

# UNIVERSIDAD DE CHILE



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS y PECUARIAS**

**ESCUELA DE POSGRADO y POSTÍTULO**

## **ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LA REINTRODUCCIÓN DE PESTE PORCINA CLÁSICA EN COLOMBIA**

**SONIA LILIANA CRUZ MELO**

**Tesis para optar al  
Grado de Magister en  
Ciencias Animales y Veterinarias  
Mención en Medicina Preventiva**

**Santiago – Chile**

**2017**

# UNIVERSIDAD DE CHILE



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS y PECUARIAS**

**ESCUELA DE POSGRADO y POSTITULO**

## **ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LA REINTRODUCCIÓN DE PESTE PORCINA CLÁSICA EN COLOMBIA**

**SONIA LILIANA CRUZ MELO**

**MARIO RAFAEL MAINO MENENDEZ (MV. PhD)**

**Tesis para optar al  
Grado de Magister en  
Ciencias Animales y Veterinarias  
Mención en Medicina Preventiva**

**Santiago – Chile**

**2017**

## INFORME APROBACIÓN TESIS DE MAGÍSTER

Se informa a la Dirección de Posgrado y Postítulo de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, que la Tesis de Magíster presentada por la candidata

**Sonia Liliana Cruz Melo, Análisis de impacto económico de la reintroducción de Peste Porcina Clásica en Colombia**

Ha sido aprobada por la Comisión Evaluadora como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Animales y Veterinarias, con Mención en Medicina Preventiva en Examen de Defensa de tesis rendido el día 09 del mes de Enero del año 2017.

**DIRECTOR DE TESIS**

**FIRMA**

Mario Rafael Maino M.

\_\_\_\_\_

**COMISION EVALUADORA E INFORMANTE DE TESIS**

Claus Joachim Kobrich G.

\_\_\_\_\_

Pedro Enrique Abalos Pineda

\_\_\_\_\_

## BIOGRAFIA

Nací en la ciudad de Bogotá - Colombia el 31 de Agosto de 1985, desde mis primeros pasos mostré una gran afinidad por el campo y la naturaleza herencia de mi abuelo Luis Alfredo.

Estudí mi primaria y bachillerato en el colegio de la presentación Luna Park con la estructura de la congregación de Marie Poussepin, obteniendo en el año de 2002 el título de Bachiller académico con énfasis en ciencias naturales y de la salud.

Con el ánimo de cumplir un sueño, postulé e ingresé a la mejor universidad de mi país, la Universidad Nacional de Colombia al programa de Medicina Veterinaria en el año 2003.

Durante mi carrera universitaria busqué líneas de profundización en las áreas que generaban mayor interés para mi, culminando la línea de profundización en Medicina Aviar, lo que me permitió gracias a mis excelentes calificaciones, ser elegida monitora del laboratorio de Patología Aviar de la Universidad Nacional en el año 2008, iniciando mi vida laboral y brindando a mi vida una experiencia maravillosa.

Posteriormente, siguiendo el gusto por los programas de salud de hato y la afinidad por la especie bovina, culminé la línea de profundización en Reproducción Animal realizando mi práctica profesional en Brasil, en la *Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Registro (Instituto de Zootecnia)* en el área de reproducción Bufalina; el viaje a Brasil me permitió descubrir una de las mayores pasiones de mi vida, "viajar".

A mi regreso a Colombia, tuve la oportunidad de realizar una segunda pasantía como modalidad de grado en la Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Pardo Suizo & Braunvieh, apoyando el departamento técnico en labores de campo siempre orientadas a los programas de mejoramiento genético y medicina preventiva.

En el año 2010, obtuve el título de Médica Veterinaria, siendo uno de mis mayores logros en la vida, acompañada de mis padres, mi hermana, mi abuela y mis amigos.

Resultado de mi excelente desempeño en la Asociación Pardo Suizo fui nombrada Directora del departamento técnico a nivel nacional, lo que me permitió iniciar mi vida profesional con pie derecho y durante los años 2010 a 2012 recorrer el territorio Colombiano asesorando ganaderos en programas sanitarios y trabajando de la mano de gremios y productores.

Desde el año 2012, inicié un nuevo proyecto de vida, al ingresar al programa de Magíster en Ciencias Animales y Veterinarias con Mención en Medicina Preventiva en la Universidad de Chile, al ser admitida, supe que Dios tenía para mí un proyecto maravilloso, hoy, después que este hermoso país me abrió sus puertas y me convirtió en Chilena de corazón, estoy culminando mi proyecto de memoria de tesis con el cual aportaré a la sanidad de mi país y con el cual me demostraré una vez más de lo que estoy hecha! Solo triunfos...

## DEDICATORIA

*Sueñalo y lo tendrás...*

*A la virgen del Milagro y a Dios por darme a mi angel en la tierra, mi guerrera y  
mi ejemplo a seguir, vencimos lo imposible!*

*gracias a TI hoy soy lo que soy...**gracias a ti Mamá!***

*Al doctor Mario Maino por su paciencia en este proceso, por su comprensión y por siempre estar dispuesto a orientarme a pesar de la distancia, gracias por su calidad humana y ser mi apoyo constante!*

*Al doctor Mario Peña y la doctora Adriana Deluque funcionarios del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, por su aporte constante de información, ideas y siempre estar atentos a apoyarme en este proceso, y al doctor Diego Rojas, de la Asociación Colombiana de Porcicultores y su equipo por sus constantes aportes a este trabajo.*

*A mi madre por su fortaleza durante este proceso, su amor y por hacer posible este sueño con su esfuerzo, a mi padre por el apoyo, a mi hermana por ser la prolongación de mi ser y a mi abuelita Lola por brindarme el amor de una segunda madre.*

*A mi novio Carlos, fiel compañero en este camino llamado vida, por demostrarme que el amor no tiene distancias ni límites, por acompañarme desde los inicios de esta aventura, apoyarme en la distancia y en la cercanía cuando mas lo necesité, por darme la luz cuando todo era oscuro y hacerme enteramente feliz, Gracias amor mio, lo logramos!!*

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1. Marco Teórico .....	17
2.2. Marco Normativo .....	35
CAPÍTULO 3: OBJETIVOS.....	65
3.1. Objetivo general.....	65
3.2. Objetivos específicos.....	65
CAPÍTULO 4: HIPÓTESIS .....	66
CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS.....	67
5.1. Construcción del marco teórico y marco normativo .....	67
5.2. Metodología.....	68
5.3. Estimación de impacto económico por Brotes .....	77
5.4. Estimación de costos asociados al Programa de Vigilancia Epidemiológica.....	78
CAPÍTULO 6. RESULTADOS .....	79
CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN .....	113
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES.....	117
CAPÍTULO 9: RECOMENDACIONES.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	120
ANEXO .....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ciclo de vida Peste Porcina Clásica .....	18
FIGURA 2. Mapa del estatus oficial de Peste Porcina Clásica de los países miembros de la OIE .....	27
<b>FIGURA 3. Evaluación de costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica</b> .....	31
FIGURA 4. Censo porcino Colombia año 2015 .....	35
FIGURA 5. Número de predios porcinos Colombia año 2015. ....	37
FIGURA 6. Distribución zonificación programa Peste Porcina Clásica año 2012. ....	44
FIGURA 7. Zonificación programa Peste Porcina Clásica en Colombia año 2014.....	47
FIGURA 8. Distribución espacial de focos de Peste Porcina Clásica en el periodo de Enero - Agosto año 2015 .....	49
FIGURA 9. Distribución espacial de focos de Peste Porcina Clásica Colombia año 2015.....	50
FIGURA 10. Focos de Peste Porcina Clásica en Colombia año 2015.....	51
FIGURA 11. Distribución focos de Peste Porcina Clásica (municipio y departamento) Colombia año 2015.....	51
FIGURA 12. Temporalidad de focos de Peste Porcina Clásica en Colombia años 2013-2015.....	52
FIGURA 13. Distribución zona focal, perifocal y vigilancia en un caso de Peste Porcina Clásica en Colombia. ....	60
FIGURA 14. Ubicación de un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca. ....	73
FIGURA 15. Ubicación de un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia. ....	76
FIGURA 16. Distribución promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Arauca .....	85
FIGURA 17. Distribución promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Antioquia.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Relación de focos de Peste Porcina Clásica periodo años 2013-2014 .....	46
TABLA 2. Vigilancia epidemiológica pasiva: notificaciones de Peste Porcina Clásica periodo 2008 – 2012 en Colombia .....	53
TABLA 3. Estudios de vigilancia epidemiológica activa para Peste Porcina Clásica en el periodo 2008 – 2012 en Colombia.....	54
TABLA 4. Vacunas autorizadas para el programa de Peste Porcina Clásica en Colombia.....	63
TABLA 5. Probabilidades de exposición a Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca a través de la frontera con Venezuela. ....	72
TABLA 6. Probabilidades de exposición a Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia a través de la frontera con Venezuela.....	75
TABLA 7. Establecimiento de áreas de las zonas peri focal y vigilancia para un brote de Peste Porcina Clásica.....	80
TABLA 8. Resumen censo porcino departamento de Arauca año 2015.....	81
TABLA 9. Simulación número de cerdos expuestos en un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca. ....	82
TABLA 10. Simulación del número de animales involucrados en un brote de Peste Porcina Clásica con las probabilidades P2 y P3 en el departamento de Arauca. ....	83
TABLA 11. Estimación peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Arauca .....	84
TABLA 12. Resumen censo porcino departamento de Antioquia año 2015 .....	86
TABLA 13. Simulación número de cerdos expuestos en un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia .....	87
TABLA 14. Simulación del número de animales involucrados en un brote de Peste Porcina Clásica con las probabilidades PI, PIII y PIV en el departamento de Antioquia.....	88
TABLA 15. Estimación peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Antioquia.....	89
TABLA 16. Costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para el año 2015.....	91
TABLA 17. Cuantificación recurso humano/brote Arauca .....	92

