciendo a las 12 semanas post infección, y en la semana 14 no puede notarse aumentos de temperatura o tos. En estudios de campo con animales infectados puede notarse también ligeros casos de artritis notado por cojeras, y en análisis anatomopatológicos existen cambios articulares de tipo serofibrinosa (35).

Los animales presentan tos seca, disnea, además de una tasa de mortalidad baja pero de morbilidad alta. De igual manera existe una bronconeumonía catarral con áreas de infiltración celular de color gris-moradas en los lóbulos cráneo-ventrales, y el pulmón tiene una consistencia firme, y exudado catarral de las vías aéreas. Los linfonódulos mediastínicos son

firmes y agrandados. Las lesiones pueden variar dependiente de la asociación con enfermedades como pleuroneumonía, pasteurelosis, enfermedad de Glasser, influenza y circovirus (23).

#### **8.4.4 Lesiones**

A nivel macroscópico se observa una bronconeumonía catarral crónica con distribución craneoventral, se afectan los lóbulos apicales, intermedio y cardiaco, en conjunto con una porción craneal de los lóbulos diafragmáticos. Cabe recalcar que los lóbulos apical e intermedio del lado izquierdo suele afectarse en menor escala, pero el diafragmático con rareza se encuentra afectado. Las lesiones se distribuyen en relación a la dinámica del flujo respiratorio, por lo que el lóbulo craneal derecho se afecta en mayor escala porque en cerdos existe el conocido bronquio traqueal. En una fase inicial existen lesiones con un color rojo oscuro, en fase aguda existe exudado catarral (mucopurulento) en las vías aéreas además de una dilatación menor en los lóbulos pulmonares, la hipertrofia de los nódulos linfática bronquiales y mediastínicos es común. La fase crónica cuenta con contracción de las lesiones pulmonares por la fisura de alveolos colapsados y un enfisema alveolar compensatorio. En infecciones puras las lesiones van de 5-9 semanas post-infección. Se comprende que cerca 20% del pulmón porcino está afectado, pudiendo alcanzar alrededor de 80-90% de lesiones en casos de infecciones secundarias, como por ejemplo la poliartritis y pericarditis fibrosa (28).

La neumonía acompañada con exudado de las vías aéreas se muestra en una fase aguda donde las lesiones son características en los lóbulos apicales, mediales pulmonares, accesorio y porción craneal de los lóbulos caudales. En la fase crónica existen fisuras en los alveolos que están colapsados con áreas adyacentes de enfisema alveolar, además de existir pleuritis crónica, misma que se analiza en los animales decomisados. Además de relacionarse con lesiones en el pericardio y articulaciones. En casos experimentales existen citoquinas en la fase temprana, antes de un activación de la respuesta inmune específica, mismas que se relacionan con un incremento en el nivel de TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6, prostaglandina E2 (lavados bronquioalveolares), mismas que nivelan la infiltración y activación linfocitaria en pulmones neumónicos (35).

En una escala microscópica en el inicio de la patología existe neumonía alveolo-intersticial con acúmulos peribronquiolares y perivasculares de células tanto mononucleares como ciliostasis, analizando un incremento de neutrófilos tanto en los alveolos como en la luz de las vías aéreas. En una alteración crónica existen folículos linfoides perivasculares y peribronquiales lo que se conoce como hiperplasia linfoide, esto ocurre por un aumento en el número de linfocitos mismo que se vuelve capaz de comprimir la luz de los bronquiolos, en conjunto con un edema alveolar,

engrosamiento de los septos interalveolares y un infiltrado de tipo inflamatorio en los alveolos. En casos de animales en recuperación se analizan alveolos colapsados, folículos linfoides y enfisema alveolar (28).

#### **8.4.5 Mecanismos de prevención**

Dentro de las instalaciones se busca buenas prácticas de manejo pecuario para evitar la propagación de enfermedades, una alternativa conocida como “Todos entran, todos salen” a posibilitado interrumpir el curso de las infecciones, puesto que un grupo de animales entran y salen de las granjas al mismo tiempo, es decir estando expuestos de igual manera a los agentes. Una ventilación correcta minimiza la presión de una infección en la zona de cría. En los casos de enfermedad causadas por *Mycoplasma hyopneumoniae* se habla de un control encaminado en la triada manejo-alojamiento-vacunación. En las grandes empresas usan mecanismos de control frente a este agente como cesáreas, destete precoz y/o medicado (destete a los 9 días con dosis altas de antimicrobianos), seleccionando lechones y eliminando los microorganismos. A pesar de tener en cuenta estrategias modernos implicando tanto los programas de vacunación como de reducción de estrés, la realidad es que ni las correctas gestiones implican una protección total de las piaras (38).

De manera principal se consideran 2 medidas de control/prevenición de la enfermedad, por un lado la vacunación, para este antígeno en particular existen diferencias antigénicas entre las cepas haciendo que los anticuerpos frente a una cepa vacunal no reconozcan las cepas circulantes en una misma extensión, aunque no han existido diferencias significativas entre vacunas homólogas y heterólogas, sin embargo el nivel de virulencia también influye en esta medida, donde cepas de alta virulencia inducen procesos proinflamatorios más fuertes donde la vacuna puede prevenir las lesiones. Otra medida considerada es la antibioterapia, aunque se reporta una resistencia especial a fluoroquinolona, además de los macrólidos y licosamidas; no se ha reportado casos en los que exista relación entre la variabilidad de cepas con la capacidad de generar resistencia con los antimicrobianos (39).

A pesar de que las bacterias forman la base de las vacunas que se usan en nuestros días aún se mantienen ciertas dudas con respecto a su desarrollo, en primer lugar *Mycoplasma hyopneumoniae* como ya se mencionó es difícil de cultivar *in vitro* por lo que los costos de producción de vacunas convencionales han ido en crecimiento, es por tanto que se emplean nuevas técnicas encaminadas con la fabricación de vacunas más eficaces con un costo minoritario, donde han nacido nuevas ideologías como el empleo de las técnicas con ADN

recombinante como una alternativa en la superación de los problemas generados por las vacunas convencionales (37).

Los programas de bioseguridad juegan un importante papel en la reducción de la propagación de agentes infecciosos, minimizando la introducción, contacto y diseminación del mismo, estos programas pueden ser externos o internos teniendo en cuenta los objetivos y medidas que se quieren conseguir con cada uno de ellos. Por un lado, los programas externos cuentan con prácticas que evitan un ingreso de nuevos patógenos en el área de cría, basándose en conocimientos básicos como son cuidando las vías de eliminación y transmisión de agentes, hospedadores susceptibles y la supervivencia de agentes fuera del hospedador teniendo en cuenta los animales sanos que existen. Por otro lado las prácticas internas buscan un uso adecuado de los programas vacunales y control en los factores de riesgo, importantes en una minimización de los patógenos en las piaras (38).

#### **8.4.6 Diagnóstico**

El diagnóstico se consigue mediante una identificación minuciosa de los síntomas, principalmente la tos no productiva, en conjunto con las lesiones analizadas en la zona ventral pulmonar, la patogénesis es de suma importancia dado por la predisposición a existir lesiones secundarias causadas por el agente, donde existen tanto lesiones como síntomas que impiden el diagnóstico correcto, y es por eso que se recalcan los diferentes métodos que posibilitan este tipo de conclusión, enfocando en la detección de la enfermedad y precautelando la salud de los animales (7).

Además de los síntomas y signos una historia clínica completa ayuda en la sospecha de las infecciones por *Mycoplasma hyopneumoniae*, en los casos de cultivos son importantes los análisis pertinentes, aunque por sus características antes mencionadas no se realizan dentro de la rutina de los laboratorios diagnósticos. Es por eso que de manera regular se busca modificaciones directas e indirectas para los diagnósticos dentro del material bronquial, principalmente del lóbulo derecho del corazón y tejido pulmonar (ideal en resultados fructíferos). Al tener un agente que guarda relaciones con otros patógenos respiratorios se recomienda la diferencian en cuanto al diagnóstico (40).

El aislamiento es complejo, existiendo alternativas como las pruebas serológicas (hemoaglutinación indirecta, fijación del complemento y sistemas ELISA); mismos que sirven al momento de diagnosticar una explotación. Los sistemas PCR y PCR anidado contribuyen a la detección del microorganismos donde se pueden emplear estudios epidemiológicos dado que se puede analizar tanto la transmisión como circulación de tal agente en una piara (33).

#### 8.4.7 Diagnóstico diferencial

Entre los posibles diagnósticos diferenciales se pueden encontrar (23):

- Influenza porcina
- Pasteurelosis
- Enfermedad de Glasser
- Ascariasis severa
- Clamidiasis
- Bordetelosis neumónica
- *Haemophilus parasuis*
- *Streptococcus*

#### 8.4.8 Tipos de métodos diagnósticos

- **Cultivo y aislamiento:** se consideran como pruebas “gold standards” aunque la dificultad en el cultivo en conjunto con la escasa sensibilidad ha hecho que sea una alternativa secundaria. Para el cultivo de *Mycoplasma hyopneumoniae* se usa el medio de Friis mismo que requiere de altas concentraciones de suero porcino, entre las muestras representativas se encuentran el hisopado traqueal, lavados traqueobronquiales y tejido pulmonar. Los hisopados nasales presentan una dificultad para detectar *Mycoplasma hyopneumoniae* debido al limitado periodo de tiempo en el que el agente se detecta en esta cavidad además de tener una contaminación por bacterias no específicas. Un aislamiento de cepas de campo puede durar hasta 8 semanas, pero se complica con otros micoplasmas porcinos (28).
- **Reacción en cadena de Polimerasa:** el PCR cuenta con una especificidad alta en el análisis de la secuencia de ADN entre los 2 fragmentos de cebador, siendo la única secuencia que puede simplificarse en genes de una muestra que puede obtenerse por PCR, siendo una parte de todo el material genético que se examina con la prueba, donde se obtiene el grado de sensibilidad y las moléculas de ADN individuales en una muestra, misma que puede detectarse y ampliarse. De manera específica para el agente en cuestión el tipo de muestra puede ser mediante tejidos pulmonares, traqueales y bronquiales; además de muestras de frotis nasales (40).
- **Valoración de lesiones macroscópicas y diagnóstico histopatológico:** este es el estudio de la morfología celular, analizando y comprendiendo la histología en conjunto con los análisis microscópicos de los tejidos afectados mediante la realización de las

necrosis; observando y analizando las estructuras y el desarrollo de las funciones de las diferentes lesiones post-mortem; aplicando para el diagnóstico de varias enfermedades mediante la diferenciación de los tejidos involucrados en la patología (41).

- **Técnicas inmunohistoquímicas (IHQ):** se usa para detectar antígenos de micoplasmas y se relaciona con la evaluación histopatológica, pero por su escasa sensibilidad no se la considera una prueba de rutina. Con la misma se establecen 4 valores diferentes identificados por la señal “+”, mismos que varían según el grado de lesión de la siguiente manera (28):
  - +: existen 1 o más nódulos linfáticos en la submucosa pero no penetran a la capa muscular de la mucosa.
  - ++: existe 1 o más nódulos linfoides que se extienden por la capa muscular de la mucosa, el infiltrado inflamatorio es escaso existiendo mayoritariamente neutrófilos (a nivel septal y en la luz bronquial y alveolar), esta última puede estar engrosada.
  - +++: se observa una hiperplasia linfoide perivascular y peribronquiolar, en la luz alveolar existe un aumento de células septales y neutrófilos, las áreas del bronquio afectadas tienen un gran número de neutrófilos.
  - ++++: se observa una hiperplasia similar a la anterior, aunque tiende a ser más intensa en las áreas extensas del parénquima pulmonar, el infiltrado intraluminal es escaso donde priman los macrófagos y neutrófilos, en ocasiones se encuentra edema alveolar dentro de las áreas alteradas.
- **Diagnóstico serológico:** este tipo de diagnóstico se basa en la técnica Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) dado por la rapidez de la realización, capacidad de testar una gran cantidad de muestras al mismo tiempo y su costo bajo. De manera directa para *Mycoplasma hyopneumoniae* existen un ELISA de bloqueo (bELISA), y test de ELISA indirectos (iELISA). En algunos casos se usa el Western blotting en los diagnósticos, pero está limitado a la aplicación de los test confirmatorios donde las muestras de ELISA presentan dudosos resultados. Además, dentro de los estudios serológicos existen exámenes que incluyen la fijación del complemento y la hemoaglutinación indirecta (42).
- **Técnica de ELISA:** tiene un alto grado de sensibilidad y especificidad, mediante el uso de suero sanguíneo esta técnica detecta los anticuerpos (IgG) desde el contacto con el agente hasta un momento determinado post-infección. ELISA indirecto en cambio usa

el estrato con tween 20 para detectar anticuerpos contra *Mycoplasma hyopneumoniae*, la ELISA de bloqueo es la que más minimiza las alteraciones con respecto a reacciones cruzadas con otros agentes dado que se basan su funcionalidad en un anticuerpo monoclonal contra la proteína 74 Kda. Las técnicas son perceptibles además de que los anticuerpos se evidencian por largos periodos de tiempo, su validez se basa en la presuposición dado después de acoplar anticuerpos en una matriz sólida insoluble, teniendo actividad inmunológica, donde las biomoléculas se unen a enzimas y otras moléculas, aunque la mayor ventaja viene a ser la sensibilidad, factibilidad y detectabilidad (43).

- **Hibridación *in situ* (HIS):** se establece como alternativa en la IHQ puesto que el uso de sondas sintetizadas y marcadas con digoxigenina, fluoresceína o incluso otros marcados puede reducir la variabilidad biológica que se pueden encontrar en distintos anticuerpos, con esta función se mejora la repetitividad de la técnica, además de que su uso ha tenido un amplio impacto y éxito en la detección de ADN específico de *Mycoplasma hyopneumoniae* (44).
- **ELISA tipo sándwich doble anticuerpo:** es un método para detectar antígenos, donde el primer anticuerpo puede captar al antígeno que es analizado a través de un conjugado anticuerpo-enzima o con un conjugado encaminado a analizar el segundo anticuerpo, usados en la evaluación de la respuesta inmune (inducidas por vacunas), aquí los antígenos capturas anticuerpos con el conjugado anti-inmunoglobulina-enzima alcanzado las características de sensibilidad y detección (45).
- **ELISA directo:** detecta antígenos particulares obtenido por la superioridad en la prueba anterior (lo reemplaza), aquí se usa una muestra del paciente donde se agrega de manera directa el soporte y permite que el antígeno capte al mismo, es importante el lavado luego de este proceso ya que se debe eliminar los residuos no adheridos al soporte, luego se añade anticuerpos específicos conjugados con una enzima que permite unirse al antígeno. En un procedimiento secundario es importante lavar y eliminar el conjugado no unido, agregar un sustrato incoloro que permite transformar cualquier conjugado en un producto detectable (40).
- **ELISA indirecto:** posibilita la detección de anticuerpos, en la misma se añade un antígeno específico al soporte, mismo lugar donde se dirige un anticuerpo de la muestra, en primer lugar se introduce la muestra del paciente en conjunto con los anticuerpos, en casos de presencia se unen a los antígenos que se añadieron anteriormente,

posteriormente se realiza un lavado eliminando cualquier residuo no unido y se añade el anticuerpo anti-inmunoglobulina conjugado con una enzima que se liga de manera estrecha con el anticuerpo únicamente en la presencia del mismo dentro de la muestra, el segundo paso es de lavado además de añadir un sustrato incoloro convirtiendo cualquier conjugado presente en un producto detectable (28).

### **8.5 Respuesta inmunitaria a *Mycoplasma***

La neumonía enzoótica porcina causada por *Mycoplasma hyopneumoniae* activa el sistema inmune del animal donde los anticuerpos que actúan contra los microorganismos presentan una reacción cruzada con el pulmón del cerdo (similar en bovinos), aunque es desconocido el grado en los que los autoanticuerpos contribuyen con la patogenia. Un aspecto adicional es que en granjas donde existe la presencia de aflatoxinas los lechones reducen su crecimiento además de que la respuesta inmune a *Mycoplasma* también tiene un declive (46).