TABLA 18. Costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para el año 2015. ....	93
TABLA 19. Cuantificación recurso humano/brote Antioquia .....	94
TABLA 20. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para la probabilidad P2 (0,9441) .....	95
TABLA 21. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para la probabilidad P3 (0,8201) .....	97
TABLA 22. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PI (0,8691) .....	99
TABLA 23. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PIII (0,7196) .	101
TABLA 24. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PIV (0,7981) ..	102
TABLA 25. Resumen estimación de costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Arauca y Antioquia.....	105
TABLA 26. Resumen estimación de Costos (USD) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Arauca y Antioquia.....	105
TABLA 27. Costos de diagnóstico / muestra en el Programa de Vigilancia pasiva para PPC .....	106
TABLA 28. Costo total Programa de Vigilancia pasiva para PPC.....	107
TABLA 29. Costos muestreo de PPC basado en el riesgo en la zona tecnicada del país .....	108
TABLA 30. Costos asociados a la evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la PPC desde los países limítrofes de Colombia .....	109
TABLA 31. Costos asociados a la evaluación serológica para la vigilancia epidemiológica activa de PPC .....	110
TABLA 32. Costos asociados a la vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas .....	111
TABLA 33. Costo total Programa de Vigilancia activa para PPC.....	111
TABLA 34. Costo total del Programa de Vigilancia de PPC en Colombia año 2015.....	112

## RESUMEN

En el año 2000 se declaró de interés nacional la erradicación de Peste Porcina Clásica (PPC) en el territorio Colombiano, por medio de la estrategia de zonificación el país estuvo libre de la enfermedad manteniendo algunas zonas con vacunación en el periodo de 2007 a 2013; sin embargo, como consecuencia del transporte ilegal de cerdos desde la frontera con Venezuela, la enfermedad reingresó avanzando a algunas zonas declaradas libres de la enfermedad. Este documento busca evaluar el impacto económico para el Estado de la reintroducción de la PPC en Colombia, simulando y cuantificando la presentación de un brote en una zona libre de la enfermedad (departamento de Antioquia) y un brote en la zona de control (departamento de Arauca) en un sistema de producción de traspatio y tecnificado siguiendo el manejo establecido por el plan de contingencia del Instituto Colombiano Agropecuario ICA y comparándolo con los costos asociados al programa de vigilancia epidemiológica para PPC en el año 2015.

Producto de la simulación y valoración de escenarios, los costos de erradicación de un brote de PPC en el departamento de Arauca son menores que los costos asociados al programa de vigilancia para PPC en el año 2015 a diferencia de un brote de PPC en el departamento de Antioquia, donde los costos duplican el presupuesto del programa de vigilancia. Por lo cual, es necesario fortalecer las medidas de vigilancia y el programa de control y erradicación, con el fin de evitar pérdidas económicas para el Estado y fortalecer el estatus sanitario del país.

**Palabras Clave:** Peste Porcina Clásica, impacto económico, zonificación, simulación.

## SUMMARY

In 2000 it was declared as national interest the eradication of classical swine fever (CSF) in the Colombian territory, through zoning strategy the country was free from the disease by keeping some areas with vaccination between the period 2007 to 2013, but as a result of illegal transport of pigs from the border with Venezuela, the disease reentered forward to some areas declared free of the disease. This paper aims to assess the economic impact for the state of the reintroduction of the CFP in Colombia, simulating and quantifying the presentation of one outbreak in a free area of the disease (department of Antioquia) and one outbreak in the control area (Arauca) in a backyard production system and modernized following the management established by the contingency plan of the Instituto Colombiano Agropecuario ICA, and compared it to the costs associated with CSF monitoring epidemiologic program in 2015.

Product of simulation and assessment of scenarios, the costs of an outbreak of CSF in the department of Arauca are less than the costs associated with the monitoring program for CSF in 2015 as opposed to an outbreak of CSF in the department Antioquia where costs double the budget of the monitoring program. Therefore it is necessary to strengthen surveillance and control program and eradication, in order to avoid economic losses for the state and strengthen the health status of the country.

**Keywords:** Classical Swine Fever, economic impact, zoning, simulation.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La peste porcina clásica (en adelante PPC) es una enfermedad altamente contagiosa que afecta a cerdos domésticos de todas las edades, jabalíes y cerdos salvajes. Es causada por un virus de la familia *Flaviviridae*, género *Pestivirus* (Regenmortel *et al.*, 2002; Paton y Greiser-Wilkwe, 2003). Es de declaración obligatoria para la Organización Mundial de Sanidad Animal - OIE y es limitante en el comercio por poseer carácter transfronterizo y generar una amenaza a la seguridad alimentaria en los países, al frenar la producción animal y limitar el comercio internacional (FAO, 2003).

Su presencia en los países de América Latina y el Caribe provoca un incremento en los costos de producción de carne porcina y sus derivados, pero sobre todo, representa un riesgo para la seguridad alimentaria de sus habitantes, especialmente en los países de centroamérica y de la zona andina, donde el 50% de los cerdos pertenecen al sistema de producción familiar (Nieto, 2011) y su impacto sobre la seguridad y soberanía alimentaria, así como en la economía del sector rural, produce cuantiosas pérdidas económicas a la industria porcina y graves impactos sociales en las comunidades más desprotegidas (OIE, 2010; Diaz *et al.*, 2014)

En la actualidad los países en vía de desarrollo de América Latina y el Caribe afrontan un gran reto en relación con la provisión de alimentos en cantidad y calidad suficientes para satisfacer la demanda de su creciente población, es por ello, que los porcinos juegan un papel destacado en la implementación de los programas de seguridad alimentaria (FAO, 2003).

Por esta razón, en el año 2000 por medio de la Ley 623 (Colombia, 2000), se declaró de interés nacional la erradicación de PPC en territorio colombiano. A

partir de este momento se comenzó a trabajar en el modelo de gestión que buscó la integración entre el sector público (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA) y privado (Asociación Colombiana de Porcicultores, ASOPORCICULTORES). En el año 2007 y con el fin de alcanzar más y mejores frutos, el programa de erradicación cambia el enfoque y adopta el concepto de zonificación establecido por la OIE (2010). En consecuencia, el país tenía como meta declararse libre de la enfermedad con excepción de las zonas de control en el año 2015, teniendo en cuenta la ausencia de brotes desde el año 2007.

No obstante, Colombia limita con 4 países de característica endémica para PPC (Venezuela, Ecuador, Perú y la zona norte de Brasil) y según la evaluación de riesgo realizada por Asoporcicultores (Pineda y Rojas, 2013), existe una alta probabilidad del ingreso de la enfermedad por la frontera con Venezuela debido al paso y comercio clandestino. Lo cual se confirmó en el año 2013, donde se presentó la reintroducción de la enfermedad al departamento de la Guajira causada por el tráfico ilegal de animales provenientes desde la frontera con Venezuela, lo que generó pérdidas económicas para el programa de control y erradicación y causó la pérdida de los avances alcanzados en la estrategia de zonificación hasta el momento.