La presencia de esta agente causa una enfermedad respiratoria crónica además de producir un aumento en la susceptibilidad a otros agentes ya sean bacterianos o virales, justamente por la capacidad de modular la respuesta inmunitaria, siendo la vía aérea la principal forma de transmisión, dejando de lado el contacto directo con animales enfermos. Es por eso que la inmunidad fundamental se adquiere a través de la madre, y en segundo lugar la que adquiere un cerdo tras una infección natural o a causa de una vacuna. El sistema inmune humoral actúa en la neutralización de algunos antígenos, aunque el mayor control es en la respuesta celular donde la más específica es el IFN- $\gamma$  (47).

Las lesiones pulmonares que causa *Mycoplasma hyopneumoniae* se generan por una infiltración de las células de la inflamación en alveolos y bronquios, donde los linfocitos actúan alrededor de los vasos sanguíneos y las vías aéreas, además de existir una hiperplasia del tejido linfoide que se asocia a bronquios. Por tal motivo se observan citoquinas como la IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-2, IL-4, IL-6, IL-8 e INF- $\alpha$ ; mismas que se encuentran presentes en varios procesos neumónicos; observando un aumento de las mismas en el exudado inflamatorio y tejido linfoide de los bronquios. De manera indirecta con respecto al epitelio bronquial y bronquiolar se encuentran una expresión de citoquinas por efecto de los macrófagos y linfocitos activados, mismos que generan los cambios en las lesiones incluyendo la infiltración de las células responsables de la inflamación en la zona broncoalveolares y la hiperplasia linforreticular del tejido en los bronquios (48).

Las vacunas para este antígeno se basan por un lado en cultivos de las bacterias inactivadas o por preparaciones membranales directas de las bacterias, mismas que inducen una buena

respuesta de anticuerpos, aunque una protección frente a la neumonía clínica aún no ha sido completada. Esta defensa no evita una colonización bacteriana en el tracto respiratorio (47).

### 8.6 Prevalencia

La prevalencia es considerada como el número de casos existentes de la enfermedad en un momento determinado, cabe recalcar que el mismo puede ser medido de forma puntual o por periodos, el primer caso se da en cualquier momento, mientras que en periodos implica la realización en fechas definidas ya sean de manera anual, semestral o en un ciclo productivo, teniendo en cuenta que estos casos incluirán también la incidencia y recurrencia, esto se debe a que dentro del periodo pueden existir nuevos casos o incluso casos recurrentes (animales viejos o nuevamente enfermos), esta tasa se mide por un conteo de animales enfermos que cuentan con los signos clínicos y también por animales que cuentan con anticuerpos (49).

La prevalencia es una proporción ( $P = A/A+B$ ), también se la nombra como tasa de prevalencia, aunque en algunos casos por la falta de tiempo algunos autores la consideran como pseudotasa, donde se mide una proporción de animales que se encuentran enfermos al momento en el que se puede evaluar el padecimiento en la población, donde no existe un tiempo de seguimiento. En el caso de una prevalencia por periodos se considera que la misma aumenta, disminuye o incluso se mantiene estable dependiendo de la incidencia y la duración promedio de la enfermedad (50).

Al considerar que esta tasa indica la cantidad de una enfermedad existente en una población se la calcula dentro de un momento dado (prevalencia puntual), calculando con la ecuación (51):

$$TP = \frac{\text{Total de casos en una población en un lugar y momento dados}}{\text{Total de la población en ese lugar y momento dados}}$$

Esta tasa permite estimar la probabilidad de que el evento ocurra dentro de un lugar, al hablar de una prevalencia se toma en cuenta la población total o una muestra retrospectiva de la misma, en caso de que la misma no se pueda realizar se recomienda referirse a una frecuencia relativa (proporción o porcentaje), básicamente porque se comete el error de que cualquier proporción se la toma como prevalencia cuando realmente no lo es, aplicando la fórmula (51):

$$TP = \frac{\text{Total de casos en una población en un lugar y momento dados}}{\text{Total de la población en ese lugar y momento dados}} * 10^n$$

## 8.7 Mapa epidemiológico

Desde un inicio los mapas fueron usados como una herramienta dentro de los estudios epidemiológicos, iniciando su inicio en los brotes de cólera donde se pudo demostrar la propagación de la epidemia a través del agua contaminada, a diferencia del aire como se pensaba. Con la revolución tecnológica se lo impone como una herramienta potente en la toma de decisiones con respecto a la ubicación territorial y evolución social de la enfermedad, puesto que facilita una presentación de información completa actualizándose a tiempo real, permitiendo un abordaje y manejo dentro de las cuestiones sanitarias (52).

Estas herramientas son representaciones cartográficas que permiten visualizar como se distribuye la enfermedad dentro de un territorio determinado, surgiendo como una combinación de mapas tanto de amenaza como de vulnerabilidad siendo un resultado de indicadores específicos. Permite identificar una zona con mayor o menor riesgo con respecto a una patología, permitiendo observar zonas donde se puede hacer frente a varios peligros tratando de generar un control o prevención. Teniendo en cuenta la variabilidad espacio-tiempo de amenazas con los factores de vulnerabilidad se toma una actualización de los mapas, siendo un factor clave para que las decisiones sean efectivas como una herramienta en la planificación (53).

### 8.7.1 Ventajas de un mapa epidemiológico

Pueden existir diferentes tipos de mapas, entre los más principales se encuentran los cartogramas, de puntos, isarítmicos, de áreas y tasas; cabe recalcar que cada uno depende del uso epidemiológico, entre las ventajas en el uso de estos mapas se destacan (54):

- Proporcionar una información con respecto a la localización de una manera más presentada, analizada y organizada en el mapa.
- Permite comparar diferentes tasas con respecto a una enfermedad en diferentes ubicaciones territoriales.
- Otorga un nivel detallado para poder comparar la distribución de una patología.
- De manera general puede generar una identificación más ágil además de simplificada con respecto a una comparación en mayor medida que las tablas u otras maneras de representación de los datos.

## 9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

**H0:** En la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) perteneciente al cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi no existe prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae*.

**H1:** En la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) perteneciente al cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi existe prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Se valida la H1, de acuerdo al resultado del test ELISA indirecto se evidencian 2 cerdos de traspatio positivos a *Mycoplasma hyopneumoniae*, representando una prevalencia de 2,17% en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) perteneciente al cantón Salcedo.

## 10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 10.1 Área de investigación

**Latitud:** -1.03333, **Longitud:** -78.55000

El estudio se llevó a cabo en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) perteneciente al cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi, entre los meses de noviembre y diciembre del año 2023, y enero del año 2024, con porcinos pertenecientes a la parroquia, misma que presenta los siguientes límites geográficos (55):

- **Norte:** parroquia Belisario Quevedo
- **Sur:** parroquia San Miguel de Salcedo
- **Este:** parroquia San Miguel de Salcedo
- **Oeste:** parroquia San Miguel de Salcedo

Ilustración 1: Mapa geográfico de la parroquia Mulliquindil "Santa Ana"



### 10.2 Tipo de Investigación

#### 10.2.1 No experimental

El proyecto corresponde a una investigación no experimental puesto que se genera una base de datos únicamente con las pruebas de ELISA indirecto, misma que se realizó en los cerdos mediante una observación de los mismos, pero sin alterar su desarrollo.

### 10.3 Metodología

#### 10.3.1 Método cuantitativo

El método en el que se basó el proyecto es de tipo cuantitativo donde se seleccionó una muestra de 92 animales a los que se realizó el examen serológico y determinar la prevalencia o no de la enfermedad, misma que posibilitó el levantamiento de datos para determinar la zona donde existen más animales positivos a esta enfermedad.

### 10.4 Técnicas

#### 10.4.1 Técnica cualitativa

Dialogo con los propietarios de los 92 pacientes.

#### 10.4.2 Técnica cuantitativa

Test de ELISA indirecto y los resultados obtenidos.

### 10.5 Metodología de la elaboración

El estudio de la detección de *Mycoplasma hyopneumoniae* se realizó en 92 porcinos de traspatio de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana).

Tomando muestras de sangre para la posterior obtención de suero y realización del test ELISA indirecto, estableciendo para cada animal un código que va de SA01-SA92 aplicado para establecer sus resultados.

### 10.6 Población y muestra

Dentro de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) se estableció el trabajo con una población de 120 animales, mediante la aplicación de la fórmula del tamaño de muestra se obtuvo una cantidad de 92 cerdos que fueron evaluados para establecer la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae*, siendo 2 los que dieron positivos al test ELISA indirecto.

#### 10.6.1 Tamaño de la muestra

Al tener presente el tamaño de la muestra, se aplicó la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra (57):

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Los valores dentro de la fórmula están representados de la siguiente manera (57):

- **p:** proporción aproximada del fenómeno en estudio en referencia a la población.
- **q:** proporción de la población de referencia pero que no representa al fenómeno de estudio (1-p).
- La suma de p y q debe dar un valor igual a 1.
- **n:** tamaño de la población.
- **Z:** es el valor Z crítico que se calcula en el área de la curva normal (curva de confianza).
- **d:** nivel de precisión absoluta, es decir la amplitud del intervalo de confianza destacado en la determinación del valor promedio de la variable estudiada.

Al aplicar tal ecuación con una población de 120 animales, el margen de error de 5% y un nivel de confianza de 95% se obtiene un total de 92 animales para la realización del test ELISA indirecto y determinar el número de animales enfermos.

### **10.7 Descripción de las técnicas para la realización de test ELISA indirecto y detección de *Mycoplasma hyopneumoniae* en el laboratorio**

#### **10.7.1 Procedimiento para la toma de muestras sanguíneas**

- Se inicia con una conversación directa con el propietario del animal para que apruebe la extracción de muestras de sangre.
- Se colocó tanto la vestimenta y se alistó los materiales correspondientes manteniendo la bioseguridad.
- Se realizó una sujeción e inmovilización del animal evitando que entrara en estrés.
- Se toma muestras directas de la vena yugular del cerdo (Anexo 4).
- Se extrajo alrededor de 10 ml por animal para luego ser colocado en tubos de tapa roja de 10 ml con separador, posteriormente los mismos fueron rotulados con los datos del animal.
- Cada muestra fue colocada en una gradilla y conservada en un freezer con geles fríos.
- Se desechó los guantes en un contenedor destinado para residuos biológicos.
- Este proceso fue realizado de manera igualitaria y particular hasta completar las 92 muestras de los animales seleccionados.

#### **10.7.2 Identificación de las muestras**

- Una vez obtenido la muestra cada tubo fue rotulado mediante el código del animal (SA01-SA92).
- Mismo código se aplicó una vez obtenido el suero sanguíneo.

- Se usó un marcado indeleble además que establecer la dirección de cada propietario para el rastreo del animal usado en la investigación.

### **10.7.3 Transporte y envío de muestras al laboratorio**

- Las muestras sanguíneas fueron colocadas en una gradilla y en un cooler con geles fríos para su conservación a 4°C y transportadas hasta el Laboratorio de Parasitología de la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi para su posterior uso.

### **10.7.4 Obtención del suero sanguíneo**

- Una vez obtenidas y conservadas las muestras de sangre, dentro de las instalaciones del Laboratorio de Parasitología de la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi cada tubo de tapa roja fue colocado en el respectivo compartimento del rotor.
- Se realiza una centrifugación a 1500 RPM durante 10 minutos (Anexo 5).
- Culminado el tiempo se obtiene el suero sanguíneo y con ayuda de una pipeta se coloca al mismo en tubos eppendorf para ser congelados en la refrigeradora del mismo laboratorio hasta su uso (Anexo 6).

### **10.7.5 Procedimiento para la realización de la prueba serológica ELISA indirecto**

Para la realización del test se tomó en cuando el siguiente proceso (58):

- Los reactivos deben estar a temperatura ambiente dado que deben tener una temperatura oscilante de 18-26°C, este determina su uso óptimo.
- En primer lugar, se identificó los pocillos que permite relacionar a los mismos con cada una de las muestras (Anexo 7).

### **10.7.6 Preparación de muestras 1 en 40 microlitros**

- Se colocó 2 controles positivos y dos negativos (Anexo 8).
- Se tomó y colocó las muestras para ser incubadas por 30 minutos (Anexo 9).
- Se lavó 4 veces las placas y se colocó el conjugado (Anexo 10).
- Se dejó incubar nuevamente por 30 minutos.
- Se realizó un nuevo lavado por 4 veces.
- Se colocó el sustrato para ser incubado por 15 minutos.
- Finalmente se colocó la solución de STOP para después leer en el lector de ELISA (Anexo 11).

### 10.7.7 Procedimiento para el cálculo de la tasa de prevalencia

La tasa de prevalencia fue calculada teniendo en cuenta la siguiente fórmula (51):

$$TP = \frac{\text{Total de casos en una población en un lugar y momento dados}}{\text{Total de la población en ese lugar y momento dados}} * 10^n$$

## 10.8 Procesamiento de la información

### 10.8.1 Tabulación

Los resultados se clasificaron con respecto a la identificación del animal, raza (criollos) y el resultado del test.

### 10.8.2 Análisis

El análisis y la interpretación de resultados fue dado mediando el uso de la estadística descriptiva usando porcentajes en los resultados y el uso de gráficas gracias al software de Hojas de Cálculo EXCEL 2016.

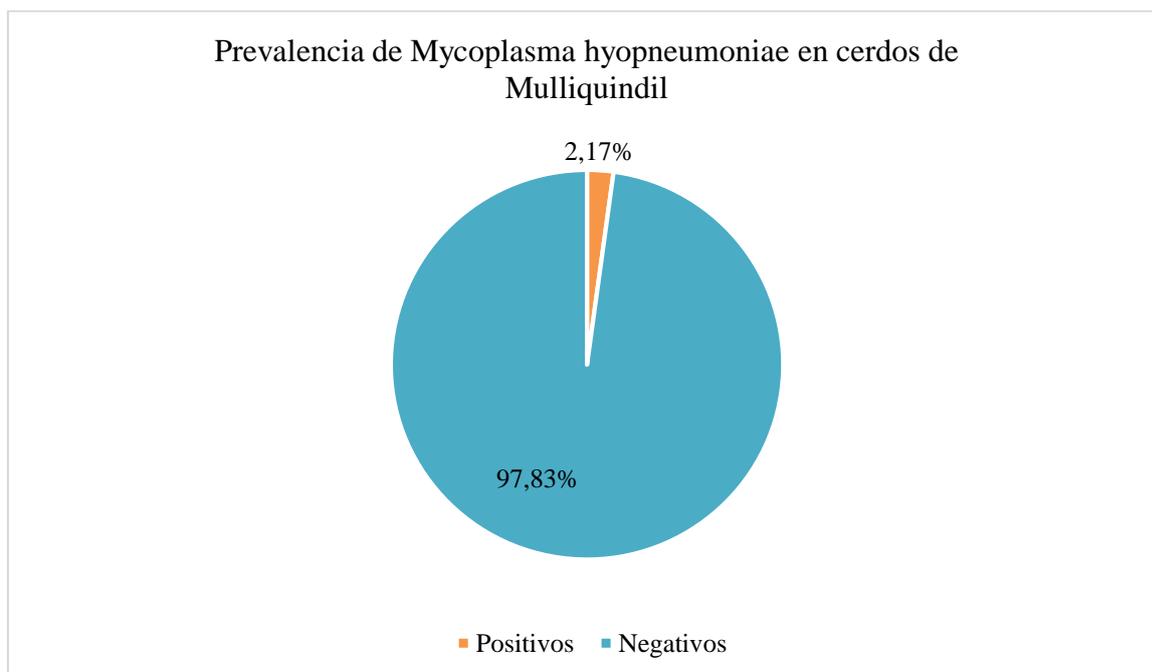
### 10.8.3 Socialización de resultados

Se socializa el resultado obtenido del test ELISA indirecto con los propietarios de los cerdos que forman parte del estudio, además de medidas de prevención y posible tratamiento para los animales afectados.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1 Prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de la parroquia Mulliquindil (Sanata Ana)

En la figura 2 se presenta la tasa de prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio dentro de la parroquia Mulliquindil. Constatando que dentro de este sector y en el tiempo estudio fueron pocos los casos donde los animales tuvieron un resultado positivo con respecto a la enfermedad.