En virtud de la presencia de brotes de PPC en el territorio colombiano después de 6 años de ausencia, esta investigación se establece con el objetivo de evaluar el impacto económico de la reintroducción de la PPC en Colombia con las implicaciones directas en los costos asociados al Programa de Control y Erradicación establecido por el ICA. El hilo conductor del presente trabajo es comprobar que los costos de erradicación de brotes de PPC del Programa de Control y Erradicación son mayores que los costos de vigilancia epidemiológica.

Esto se realizará por medio de la simulación de un brote de PPC en el departamento de Antioquia (mayor productor porcícola del país con el mayor

número de granjas tecnificadas) y el departamento de Arauca (límitrofe con Venezuela y con predominancia de sistemas de producción de traspatio), con el propósito de estimar el número de animales que pueden ser afectados en cada una de las zonas de acuerdo al Plan de Contingencia establecido por el ICA, en caso de la presentación de un brote de PPC (Colombia, 2011).

La metodología de simulación en términos generales, se sustenta en el análisis de riesgo elaborado por Pineda y Rojas (2013) del cual se obtienen las probabilidades de presentación de la enfermedad en cada una de las zonas estudiadas. Posteriormente, se estima la población de cerdos afectada en cada uno de los brotes de acuerdo al manejo del Programa de Control y Erradicación, lo que se denominará una pérdida esperada. Una vez realizada la simulación, se estiman los costos asociados a cada uno de los brotes con base en la metodología establecida por Fernandez (2011) siguiendo el Plan Contingencia en caso de un brote de PPC establecido por el ICA (Colombia, 2011). Seguido, se cuantifican los costos asociados al Programa de Vigilancia para la enfermedad establecido por el ICA.

Finalmente se procede a cuantificar los brotes y a estimar los costos asociados a la erradicación de brotes vs. los costos del Programa de Vigilancia para PPC; lo que permitirá confirmar que el impacto del ingreso de la enfermedad en una zona libre de la enfermedad y altamente productora, generaría un incremento en los costos asociados a la erradicación. Con lo cual, es posible recomendar que el país debe fortalecer su sistema de vigilancia y establecer medidas adicionales de mitigación del riesgo, junto con la cooperación con países vecinos que busquen mejorar el estatus sanitario de los mismos.

## CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Marco Teórico

En este capítulo se establece el marco teórico utilizado para el desarrollo de la tesis. Se realizó una revisión bibliográfica por medio de la metodología establecida que se presenta en Materiales y Métodos, permitiendo consultar la bibliografía mas relevante en el tema. La revisión se concentró principalmente en: generalidades de la enfermedad, situación actual en el mundo, metodología para la evaluación de impacto económico y el marco normativo establecido por la autoridad sanitaria en Colombia.

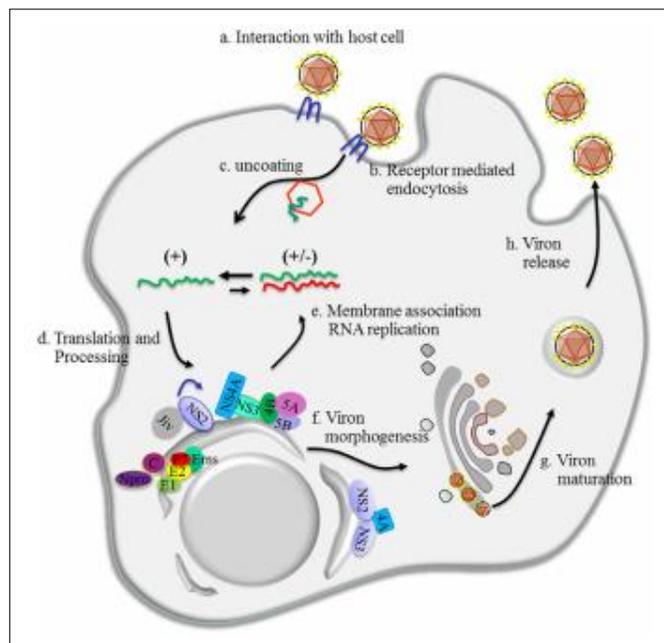
#### 2.1.1. Peste Porcina Clásica como enfermedad

- **Agente Causal**

El agente causal de la PPC es un virus ARN de cadena sencilla, que pertenece a la familia *Flaviviridae*, género *Pestivirus*, presenta polaridad positiva, aprox 12,3Kb y dentro de sus proteínas estructurales sobresale la polipoproteína E2 como la más importante, ya que estimula la producción de anticuerpos neutralizantes en el hospedero y es considerada como la más inmunogénica. Adicionalmente, hasta el momento se han identificado siete proteínas relacionadas con la virulencia de la PPC (Npro, Core, Erns, E1, E2, P7, NS4B) obtenidas a través de la modificación por medio de la técnica de genética inversa de ADNc. La supresión de Npro puede disminuir la virulencia e inducir la inmunidad de patógenos específicos (Regenmortel *et al.*, 2002; Paton y Greiser, 2003; Wei Ji *et al.*, 2015).

Wei Ji y colaboradores (2015), exponen que el ciclo de vida del virus de la PPC es muy similar al de otros miembros de la familia *Flaviviridae* (Figura Nro. 1), los

viriones se encuentran extracelularmente e interactúan con moléculas receptoras ubicadas en la superficie celular (a), posteriormente a través de endocitosis mediada por receptores forman una vesícula de bajo pH, lo que desencadena cambios conformacionales en el virión (b), la fusión de las membranas virales y celulares, desmonta partículas y libera las partículas de ARN viral en el citoplasma (c). El ARN genómico, es traducido en una proteína simple y luego procesada en 12 proteínas maduras en asociación con la membrana del Reticulo Endoplásmico (d). Las proteínas maduras replican el ARN del genoma a través de una replicación intermedia para producir una progenie de ARN de cadena negativa: una fracción de este ARN recientemente sintetizado, se empaqueta en nucleocápsides para hacer crecer el retículo endoplásmico (f). Los viriones siguen la vía secretora celular y durante este transporte, la maduración de partículas infecciosas se produce (g), finalmente los viriones maduros son liberados de la célula, completando el ciclo de vida.



**FIGURA 1. Ciclo de vida Peste Porcina Clásica**

Fuente: Wei Ji *et al.* (2015)

- **Epidemiología**

La forma de transmisión más importante es el contacto directo entre cerdos sanos y enfermos o portadores asintomáticos (FAO, 2003), las vías de entrada del virus al organismo suelen ser: la aerógena por inhalación, la digestiva por ingestión de alimentos contaminados incluyendo productos frescos, congelados y carne de cerdo curada que puede ser elemento infeccioso para otros cerdos o por contacto con desechos de la alimentación humana, lo cual sigue siendo el principal riesgo de brotes de PPC en cerdos domésticos y jabalíes (Moennig *et al.*, 2003; Paton y Greiser-Wilke, 2003), igualmente a través de la piel (piel erosionada e instrumental veterinario), del semen y por vía transplacentaria de la madre a sus lechones (FAO, 2003).

El virus se multiplica en el epitelio de las criptas de la tonsila (Paton y Greiser-Wilke, 2003) y en zonas con una elevada densidad porcina, el virus se propaga con facilidad ocurriendo también entre explotaciones porcinas vecinas (Moennig *et al.*, 2003).

Los cerdos expuestos al virus de la PPC durante el período prenatal pueden quedar infectados toda su vida y tener un período de incubación de varios meses antes de manifestar signos de la enfermedad. En los cerdos expuestos al virus después del nacimiento, el período de incubación es de 2 a 14 días y los animales suelen ser contagiosos entre 5 y 14 días después de haber contraído la infección, pero pueden serlo hasta 3 meses en caso de infección crónica. La gravedad de los signos clínicos depende principalmente de la edad del animal y la virulencia, y en la cría de cerdos mayores, el curso de la infección suele ser leve o sub-clínica (OIE, 2010; Moennig *et al.*, 2003).

Según la FAO (2003) la enfermedad reporta varias formas de presentación:

- Hiperaguda o sobreaguda: Se presenta en cerdos susceptibles no vacunados y casi su único signo es la muerte súbita en los primeros 5 días después de la infección.
- Aguda: Alta morbilidad y mortalidad, que ocurre entre los 10 y 20 días después de la infección. Se caracteriza por fiebre alta, depresión, inapetencia, enrojecimiento de la piel que evoluciona hacia la cianosis (de las orejas, el hocico, el abdomen, y en la zona medial de las extremidades), signos nerviosos (temblores, marcha ondulante, posición "sentado", caída del tren posterior "pedaleo"), conjuntivitis catarral, descargas nasales y constipación seguida de diarrea de color amarillo a rojizo.
- Subaguda: Las manifestaciones clínicas son similares a las de la forma aguda, pero menos marcadas y más prolongadas. La muerte sobreviene entre los 20 y 30 días posteriores a la infección.
- Crónica: El curso es muy lento y se prolonga más de 30 días, con periodos intermitentes de fiebre y viremia. Se manifiesta por decaimiento, retraso del crecimiento, apetito variable y conjuntivitis con párpados adheridos por secreciones purulentas.

El virus se elimina del animal infectado por medio de la saliva, orina, heces y semen (Moennig *et al.*, 2003).

Según De Vos *et al.* (2005) los principales factores de riesgo para la introducción de la PPC se subdividen en dos categorías:

- La primera, los mecanismos que pueden transmitir el virus ya sea a partir de un animal infectado a un animal susceptible, por medio de la importación de cerdos, la importación de carne de cerdo, los camiones de transporte y los contactos con el jabalí.

- La segunda, el país de origen de donde provienen los animales o productos, teniendo en cuenta el estatus sanitario en cuanto a la enfermedad.

Adicionalmente la propagación de la enfermedad por medio de focos secundarios se debe principalmente al transporte de animales entre granjas vecinas, así como el comercio internacional puede conducir a la propagación del virus a largas distancias. Sin embargo, las granjas en un radio de unos 0.5 Km alrededor de un foco, tienen un alto riesgo de contraer la infección y el sacrificio de todos los cerdos en un radio de 1 Km de las áreas infectadas es necesario frecuentemente para la erradicación de la PPC.

Según Moennig *et al.* (2003), en cuanto a la transmisión de la enfermedad por medio de aire, por sí sola no juega un papel importante, pero a su vez (Brosig *et al.*, 2014) evaluaron la corriente de aire que fluía desde dos ambientes con cerdos infectados vs. cerdos sanos, encontrando que la transmisión a través el aire es posible, no obstante, el conocimiento de los mecanismos de transmisión a través del aire son deficientes y crean una necesidad para determinar qué medidas de control podrían ser más eficaces y si van a ser suficientes para reducir la propagación del virus de la PPC durante un brote. Cuando la transmisión dentro de una granja se puede reducir, la capacidad de infección de una granja a otras se reduce o retrasa.

Adicionalmente Brosig *et al.* (2014) evaluaron las vías de diseminación del virus por medio de los animales, personas y el contacto con vehículos, midiendo los contactos directos, como el transporte de los animales de una granja a otra ya fuera por la venta o comercio y los contactos indirectos en términos de visitas del Médico Veterinario y vehículos de distribución de alimentos para animales. La diseminación local fue modelada por la distancia (0.25 km, 0.5 a 0.5 km, 0.5 km a 1 Km) de la explotación foco, concluyendo que la probabilidad de infección disminuye a mayor distancia del foco y que el virus persiste en el

tiempo aún posteriormente al despoblamiento de porcinos de las explotaciones afectadas.

Con respecto a la exposición de los animales de las granjas al aire libre, éstas fueron consideradas más vulnerables, particularmente aquellas con alto contacto con poblaciones de cerdos salvajes y el medio ambiente (Delgado *et al.*, 2013).

- **Vacunación como estrategia de control**

El principal objetivo de esta estrategia es reducir el impacto de la PPC en términos del número de brotes y su duración (Saatkamp *et al.*, 2000).

Según Wei Ji *et al.*, (2015) el análisis filogenético de las cepas de PPC sugiere que existen tres genotipos que pueden ser divididos en alta virulencia, moderada virulencia y baja virulencia. Las cepas altamente virulentas y cepas de vacunas vivas modificadas se han identificado pertenecientes al genotipo 1, mientras que las cepas de los genotipos 2 y 3, tienen moderada y baja virulencia, a su vez, el genotipo 1 puede acumular muchas mutaciones en campo y los brotes de PPC causados por el genotipo 2 han ido aumentando en Europa y Asia, lo que indica que las vacunas de subunidad E2 y sus derivados pierden su eficacia contra el virus derivado de genotipo 2. La vacuna C-cepa puede seguir siendo eficaz por un tiempo más largo, debido a las respuestas de células T.

La vacunación obligatoria es tomada como norma en algunos países; por ejemplo, es la política actual en China y la cobertura de la vacunación debe ser más del 90% en cualquier momento del año en la población porcina. Las vacunas vivas modificadas se han utilizado predominantemente y la vacuna más común es la C-cepa comercial, porque es considerada más eficaz y más segura que otras vacunas. La vacuna contra la cepa C regula el nivel de

anticuerpos y activa la respuesta de las células T, mientras que la subunidad de la vacuna E2 sólo induce la producción de un anticuerpo contra el virus de la PPC (Wei Ji *et al.*, 2015).

En algunos países el control de la PPC se ha basado en la estrategia de no vacunación y el sacrificio sanitario de predios infectados; como consecuencia de esta política, toda la población de cerdos domésticos se ha convertido en completamente susceptibles al virus y esto, combinado con la existencia de áreas con poblaciones de cerdos densas, ha llevado en ocasiones a grandes epidemias con altas pérdidas económicas. En cuanto a la vacunación de emergencia, el principal argumento en contra es la pérdida de la condición de país o región libre de PPC, debido a que los animales vacunados no se pueden distinguir de los infectados si se utilizan vacunas convencionales, y por lo tanto no se podrían usar muestreos serológicos para determinar si la región está libre de la enfermedad. Las vacunas marcadoras o confirmatorias (junto con un análisis de las pruebas serológicas) permiten diferenciar animales vacunados de los infectados. La vacunación de emergencia con vacunas marcadoras, puede ser compatible con las estrategias actuales, por lo que el uso de la vacunación puede ser una medida adicional (Saatkamp *et al.*, 2000).

El impacto de la vacunación de emergencia es insuficiente, sin embargo, el uso de las vacunas convencionales en regiones altamente pobladas puede tener efectos perjudiciales sobre la producción de cerdos debido a las restricciones comerciales a largo plazo, lo que se mitiga mediante el uso de vacunas marcadoras que permitan diferenciar animales vacunados de enfermos (Saatkamp *et al.*, 2000).

Las estrategias alternativas basadas en la no vacunación incluyen una reducción del área de la zona de vigilancia y la mitigación de las restricciones de transporte. Tales alternativas pueden reducir considerablemente los costos

directos, a condición de que no hay efectos adversos sobre el control de la enfermedad (Wei Ji *et al.*, 2015).

En este sentido, para la inmunización de los porcinos en Colombia se utiliza la cepa "China", que es una cepa lapinizada. La cepa que se utiliza en la actualidad no presenta virulencia residual siendo totalmente apatógena, incluso en madres gestantes después de los 90 días de gestación y lechones. Esta cepa fue muy utilizada en la pasada década en varios países europeos con éxito, tiene una actuación rápida, por lo que además de inducir inmunidad, presenta interferencia viral con el virus patógeno.

Las edades establecidas para vacunar los porcinos contra PPC son las siguientes:

- Lechones entre 55 y 60 días de edad.
- Hembras y machos de reemplazo a los 5 meses de edad.
- Hembras y machos adultos cada 6 meses.
  
- **Manejo de brotes de PPC en el mundo**

Según FAO (2003) después de haber sido descrita por primera vez en 1833 la PPC en los Estados Unidos de América es considerada hoy en día como una de las enfermedades más importante del cerdo, debido a las altas las pérdidas económicas que provoca en la producción porcina industrial y de traspatio. Por su carácter transfronterizo, su presencia no solo amenaza la seguridad alimentaria del país afectado y de amplias regiones geográficas, sino que ocasiona también serias restricciones al comercio internacional de carne de cerdo y sus derivados, de ahí su inclusión en la Lista "A" de enfermedades de notificación obligatoria de la Oficina Internacional de Epizootias (OIE).