Ilustración 2: Prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de Mulliquindil

Con la realización de los test ELISA indirecto en los 92 animales seleccionados de la parroquia Mulliquindil, la prevalencia o casos positivos a *Mycoplasma hyopneumoniae* fue de 2,17%. Con la presentación de esta tasa de prevalencia se establece una falta de diferencia significativa como para considerar que dentro del sector y bajo tales condiciones de maneja existe un aumento notable de animales con micoplasmosis.

Este valor se relaciona con otras investigaciones, como la de Degano en el año 2018, puesto que su estudio muestra un análisis en 2 granjas argentinas en donde a través de muestras de hisopados laríngeos se observa una prevalencia en cerdos de 6 semanas de 6,5%, 10 semanas de 7,8%, 16 semanas de 7,7% y de 22 semanas una prevalencia de 7,8%; dentro de este estudio se tiene muy en cuenta los análisis de la edad constatando que existe una mayor significancia en cerdos con una proporción de hisopados laríngeos y un valor  $p < 0,05$  a las 6 y 16 semanas, además de que a las 3 semanas los cerdos no tenían una diferencia significativa ni numérica entre resultados de PCR con hisopos nasales y laríngeos (59).

De igual manera el estudio de Acosta en el año 2005 demuestra la falta de una diferencia significativa con respecto a la ganancia diaria de peso y el sexo en cerdos de territorio peruano, en este caso los títulos de anticuerpos generados con el test ELISA en cerdos de 21-35 días tuvo un valor de significancia  $p < 0,05$ , al utilizar diferentes tratamientos controlables para *Mycoplasma hyopneumoniae*, se observa que un grupo control tubo caídas en los títulos d

anticuerpos entre los 35-70 días, aunque pudieron aumentar de manera progresiva a los 145 días, modificando estos resultados luego de un proceso de vacunación. Sin embargo se considera que las variaciones pueden darse por los casos de diferencia en zona geográfica, calendario de vacunación, manejo, inmunidad del animal y su potencia genético (43).

Huallanca *et al.*, en el año 2001 destacan un estudio donde de un total de 370 cerdos entre 17-20 semanas de vida que tenían un aspecto normal, pero no contaban con la vacunación frente a Neumonía Enzoótica Porcina y procedían de 7 granjas diferentes dentro de Lima, y gracias al uso del test ELISA se observa una prevalencia de 12,2% (45/370) para *Mycoplasma hyopneumoniae*, con rangos de variación de 3.3-28.8%. Aunque este valor puede ser considerado como una baja de prevalencia del agente en las granjas evaluadas, dado que se compara con la prevalencia del 90% en cerdos a una edad de comercialización dentro de Suecia (60).

### 11.2 Casos positivos a *Mycoplasma hyopneumoniae* con respecto a los barrios de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana)

La tabla 2 constata los valores negativos, sospechosos, positivos y el recuento de los animales a los que se aplicó el test ELISA indirecto dentro de los barrios de la parroquia Mulliquindil, evidencia que fueron únicamente 2 los casos positivos de un total de 92 animales muestreados.

**Tabla 2.** Valores del test ELISA indirecto en los barrios de Mulliquindil

Barrios	Negativos	Sospechosos	Positivos	Recuento
Avelio Pamba	6	0	0	6
Barrio Norte	5	0	1	6
Centro	6	0	0	6
Chisilivi	6	0	0	6
Ilimpucho	2	0	0	2
Jesús del Gran Poder	6	0	0	6
Los Pinos	6	0	0	6
Obrero Central	6	0	0	6
Oriente Central	6	0	0	6
Rosa Peña	6	0	0	6
San Francisco	6	0	0	6
San Isidro Nuevo	6	0	0	6

San Isidro San Juan	6	0	0	6
San José Obrero	6	0	0	6
Sur Central	5	0	1	6
Sur San Miguel	6	0	0	6
<b>Totales</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>92</b>

Con respecto a los diferentes barrios puede constatarse que únicamente en el barrio Sur Central y Barrio Norte existe 1 animal enfermo respectivamente, mismo que no representa alerta sanitaria dentro del centro de posibles brotes de la enfermedad.

En investigaciones como la de Abeledo *et al.*, en el año 2005 mediante el uso del test ELISA competitivo se observa un 42,9% de cerdas positivas y 38,9% de lechones con *Mycoplasma hyopneumoniae* observando un mayor porcentaje de animales positivos con respecto a los casos sospechosos, señalando que si en una granja existen problemas respiratorios y los cerdos dieron positivo a *Mycoplasma hyopneumoniae* siempre será un indicador primordial para el desarrollo de neumonía, recalando que no siempre existe una incidencia única puesto que existe una ligadura con otras coinfecciones de tipo vírico y bacteriano (61).

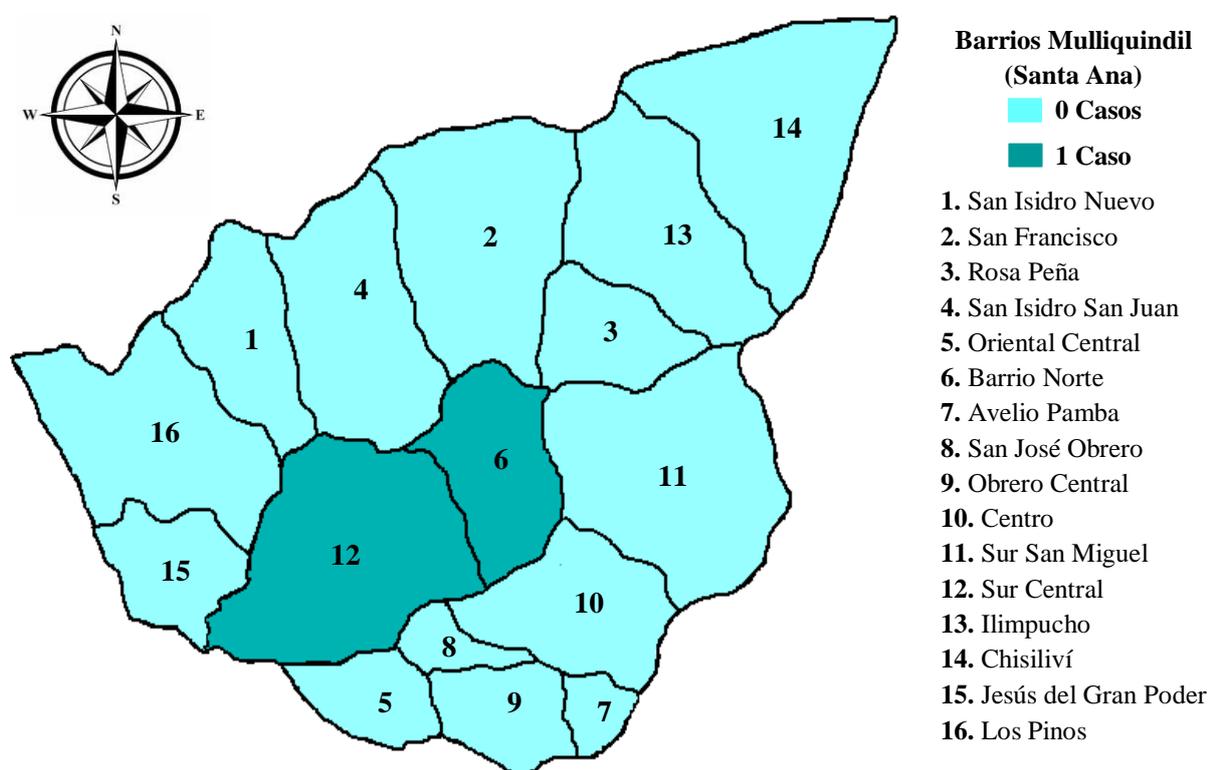
Dentro del territorio ecuatoriano, En el año 2023 en Cuenca el autor Guamán establece un valor de prevalencia positiva a *Mycoplasma hyopneumoniae* de 43.46%, dudoso 6,28% y negativo con 50,26% de un total de 191 animales; donde se destaca que a pesar de los resultados y teniendo en cuenta los diferentes sectores del estudio no se puede confirmar que el contacto entre granjas de las diferentes zonas haya sido la causa de la infección o incluso que exista un vínculo epidemiológico respectivamente, muchas veces se debe evaluar las condiciones de manejo de cada familia relacionado con la bioseguridad, además de tener en cuenta que la enfermedad en Ecuador es de carácter endémico (40).