Saatkamp *et al.* (2000) indican que las estrategias de control frente a los brotes de PPC incluyen la detección de granjas de cría afectadas donde se registró la enfermedad en combinación con el establecimiento de un radio de vigilancia y zonas de protección alrededor de los lugares afectados entre 3 y 10 Km con el fin de prevenir la expansión de la enfermedad, en caso de existir propagación, los países afectados pueden implementar medidas específicas adicionales como la regionalización o zonificación, para dar un manejo regional solamente en las zonas afectadas, incluyendo la eliminación preventiva de granjas sospechosas de estar infectadas y la eliminación preventiva de las granjas de cría cercanas a los granjas afectadas en un área de aproximadamente 1Km de radio. Adicionalmente, se emplean medidas excepcionales para reducir el número de cerdos bajo restricciones, incluyendo el sacrificio de lechones de 3 a 17 días de edad y la prohibición de cerdas de cría.

Las experiencias demostraron que en las regiones densamente pobladas de cerdos, la erradicación puede tardar varios meses o incluso más tiempo, por lo cual el número de animales involucrados depende de la duración de la epidemia y la densidad de la zona, lo cual significa que para mitigar los efectos secundarios adversos se redujo el número de animales en riesgo a ser sacrificados, pero, sin comprometer el control de la enfermedad, incluyendo medidas de transporte menos rígidas aplicadas dentro de la zona de vigilancia (en un radio entre 3 y 10 km) que permitieron el transporte y la comercialización de estos animales bajo estricta vigilancia y adicionalmente reduciendo el radio de la zona de vigilancia (Saatkamp *et al.*, 2000).

En caso de un brote la vigilancia es vital, estableciendo en muchos países un sistema para la pronta advertencia y eliminación de amenazas. El control de la PPC de la Unión Europea (UE) se ha basado en una estrategia de no vacunación y sacrificio sanitario de los predios infectados, como consecuencia de esta política, toda la población de cerdos domésticos de la UE se ha

convertido en completamente susceptibles al virus. Esto, combinado con la existencia de áreas densamente pobladas de cerdos, ha llevado en ocasiones a incurrir en grandes pérdidas económicas (Delgado *et al.* 2013).

En caso de un brote de PPC, el éxito de su control está influenciado por diferentes factores, éste se basa en el sacrificio de los cerdos en las granjas infectadas, la restricción de movimiento en la zona de protección y de vigilancia y el seguimiento de casos. Además, puede llevarse a la eliminación selectiva de manera preventiva. La vacunación de urgencia y la prueba de PCR son alternativas para evitar esta medida (Brosig *et al.*, 2014).

Boklund *et al.* (2000) resaltaron el efecto positivo de la bioseguridad, como método de control de ingreso del virus de PPC a las granjas Danesas, además de proteger contra otros patógenos, la bioseguridad es una parte fundamental en las explotaciones porcinas. Los países que han logrado mantenerse libres de la enfermedad han luchado por décadas en el fortalecimiento de sus programas sanitarios y la bioseguridad y vigilancia han sido las herramientas de éxito.

## **2.1.2. Situación de la enfermedad**

### **○ Situación mundial**

La PPC se encuentra en algunos países de Centroamérica y Sudamérica, Europa, Asia y partes de África (Figura Nro 2).



**FIGURA 2. Mapa del estatus oficial de Peste Porcina Clásica de los países miembros de la OIE**

Fuente: OIE (2016)

Actualmente están libres de la enfermedad: Alemania, Eslovaquia, Italia, Noruega, Australia, Eslovenia, Japón, Países Bajos, Austria, España, Liechtenstein, Portugal, Bélgica, Estados Unidos de América, Luxemburgo, Polonia, Canadá, Finlandia, México, Reino Unido, Republica Checa, Francia, Nueva Caledonia, Suecia, Chile, Hungría, Nueva Zelanda, Suiza, Dinamarca, Irlanda.

Y por medio de la estrategia de zonificación en Brasil se declararon como libres una zona compuesta por los Estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina, una zona compuesta por los Estados de Acre, Bahia, Espírito Santo, Goias, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, São Paulo, Sergipe y Tocantins, Distrito Federal y los municipios de Guajará y Boca do Acre, la parte sur del municipio de Canutama y la parte sur este del municipio de Lábrea en el Estado de Amazonas (OIE, 2016; Wei Ji *et al.*, 2015).

La PPC es considerada por Delgado *et al.* (2013) como una enfermedad exótica que dada su capacidad para difundirse a distancias considerables causa impacto económico a nivel local y a escalas internacionales debido a la intensificación y expansión de mercados.

En los últimos años, los países han logrado avances significativos hacia la erradicación, particularmente en las subregiones de Norteamérica, Centroamérica y Cono Sur, así mismo, los países andinos, han avanzado en el control de la enfermedad, destacando el programa nacional de control y erradicación de la PPC en Bolivia y la reactivación de los programas en la subregión del Caribe (Díaz *et al.*, 2014).

Colombia limita con cuatro países catalogados como endémicos para PPC, como son: Venezuela, Perú, Ecuador y la zona norte de Brasil. Venezuela es el único país que no reporta avances en los programas de control y erradicación, lo que genera un riesgo constante de ingreso de la enfermedad debido a sus amplias y permeables fronteras y el tráfico ilegal de animales hacia Colombia como oportunidad de obtener un mejor precio de venta de los animales. A diferencia de Ecuador y Perú quienes presentan adelantos considerables en cuanto a coberturas de vacunación y control de brotes (OIE, 2015a).

- **Situación en fronteras con Colombia**

- Situación en Ecuador

Por medio de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), actualmente Ecuador adelanta el proyecto de control y erradicación de PPC por zonificación, que busca promover el desarrollo de la porcicultura nacional eliminando la enfermedad, solucionando un problema

sanitario interno, elevando la productividad nacional y abriendo oportunidades de exportación de productos porcícolas (AGROCALIDAD, 2015).

Agrocalidad, con el objetivo de disminuir las pérdidas directas e indirectas calculadas por la presencia de la enfermedad en alrededor de 5,5 millones de dólares al año en el Ecuador, ha venido trabajando de la mano del ICA, con el fin de reforzar la vigilancia en las fronteras y realizar zonificación y vacunación, lo que le ha permitido avanzar en el proceso de erradicación y desde el año 2006 no ha reportado ningún brote de PPC ante la organización mundial de sanidad animal (OIE, 2015a; AGROCALIDAD, 2015b).

- Situación en Venezuela

La autoridad sanitaria de Venezuela el Instituto Nacional de Salud Agrícola (INSAI) no reporta mayores avances en el proceso de control y erradicación de la enfermedad. Actualmente, revisando la base de datos no existe ninguna clase de reporte oficial frente a la situación sanitaria en cuanto a PPC en los últimos 4 años (INSAI, 2015), pero adicionalmente revisando los reportes de la OIE no existe información histórica disponible de ningún brote o sospecha (OIE, 2015a). La falta de información, combinado con el reporte nulo de sospechas y brotes, ha dificultado la labor de erradicación de PPC en el territorio colombiano, teniendo en cuenta que como lo expusieron Pineda y Rojas (2013, p. 29) *“las zonas de frontera y erradicación están expuestas al riesgo de ingreso de animales por pasos clandestinos que pueden estar infectados con PPC y pueden llegar a mataderos clandestinos dada la permeabilidad de la frontera y la falta de controles sanitarios efectivos”*.

### **2.1.3. Evaluación de impacto económico de un brote de PPC.**

La evaluación de impacto económico se basa en el supuesto del criterio de racionalidad económica<sup>1</sup>. En la empresa pecuaria las pérdidas por una enfermedad se miden a través de la reducción de la productividad, con consecuencias sobre el crecimiento de la población animal (disminuyendo los activos de la empresa), sobre su potencial productivo (aumentando los costos o disminuyendo los beneficios) y el deterioro de la calidad e inocuidad de los alimentos por pérdida de mercado (Jiménez Pallares, 2007).

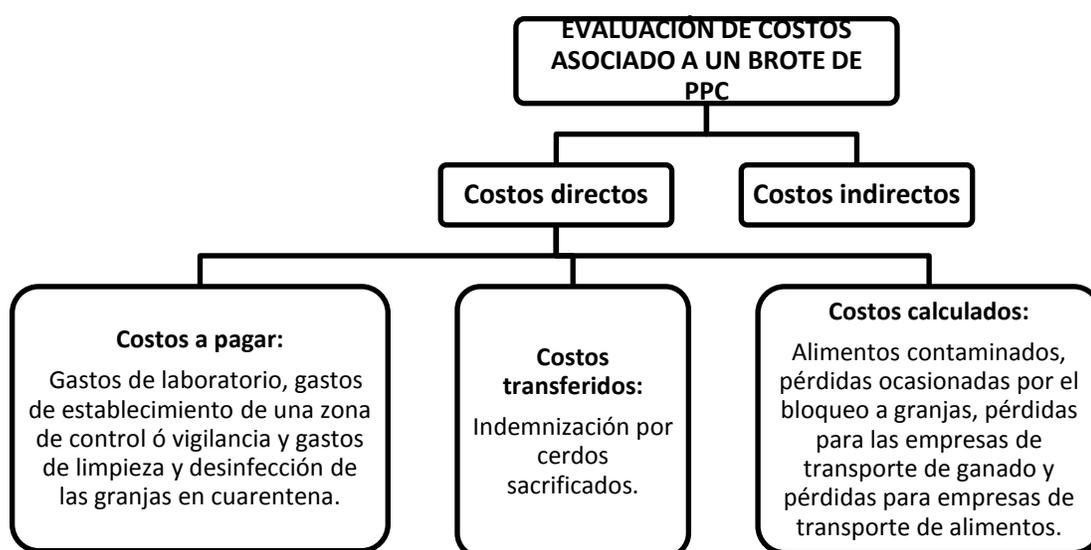
Según la FAO (2003), la prevención es la alternativa más económica para enfrentar la PPC y su control implica rigurosas medidas sanitarias que pueden incluir la utilización de vacunas de las que hay que prescindir cuando se pretende erradicar la enfermedad de un territorio, pues las mismas no impiden la existencia de animales asintomáticos portadores del virus.

Los costos de una epidemia aumentan casi 100 millones de euros con la estrategia de vacunación a virus muerto y 200 millones de euros con vacunación con virus vivo. Las pérdidas de las exportaciones cubren aproximadamente el 75% de los costos totales de las estrategias sin vacunación, el 84% de los costos totales de las estrategias de vacunación con virus muerto y el 89% de los costos en las estrategias de vacunación con virus vivo. Así mismo, los costos totales se incrementan cuando la epidemia comienza en un predio porcino núcleo, en comparación con un predio porcino de producción. (Boklund *et al.*, 2000). En algunos brotes, teniendo en cuenta los planes de contingencia establecidos, el elemento de más alto costo es el sacrificio (50%, sólo en los casos leves) (Saatkamp *et al.*, 2000).

---

<sup>1</sup> Este supuesto establece que los agentes toman decisiones económicas racionalmente, que para la teoría económica significa que el objetivo fundamental es maximizar su utilidad. En otras palabras, un agente no asumirá pérdidas pudiendo evitarlas.

Posterior a la revisión de literatura acerca del impacto económico de algunas enfermedades en la población animal y los manejos históricos referentes a la evaluación de impacto económico de PPC, se toma como base y referencia para el presente trabajo el esquema propuesto por Fernández (2011), donde se clasifican los costos como indirectos y directos y se adapta al manejo de un brote en Colombia basado en el Plan de Contingencia para PPC (Figura Nro 3). (Colombia,2011).



**FIGURA 3. Evaluación de costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica**

Fuente: Fernández (2011). Elaboración propia.

- **Costos Directos**

Los costos directos son el valor de la pérdida de potencia o desperdicios de recursos debidos a la enfermedad, junto con los costos de tratamiento y prevención (Bennett *et al.*, 1999a).

Para implementar el análisis de los costos directos se debe tener en cuenta la identificación de la población en riesgo y los sistemas de producción afectados,

la estimación de incidencia y prevalencia, la identificación del escenario si no existiera la enfermedad, la valoración de los efectos físicos de la enfermedad en la producción y la evaluación de las pérdidas directas a la población animal (Bennett et al., 1999b).

Para un mejor análisis se categorizarán los costos directos en:

- **Costos a pagar**: Son los medios humanos y materiales dispuestos y que están ligados a un gasto económico. El costo de estos medios son los que el Estado tiene que pagar directamente:
  - **Gastos de laboratorio**: Son los gastos destinados a la toma y recogida de muestras en las granjas, el envío al laboratorio y los gastos que cubren el análisis de los cultivos así como de los empleados.  
Los gastos de laboratorio implican tanto los costos de los insumos o kits de diagnóstico así como los costos operativos de la toma y envío de muestras. Esto en función de la cantidad de establecimientos y la subpoblación animal que deben ser muestreados y su frecuencia para las distintas fases del escenario con PPC (Fernández, 2011).
  - **Gastos de establecimiento de una zona de control o de vigilancia**: Son los gastos relacionados con la restricción de movimiento de animales y movilización de personal a la zona afectada.  
El establecimiento de zonas de control, erradicación o de vigilancia exige una organización operativa, logística y de bioseguridad en la que se restringen movimientos. Para ello es necesaria la movilización de recursos y una gestión coordinada de éstos (Fernández, 2011).

Una medida importante de bioseguridad a fin de contener la diseminación de la enfermedad es limpieza y desinfección de las granjas o planteles con brote de PPC. Incluyendo la valorización de los costos necesarios para cubrir las actividades de limpieza y desinfección, en sus aspectos operativos y de insumos necesarios (Fernández, 2011).

- Gastos de limpieza y desinfección de las granjas puestas en cuarentena: Costos de profesionales en limpieza y desinfección, así como los productos utilizados.

- **Costos trasferidos:** Es la indemnización por cerdos sacrificados.

En algún momento del proceso de control y erradicación de la enfermedad, las autoridades deben hacerse cargo de la compensación para los productores que han perdido los animales debido al sacrificio por infección o riesgo de diseminación (Fernández, 2011).

Se incluirán dentro de los costos transferidos, la indemnización por cada cerdo sacrificado, que para el caso de Colombia equivale al 60% del valor comercial (Kg de peso vivo), (Colombia, 2011).

- **Costos calculados:** Dentro de éstos se comprende:
  - Alimentos contaminados (además de los que estuvieron en contacto directo con los animales de las reservas mínimo de una semana)
  - Pérdidas ocasionadas por el bloqueo de granjas y no producción hasta la normalización del estatus sanitario

- Pérdidas para las empresas de transporte de ganado.
- Pérdidas para las empresas de transporte de alimentos y concentrados.

Teniendo en cuenta que el objetivo de el presente estudio es cuantificar las pérdidas asociadas a un brote de PPC relacionado con el manejo propuesto por el Plan de Contingencia del ICA (Colombia, 2011), actualmente no se cuenta con información relacionada a los costos calculados por parte del ICA, como organismo sanitario oficial, por lo cual, para el presente estudio no se tendrán en cuenta.

- **Costos indirectos**

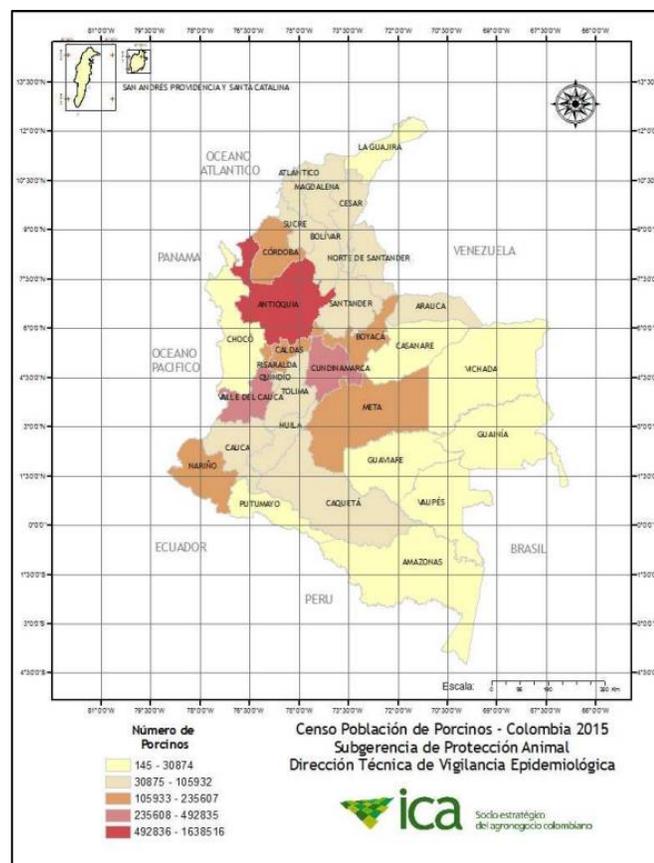
Los costos indirectos son los causados al sector por el efecto de la devaluación del precio del animal en el mercado porcino (Fernández, 2011).