En el caso de Salcedo en el año 2023 los autores Cunalata y Núñez evidencian una prevalencia de 8% (12/150) con respecto a *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de traspatio mediante el uso del test ELISA competitivo. Con este resultado se considera que existe un porcentaje bajo teniendo en cuenta los parámetros diferenciales del test, relacionando lo mismo con el tiempo de incubación del patógeno dado que tiende a generar anticuerpos entre 3-4 semanas. Mediante un valor p. value de 0.81600497 se existe la deficiente relación entre el sexo del animal con la presentación de *Mycoplasma hyopneumoniae*. De igual forma con un valor p. value de 0.557101497 también se establece la reducción en la relación de la presentación del patógeno con la edad del cerdo (7).

### 11.3 Mapa epidemiológico

El mapa epidemiológico cuenta con los 16 barrios que corresponden a la parroquia Mulliquindil (Santa Ana), donde existen 2 casos positivos a *Mycoplasma hyopneumoniae*, las coordenadas para la elaboración fueron tomadas de Google Maps. La figura 3 comprende cada uno de los barrios de la parroquia en estudio, donde los barrios Sur Central y Barrio Norte cuentan con una prevalencia de 1,09% respectivamente, dado que cada uno posee un animal enfermo, comparando con la otra escala de color correspondiente a los 14 barrios restantes donde el test ELISA indirecto permitió indicar que no existen animales enfermos.

Ilustración 3: Mapeo de los casos positivos y negativos a *Mycoplasma hyopneumoniae* en los barrios de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana)



El estudio mostrado por Cunalata y Núñez en el año 2023 constata un mapa epidemiológico para *Mycoplasma hyopneumoniae* donde se llega a la conclusión que en el cantón Salcedo, la parroquia Mulliquindil cuenta con 10 casos positivos, siendo una de las más afectadas, seguida por la parroquia Cusubamba que contaba con 2 animales enfermos representando una prevalencia baja (7).

De manera aleatoria en el cantón Latacunga, Arcos en el año 2023 elabora un mapa epidemiológico *Mycoplasma hyopneumoniae* categorizando al mismo en 6 casos dependiendo el número de animales enfermos donde 6 representando por un color rojo intenso demostraba la parroquia con zonas de mayor prevalencia. Por los mecanismos de transmisión se toma en cuenta este valor dado que Latacunga cuenta con una prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* de 16,67% (27/150), aunque dentro las parroquias que engloban el cantón Latacunga según los límites geográficos con Salcedo, no existen ningún caso positivo a *Mycoplasma hyopneumoniae* representado en el mapa (62).

## **12. IMPACTOS**

### **12.1 Impacto técnico**

Se establece una importancia en el ámbito veterinario debido a la posibilidad de identificar la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en los barrios de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) con el uso del test ELISA indirecto, importante al momento de dialogar con los propietarios y explicar los beneficios de un cuidado adecuado de los animales.

### **12.2 Impacto social**

Los aspectos sociales se enfocan en colaboraciones con los propietarios para que apliquen los protocolos adecuados de manejo y cuidado de los animales, influyendo de manera directa en la prevención de enfermedades y contribuyendo en la sanidad y productividad, generando bienes de mejor calidad y que sea bonificado al momento de la comercialización de los animales, además de establecer una inocuidad alimentaria tanto en la población local como nacional.

### **12.3 Impacto económico**

De manera positiva dentro de la producción porcina el contar con animales sanos ayuda de manera directa a cada familia, observando en mayor escala en aquellos sistemas familiares que únicamente cuentan con esos pocos animales para obtener ingresos monetarios, en este caso el identificar a los animales enfermos o la existencia de una patología dentro de la granja contribuye a tener medidas de prevención tanto de la sanidad como de las pérdidas monetarias para el productor.

### 13. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del test ELISA indirecto se determinó que en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) del cantón Salcedo existe una prevalencia de 2,17% de porcinos con *Mycoplasma hyopneumoniae*.
- Las coordenadas donde se encontraba cada cerdo enfermo posibilitaron la elaboración de un mapa epidemiológico para *Mycoplasma hyopneumoniae* en la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) destacando que en el barrio Sur Central y Barrio Norte existe un animal enfermo respectivamente representando cada uno una prevalencia de 1,09%.

### 14. RECOMENDACIONES

- Completar de manera correcta el calendario de vacunación y aplicar las buenas prácticas de manejo pecuario en cada uno de los sistemas de crianza dentro de la parroquia Mulliquindil (Santa Ana) para prevenir la propagación de patologías que alteren la salud tanto del animal como de la comunidad.
- Mantener una base de datos de manera periódica en conjunto con las entidades públicas para incentivar y ayudar en futuras investigación, además de hacer un seguimiento tanto de los animales enfermos como de aquellos que se encuentran cercanos a los mismos.
- Volver a realizar pruebas para determinar la prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en los animales de las diferentes parroquias de Salcedo para trabajar en el bienestar de los animales mediante el control de las enfermedades.

## 15. BIBLIOGRAFIA

1. Pluske J, Pethick D, Hampson D. El impacto de la nutrición sobre desórdenes y enfermedades de tipo entérico en porcino. En Madrid: Sitio Argentino de Producción Animal; 2003 [citado 24 de diciembre de 2023]. p. 49. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/58-nutricion\\_y\\_enterico.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/58-nutricion_y_enterico.pdf)
2. Jocabed K. Evaluación in vitro del efecto antibacteriano de extractos de seis plantas con actividad antimicrobiana sobre cepas bacterianas causantes de patologías respiratorias en cerdos [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2011 [citado 25 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/35293467.pdf>
3. Sánchez L. Micoplasmosis en pollos de engorde y cerdos [Internet]. Avivet; 2022 [citado 25 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/micoplasmosis-en-pollos-de-engorde-y-cerdos>
4. Fraile L, Alegre A, López R, Nofrarías M, Segalés J. Risk factors associated with pulmonary lesions at slaughter | Factores de riesgo asociados a lesiones pulmonares halladas en matadero 2010. AGRIS - Int Syst Agric Sci Technol [Internet]. 2010 [citado 26 de diciembre de 2023]; Disponible en: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/64724d1b53aa8c89630593ea>
5. Torres J, Sansor R. Prevalencia, caracterización y extensión de las lesiones en pulmones de cerdos sacrificados en el rastro municipal de Mérida, Yucatán, México. Rev Biomed 2000. 2000;11(1):25-32.
6. León M. Determinación de los títulos de anticuerpos post vacunales de *Mycoplasma hyopneumoniae* mediante la técnica de Elisa cuantitativa en cerdos de recría y engorde [Internet]. [Cuenca-Ecuador]: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca; 2021 [citado 26 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21356/1/UPS-CT009386.pdf>
7. Cunalata S, Núñez D. Prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en porcinos de traspatio en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi [Internet]. [Latacunga – Ecuador]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023 [citado 26 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10918/1/PC-002930.pdf>
8. Meza F. Efecto de dos programas vacunales contra *Mycoplasma hyopneumoniae* y circovirus tipo 2 sobre los parámetros productivos e índice neumónico en cerdos [Internet]. [Lima, Perú]: Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria; 2015 [citado 26 de diciembre de 2023]. Disponible en: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2456/Tesis\\_Efecto\\_Programas\\_Vacunales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2456/Tesis_Efecto_Programas_Vacunales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Aricapa H, Jaramillo A, Mesa H, Martínez J, Suikan F. Monitoreo serológico para *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos, desde el nacimiento hasta la semana 14 de vida. vet.zootec. 2010;4(2):38.
10. Quintero J. Creación de una base de datos con las principales patologías que se presentan en vías respiratorias en decomisos de vísceras rojas en los cerdos provenientes de