Debe considerarse que éstos, pueden superar fácilmente los costos directos, en particular para los países exportadores (Saatkamp *et al.*, 2000), pero teniendo en cuenta que Colombia no exporta carne porcina, no se tendrán en cuenta para el presente estudio por falta de información e importancia para el mismo.

## 2.2. Marco Normativo

### 2.2.1. Peste Porcina Clasica en colombia

Según el censo porcino del año 2015 (Figura Nro. 4), Colombia cuenta con un **total de 4.610.653 animales**, distribuidos en **201.098 predios** (154.626 predios de traspatio y 46.472 predios tecnificados). Actualmente no se cuenta con población de jabalís y el censo de pecarís está en construcción (ICA, 2015).



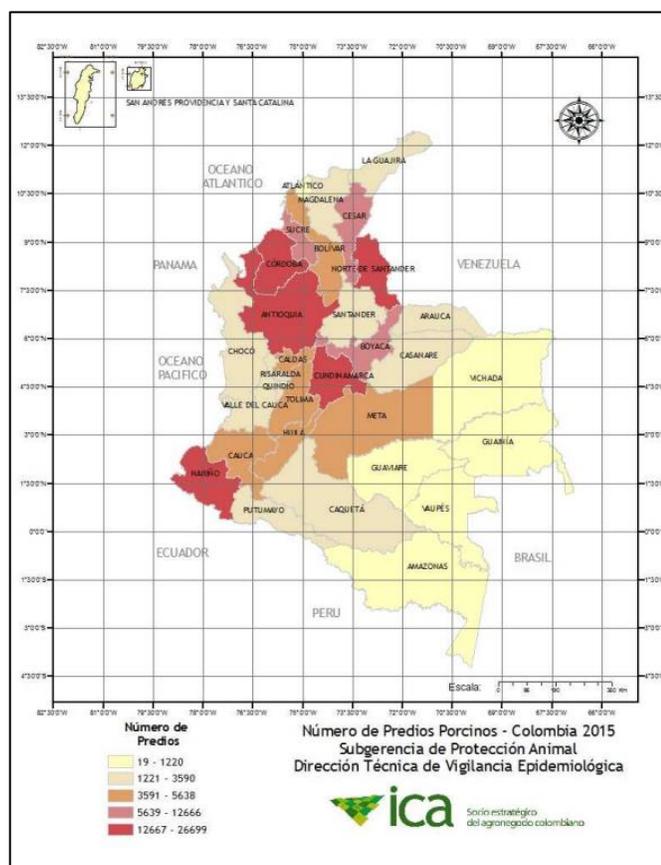
**FIGURA 4. Censo porcino Colombia año 2015**

Fuente: ICA (2015)

De acuerdo a la distribución de la población porcina en Colombia, la población porcina se concentra principalmente en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Meta, Boyacá, Caldas, Nariño y Córdoba (Figura Nro. 5).

Adicionalmente la porcicultura en Colombia se encuentra dividida en dos grandes sistemas, a saber:

- **Tecnificado:** Animales bajo confinamiento, suministro de alimentos balanceados, implementación de planes sanitarios adecuados para lograr óptimos parámetros productivos, y el objetivo principal es la comercialización de animales para el consumo humano.
  
- **Traspatio:** Animales en pequeños predios sin confinamiento intensivo, alimentación en la mayoría de veces con base en residuos de la alimentación humana u otro tipo de subproductos, ausencia de planes sanitarios y el objetivo principal es la producción de cerdos destinados a el autoconsumo, como fuente de proteína animal en la agricultura familiar (ICA, 2010).



**FIGURA 5. Número de predios porcinos Colombia año 2015.**

Fuente: ICA (2015)

El sector porcícola colombiano se ha modernizado y especializado buscando mejorar la competitividad al interior de las cadenas productivas; también ha avanzado en el mejoramiento genético, la alimentación con dietas balanceadas, el uso de infraestructura adecuada, equipamiento especializado y mano de obra calificada. Las instalaciones principalmente se encuentran en zonas rurales aptas para el desarrollo de la actividad porcícola de acuerdo al uso del suelo; el manejo puede hacerse con flujo continuo o sistema todo dentro – todo fuera, y las naves o galpones están separadas y pueden ubicarse en uno, dos o tres sitios para manejar los animales de acuerdo a su etapa fisiológica (Asoporcicultores y CCI, 2015).

- **Programa de control y erradicación**

En Colombia la enfermedad se reportó por primera vez en la década de los 40's en el año de 1942 en Cúcuta – departamento de Norte de Santander, proveniente posiblemente desde Venezuela (ICA, 2010). Desde entonces se han venido presentando brotes esporádicos de PPC que han afectado seriamente la porcicultura nacional (ICA, 2010).

En el año 1996 por medio de la Ley 272 (Colombia, 1996), fue creado el Fondo Nacional de la Porcicultura (FNP), que es una cuenta nacional utilizada para el recaudo de la cuota de fomento porcícola, la cual corresponde al 32% de un Salario Mínimo Diario Legal Vigente<sup>2</sup>. El pago de esta cuota se lleva a cabo solamente cuando los animales van a la planta de beneficio y el recurso se ejecuta en programas que son de beneficio general para los porcicultores, como el mejoramiento del estatus sanitario, la expansión del mercado, el crecimiento del consumo de la carne, la investigación y transferencia de tecnología y los estudios económicos. El pago de la cuota es de carácter obligatorio para todas las personas naturales, jurídicas o sociedades de hecho dedicadas a la producción y comercialización de porcinos al momento de realizar el sacrificio. Según Colombia (1996 a), la cuota la recaudan los mataderos y/o plantas de beneficio animal que cuenten con una infraestructura técnica, administrativa y contable adecuada de acuerdo con la reglamentación vigente.

En el año 2000 gracias a la **Ley 623** (Colombia, 2000) “**Declárase de interés social nacional la erradicación de la PPC del territorio nacional**” se inició el modelo de gestión que buscó la integración entre el sector público y autoridad sanitaria (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA) y el sector privado que

---

<sup>2</sup> Para el año 2015 el salario mínimo legal para la república de Colombia quedó establecido en \$644.350 COP, (equivalente a 260 USD), para este año el valor a cancelar fue de \$6.873 COP (2.77 USD) por cada animal sacrificado (Asoporcicultores, 2014c). Nota: la Tasa promedio de cambio para el año 2015 (1 USD = 2.476 COP) <http://www.banrep.gov.co/es/trm>

representa los intereses de los porcicultores (Asociación Colombiana de Porcicultores ASOPORCICULTORES).

De acuerdo al modelo de gestión del programa de erradicación de la PPC en Colombia las actividades, responsabilidades y compromisos son regulados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Colombia, 2002); Asoporcicultores es la encargada directa de la vacunación a nivel nacional además de llevar la base de datos de los animales vacunados y el ICA es el encargado de realizar la vigilancia epidemiológica, el diagnóstico de la enfermedad, la auditoría y reconocimiento de las zonas libres (Colombia, 2002a).

El manejo de los recursos del FNP se ciñe a los lineamientos de la política sectorial del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para el sector porcícola y destinó una cuarta parte de ese porcentaje al programa de erradicación, durante los años 2001 y 2002, el FNP se capitalizó a partir de la cuota de fomento.

Entre los años 2003 y 2007, se registraron 39 episodios de PPC en los departamentos de La Guajira (14), Norte de Santander (8), Cundinamarca (6), Quindío (4), Putumayo (2), Arauca (1), Bolívar (1), Córdoba (1), Nariño (1) y Tolima (1) (ICA, 2010).

El programa de Erradicación de la PPC está fundamentado en la protección conferida a través de la aplicación del biológico, el Decreto 930 de 2002 dejó en claro que la primera fase de vacunación masiva, empezaría en 2002 y terminaría en 2005, mientras que la segunda fase de vigilancia epidemiológica, debía llevarse a cabo entre el 2005 y el 2007. Debido a la difícil situación de orden público, las condiciones de producción porcícola y la precaria infraestructura, se extendió la vacunación masiva hasta el año 2007 (Colombia, 2002; ICA, 2010).

- **Zonificación**

En el año 2007 con el fin ser más eficientes en el control de la enfermedad, el Estado transformó el programa de erradicación que cambió radicalmente el enfoque, al dejar de asumir el país como un todo para continuar encarando el desafío desde una concepción de regiones; razón por la que se optó por el concepto de zonificación establecido por la (OIE, 2010) *“es el establecimiento de una zona de contención. En caso de brote limitado de una enfermedad en un país o una zona libre de ella se podrá establecer una zona de contención que agrupe todos los casos, con el fin de reducir al mínimo las repercusiones del brote en el país o la zona”*.