- las granjas de la empresa Antioqueña de porcinos S.A.S. [Internet]. Universidad Cooperativa de Colombia; 2019 [citado 29 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/items/f5b071d8-f46b-4535-b058-4ccc6ea4a5a7>
11. Carriel L, Quimi I. Implemento de coberturas de seguros para empresas dedicadas a la producción porcina en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas en los años 2014 y 2015 [Internet]. [Guayaquil-Ecuador]: Universidad de Guayaquil; 2015 [citado 29 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/294a01a2-0021-46b2-a6c8-eaefff86766d/content>
  12. Ochoa F, Schilman L. Producción porcina, un caso de aplicación [Internet]. [Tucumán-Argentina]: Universidad Nacional de Tucumán; 2015 [citado 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.face.unt.edu.ar:8920/bitstream/handle/123456789/236/PRODUCCION%20PORCINA%2c%20UN%20CASO%20DE%20APLICACION%20c3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  13. Lopez A. Impacto ambiental de la producción porcina en el mundo [Internet]. [Piura-Perú]: Universidad Nacional de Piura; 2021 [citado 1 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/99101e22-dc68-4ca6-bf15-5587a51063c5/content>
  14. Buitrago J. Situación actual de la industria porcina en Colombia y América Latina. [Internet]. [Cali, Colombia]: Instituto Colombiano Agropecuario; 2018 [citado 1 de enero de 2024]. Disponible en: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122610/records/64745b6796fdec8b71b6e87e>
  15. Vadell A. Producción de cerdos a campo en un sistema de mínimos costos [Internet]. Universidad de la República; 1999 [citado 2 de enero de 2024]. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/PRODUCCION%20DE%20CERDOS%20A%20CAMPO%20EN%20UN%20SISTEMA%20DE%20MINIMOS%20COSTOS.pdf>
  16. Díaz T. Contribución de la producción pecuaria a la seguridad alimentaria y nutricional y a la reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2014;48(1):3-4.
  17. Llangarí E. Producción del cerdo en la región sierra del Ecuador [Internet]. [Riobamba – Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2021 [citado 4 de enero de 2024]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/15611/1/17T01638.pdf>
  18. Villacrés J, Villón E, Ortega L. Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Rev Científica Tecnológica UPSE*. 2018;5(2):23.
  19. 3tres3.com Comunidad Profesional Porcina. Producción porcina en Ecuador. Comunidad Profesional Porcina [Internet]. 2019 [citado 8 de enero de 2024]; Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador\\_12223/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20cerdos%20de,10%20kg%20Fpersona%20Fa%C3%B1o](https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_12223/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20cerdos%20de,10%20kg%20Fpersona%20Fa%C3%B1o)

20. Bejarano M. Determinación de parásitos gastrointestinales y factores de riesgo en cerdos de traspatio, unicados en el área metropolitana de Monterrey y Región Periférica [Internet]. [Monterrey-México]: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2020 [citado 8 de enero de 2024]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/20754/1/1080314472.pdf>
21. Jiménez A. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en granjas de producción porcina en la provincia de Sucumbios [Internet]. [Latacunga – Ecuador]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2021 [citado 9 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7895/1/PC-002070.pdf>
22. Muñoz V. Caracterización de parásitos gastrointestinales en cerdos de traspatio y su correspondiente prevalencia y control en el cantón de Latacunga [Internet]. [Latacunga – Ecuador]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2022 [citado 9 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9643/1/PC-002523.pdf>
23. Lapisa. Manual de diagnóstico de enfermedades en cerdos [Internet]. LAPISA S.A. de C.V.; [citado 11 de enero de 2024]. Disponible en: [https://lapisa.com/assets/pdf/manual\\_diagnostico\\_lapisa.pdf](https://lapisa.com/assets/pdf/manual_diagnostico_lapisa.pdf)
24. Sarradell J. Caracterización histológica, inmunohistológica y ultraestructural de las lesiones pulmonares producidas natural y experimentalmente por micoplasmas en ganado caprino y porcino [Internet]. [Las Palmas de Gran Canaria]: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2001 [citado 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://portalcientifico.unileon.es/documentos/63930b9e7a05941066fa7930?lang=gl>
25. Hegel A. Aplicación de la serología para el control de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2010 [citado 10 de enero de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/35293506.pdf>
26. Pereyra N, Sarradell J, Cane F, Francois S, Pidone C, Comba E, et al. Detección de *Mycoplasma suis* en casos clínicos de síndrome del desmedro multisistémico posdestete en porcinos. *Revista Argentina de Microbiología*. 2006;38(3):130.
27. Venosa J. Bursitis poli articular (*Mycoplasma hyosynoviae*) en cerdos, padecimiento poco diagnosticado en México [Internet]. BM Editores; 2021 [citado 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/bursitis-poli-articular-mycoplasma-hyosynoviae-en-cerdos/?amp>
28. Rosales R. Desarrollo de herramientas de tipificación y diagnóstico aplicadas al estudio de *Mycoplasma hyorhinis* y evaluación de un modelo experimental de neumonía en lechones [Internet]. [Las Palmas de Gran Canaria]: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2013 [citado 12 de enero de 2024]. Disponible en: [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/11545/2/0696619\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/11545/2/0696619_00000_0000.pdf)
29. Manco K. Comparación de dos esquemas de inmunización contra *Mycoplasma hyopneumoniae* en porcinos de crianza intensiva provenientes de madres vacunadas [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2005 [citado 12 de enero de 2024]. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7214/Manco\\_gk.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7214/Manco_gk.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

30. Poveda C. Análisis de la región intergénica ARNr 16S-23S en cepas de campo de *Mycoplasma hyopneumoniae*. Estudio filogenético de los micoplasmas porcinos en base al gen ARNr 23S [Internet]. [Las Palmas de Gran Canaria]: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2012 [citado 12 de enero de 2024]. Disponible en: [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/16842/1/0681393\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/16842/1/0681393_00000_0000.pdf)
31. Torres M. Determinación serológica de la infección con *Mycoplasma hyopneumoniae* en una granja de cerdos de crianza intensiva [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003 [citado 21 de enero de 2024]. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1236/Torres\\_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1236/Torres_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
32. Brown C. *Mycoplasma hyopneumoniae*: características, morfología, doenças [Internet]. WARBLETONCOUNCIL; 2021 [citado 21 de enero de 2024]. Disponible en: <https://pt1.warbletoncouncil.org/mycoplasma-hyopneumoniae-13788>
33. Lobo E. *Mycoplasma hyopneumoniae* y su relación con los procesos respiratorios del cerdo (*Mycoplasma hyopneumoniae* and its relation with the respiratory processes in swine). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 2005;6(10):1-8.
34. Gonzalez L. *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* e Influenza porcina microorganismos asociados al complejo respiratorio porcino en una granja porcícola de sitio III en Cartago – Valle del Cauca [Internet]. [Caldas-Antioquia]: Corporación Universitaria Lasallista; [citado 21 de enero de 2024]. Disponible en: [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1780/1/Enfermedades\\_asociadas\\_Complejo\\_Respiratorio\\_Porcino.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1780/1/Enfermedades_asociadas_Complejo_Respiratorio_Porcino.pdf)
35. Janeiro P. Aislamiento e identificación de micoplasmas porcinos, aplicación de la citometría de flujo al estudio de *Mycoplasma hyopneumoniae* [Internet]. [Las Palmas de Gran Canaria]: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2003 [citado 10 de enero de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Assuncao/publication/39540734\\_Aislamiento\\_e\\_identificacion\\_de\\_micoplasmas\\_porcinos\\_aplicacion\\_de\\_la\\_citometria\\_de\\_flujo\\_al\\_estudio\\_de\\_Mycoplasma\\_hyopneumoniae/links/5706648508aecbf68ba9d49d/Aislamiento-e-identificacion-de-micoplasmas-porcinos-aplicacion-de-la-citometria-de-flujo-al-estudio-de-Mycoplasma-hyopneumoniae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Assuncao/publication/39540734_Aislamiento_e_identificacion_de_micoplasmas_porcinos_aplicacion_de_la_citometria_de_flujo_al_estudio_de_Mycoplasma_hyopneumoniae/links/5706648508aecbf68ba9d49d/Aislamiento-e-identificacion-de-micoplasmas-porcinos-aplicacion-de-la-citometria-de-flujo-al-estudio-de-Mycoplasma-hyopneumoniae.pdf)
36. Leal F, Andrade J, Zaha A, Bunselmeyer H. Pathogenicity & virulence of *Mycoplasma hyopneumoniae*. VIRULENCE. 2020;11(1):1603.
37. Simionatto S, Marchiora S, Maes D, Dellagostin O. *Mycoplasma hyopneumoniae*: From disease to vaccine development. Veterinary Microbiology [Internet]. 2013 [citado 22 de enero de 2024];165(3). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378113513002356>
38. Lopes B, Pereira D, Figueiredo D, Lima M. *Mycoplasma hyopneumoniae* em suínos: Revisão. PUBVET. 2021;15(10):1-9.
39. García B, Segales J, Sibila M. La importancia de las cepas de *Mycoplasma hyopneumoniae*. SUIS. 2015;(115):18.

40. Guamán J. Prevalencia de *Mycoplasma pneumoniae* en cerdos de producción mediante la técnica de Elisa indirecta [Internet]. [Cuenca-Ecuador]: Universidad Politécnica Salesiana; 2023 [citado 26 de enero de 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26361/1/UPS-CT010967.pdf>
41. Lema A. Caracterización de la técnica hematoxilina - eosina modificada en la observación histopatológica según estado postmortem [Internet]. [Riobamba – Ecuador]: Universidad Nacional de Chimborazo; 2020 [citado 21 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7238/1/%28TESIS%29%20-%20Andrea%20Gisselle%20Lema%20Cepeda-LAB-CLIN.pdf>
42. Ameri M, Zhou E, Hsu W. Western blot immunoassay as a confirmatory test for the presence of anti-*Mycoplasma hyopneumoniae* antibodies in swine serum. *J Vet Diagn Invest* Mar. 2006;18(2):198-201.
43. Acosta J. Efecto sobre los títulos de anticuerpos y la ganancia de peso de dos esquemas de inmunización contra *Mycoplasma hyopneumoniae* en porcinos de crianza intensiva procedentes de madres sin antecedentes de vacunación [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2005 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/660/Acosta\\_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/660/Acosta_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
44. Kwon D, Choi C, Chae C. Chronologic localization of *Mycoplasma hyopneumoniae* in experimentally infected pigs. *Vet Pathol* [Internet]. 2002 [citado 21 de febrero de 2024];39(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12243470/>
45. Ríos J, Mercadillo P, Yuil E, Ríos M. ELISA y sus aplicaciones en dermatología. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*. 2012;10(3):214.
46. Tizard I. Introducción a la inmunología veterinaria [Internet]. 8a. edición. Texas A&M University: ELSEVIER; 2009 [citado 11 de enero de 2024]. 411-474 p. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/785697/Plaza\\_5592\\_Tema\\_9\\_Sub\\_1\\_Inmunologia\\_veterinaria.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/785697/Plaza_5592_Tema_9_Sub_1_Inmunologia_veterinaria.pdf)
47. Gutiérrez J. Inmunología veterinaria [Internet]. 2.<sup>a</sup> ed. México: El Manual Moderno, S.A de C.V.; 2010 [citado 11 de enero de 2023]. 266-267 p. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/Inmunologia%20veterinaria.pdf>
48. Lorenzo H, Fernández A, Ramirez G, Castro A, Quesada I, Rodriguez F. Determinación inmunohistoquímica de citoquinas en el pulmón de cerdos infectados naturalmente con *Mycoplasma hyopneumoniae*. En Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2003 [citado 11 de enero de 2023]. Disponible en: <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/127043>
49. Corona E. Herramientas epidemiológicas para medir enfermedad [Internet]. Memorias del XLVII Congreso Nacional AMVEC, A.C. Guadalajara, Jalisco; 2012 [citado 31 de enero de 2024]. 90 p. Disponible en: [https://www.amvec.com/memories/memorias/2012/2012\\_009.pdf](https://www.amvec.com/memories/memorias/2012/2012_009.pdf)
50. Fajardo A. Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Rev alerg Méx* [Internet]. 2017 [citado 31 de enero de 2024];64(1). Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902017000100109](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000100109)

51. Jaramillo C, Martínez J. Epidemiología Veterinaria [Internet]. XVI. México: El Manual Moderno, S.A de C.V.; 2010 [citado 31 de enero de 2024]. 36-38 p. Disponible en: <file:///D:/UNIVERSIDAD/SEPTIMO%20NIVEL/SP/Epidemiologia%20veterinaria-Jaramillo%20www.zoovetesmpasion.com.pdf>
52. Lew S, Nacke M. Mapas y epidemias [Internet]. CIPPEC; 2020 [citado 31 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.cippec.org/textual/donde-esta-el-covid-19-epidemias-y-mapas/>
53. Renda E, Rozas M, Moscardini O, Torchia N. Manual para la elaboración de mapas de riesgo [Internet]. 1.<sup>a</sup> ed. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Seguridad de la Nación; 2017 [citado 31 de enero de 2024]. 11 p. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>
54. Salinas E, Chiaravalloti F, Giatti L. Experiencias, beneficios y desafíos del uso de geoprocuremento para el desarrollo de la atención primaria de salud. *Rev Panam Salud Publica*. 2018;42(1):1-11.
55. Gad Parroquial Mulliquindil. Situación geográfica de la parroquia «Mulliquindil» [Internet]. Gad Parroquial Mulliquindil; 2019 [citado 7 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://mulliquindil.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/#:~:text=Sus%201%C3%ADmites%20jurisdiccionales%20son%20por,de%20San%20Miguel%20de%20Salcedo.>
56. Google Maps. Ubicación geográfica de la parroquia Mulliquindil «Santa Ana» [Internet]. Mulliquindil «Santa Ana»; 2024 [citado 7 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://www.google.com/maps/place/Mulliquindil+\(Santa+Ana\)/@-1.017959,-78.5212677,10287m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x91d464eba9a13c55:0x1121e5e9f82dba1!8m2!3d-1.0093353!4d-78.5320107!16s%2Fg%2F11fm42h8s1!5m1!1e4?hl=es&entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/Mulliquindil+(Santa+Ana)/@-1.017959,-78.5212677,10287m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x91d464eba9a13c55:0x1121e5e9f82dba1!8m2!3d-1.0093353!4d-78.5320107!16s%2Fg%2F11fm42h8s1!5m1!1e4?hl=es&entry=ttu)
57. Aguilar S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Sakud en Tabasco*. 2005;11(1-2):333.
58. Molecular Devices. Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzima (ELISA) [Internet]. Molecular Devices; 2022 [citado 28 de enero de 2024]. Disponible en: <https://es.moleculardevices.com/applications/enzyme-linked-immunosorbent-assay-elisa>
59. Degano F. Detección temprana de *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos de piaras endémicamente infectadas [Internet]. [Río Cuarto-Córdoba]: Universidad Nacional de Río Cuarto; 2018 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repodigital.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/77769/77769.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
60. Huallanca C, Hung A, Noé N, Suárez F. *Mycoplasma hyopneumoniae* en cerdos beneficiados en un matadero de Lima Metropolitana. *Rev Inv Vet Perú*. 2001;12(1):123.
61. Abeledo M, Pérez M, Vega E, Lobo E, Rueda D. Detección de anticuerpos frente a *Mycoplasma hyopneumoniae* en crías porcinas mediante un ELISA competitivo (CIVTEST SUIS *Mycoplasma hyopneumoniae*). *Rev Salud Anim*. 2005;27(1):23.

62. Arcos E. Prevalencia de *Mycoplasma hyopneumoniae* en porcinos de traspatio en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi [Internet]. [Latacunga – Ecuador]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023 [citado 21 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/10889/1/PC-002897.pdf>