La zonificación propuesta se maneja bajo los conceptos de zona libre, zona de erradicación y zona de control.

- Zona de control: Zonas fronterizas con los países endémicos, con vacunación permanente.  
Los departamentos involucrados en un principio en la zona control fueron: Arauca, Casanare, Guajira, Norte de Santander y Nariño.
- Zona libre: Zona sin vacunación establecida bajo lineamientos internos y de la OIE.

Desde el año 2009 hasta la actualidad se maneja el concepto de zonificación y a través del tiempo se han establecido las siguientes zonas libres:

- **Zona uno**

Esta zona comprende los departamentos de: Chocó, Amazonas, San Andrés y Providencia, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada y los municipios de Murindó y Vigía del Fuerte en Antioquia. Se caracteriza por una baja población porcina,

donde su destino final es el autoconsumo y su movilización es limitada debido a barreras geográficas naturales.

Por medio de la Resolución 3866 de 2005 se suspendió la movilización de porcinos por tiempo indefinido de departamentos o países endémicos a estas zonas, teniendo en cuenta los resultados de monitoreos de ausencia viral y vigilancia epidemiológica activa de tonsilas en planta de beneficio **(Colombia, 2005a)**.

Por medio de las Resoluciones 00320 de 2009 y 001538 de 2010, esta región fue declarada Libre de Peste Porcina Clásica **(Colombia, 2009a) (Colombia, 2010)**, y en la Resolución 00315 se establecieron los requisitos sanitarios para la movilización de Porcinos y sus productos hacia las zonas declaradas libres de PPC, como factor fundamental en las medidas de control y vigilancia epidemiológica a la primera zona declarada en el país como libre de la enfermedad **(Colombia, 2009)**.

Desde el año 2005 se han realizado evaluaciones serológicas y de tonsilas demostrando la ausencia de actividad viral en dicha zona.

- **Zona dos**

En esta zona se comprenden los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca.

Esta zona concentra las explotaciones más tecnificadas, los núcleos genéticos y por consiguiente tiene la mayor densidad de población porcícola. La nutrición se fundamenta principalmente en alimentos balanceados e implementan sistemas sanitarios y de bioseguridad disminuyendo así el riesgo epidemiológico.

Por medio de la Resolución 3841 de 2009, se establecieron los requisitos sanitarios para esta zona que incluye identificación con chapeta naranja,

movilización y lavado y desinfección de animales, controles en plantas de beneficio y control de movilizaciones **(Colombia, 2009d)**.

Posteriormente en el año 2010, producto del seguimiento y comprobación de la ausencia del virus en los departamentos de dicha zona, por medio de la Resolución 001953 se prohibió la vacunación contra PPC y comercialización, producción y control de calidad de la misma **(Colombia, 2010a)**.

A su vez, mediante la Resolución 002911 de 2010, se implementó la medida sanitaria del lavado y desinfección de vehículos que transporten porcinos a las zonas declaradas libres de Peste Porcina Clásica o en erradicación o las que debieran atravesar **(Colombia, 2010b)**.

Producto del trabajo en Septiembre del año 2011 por medio de la Resolución 003575 se declaró como libre de PPC la zona dos, con excepción de algunos municipios **(Colombia, 2011a)**.

Desde ese momento hasta la actualidad, no se han presentado brotes de la enfermedad en dicha zona y actualmente es el principal reto del programa de control y erradicación teniendo en cuenta que el virus ha avanzado por gran parte del territorio nacional y que las pérdidas económicas en dicha zona serían trascendentales, razón por la cuál se hace necesario cuantificar las pérdidas y proponer medidas de mitigación del riesgo.

- **Zona tres**

Comprende los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Cauca, Meta, Santander, Tolima y Huila.

Se caracteriza por presentar sistemas de producción mixtos, donde se suplementa la alimentación balanceada con suministro de residuos de alimentación humana y otros subproductos. Adicionalmente, en esta zona hay presencia de cerdos silvestres y de traspatio, los sistemas de comercialización

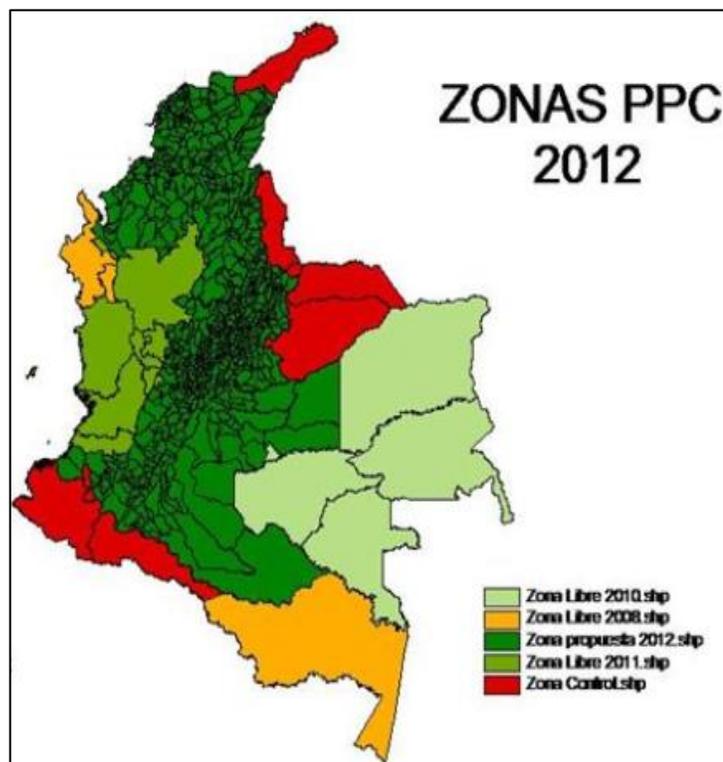
en los porcicultores medianos y pequeños se basan en plazas de ferias y mercados municipales donde el tenedor de cerdos no maneja esquemas de vacunación estrictos ni se aplican tecnologías productivas.

- **Zona cuatro**

Comprende los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena, Guajira, Cesar, Córdoba, Sucre, Nariño, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Caquetá y Putumayo.

Es una zona que se caracteriza por tener un alto porcentaje de explotaciones de traspatio (Traspatio: 72%; Tecnificadas: 28%), utilización de residuos de la alimentación humana y otros subproductos en la dieta de los porcinos y además de sus costumbres socio-culturales y religiosas (Población indígena) hacen de esta zona la de mayor dificultad para lograr coberturas de vacunación homogéneas y sostenidas.

La propuesta de zonificación había presentado muy buenos resultados teniendo en cuenta que posterior a los últimos brotes presentados en junio del año 2007 en el departamento de La Guajira, no se había registrado ningún foco de la enfermedad en el territorio nacional. La meta que se había trazado el sector consistía en que en el año 2013 fuera declarada la cuarta zona libre de PPC, con el mantenimiento de franjas de vacunación en las fronteras con Venezuela (La Guajira, Cesar, Norte de Santander y Arauca) y Ecuador (Nariño y Putumayo). Con la cuarta zona libre, el país será declarado libre de Peste Porcina Clásica en el año 2015 (Figura Nro 6).



**FIGURA 6. Distribución zonificación programa Peste Porcina Clásica año 2012.**

Fuente: (ICA, 2010)

Posteriormente, por medio de la Resolución 002278 se establecen las medidas sanitarias para la declaración de la cuarta zona libre de Peste Porcina Clásica, donde se suspendió la vacunación en la zona propuesta a declarar libre **(Colombia, 2013)**.

Desafortunadamente producto del contrabando presentado en la frontera con Venezuela generado por un mayor precio de venta de los porcinos en el territorio Colombiano, reafirma lo expuesto en el análisis de riesgo elaborado por Pineda y Rojas (2013) donde el contrabando de animales representaba un riesgo **ALTO** de reintroducción de la enfermedad. Lo que llevó que en el año 2013 se presentaran 9 focos de PPC, de los cuales 1 foco (11.2%) se presentó

en el municipio de Urumita de la Guajira y 8 (88.8%) se presentaron en el departamento del Cesar en los municipios de El Paso (4 focos), Chiriguana (3 focos) y Valledupar (1 foco) **(Asoporcicultores, 2014c)**.

A partir de ese momento por medio de la Resolución 004541 de 2013, se declaró la emergencia sanitaria en el departamento del Cesar y once (11) municipios del departamento de Norte de Santander por la presencia de un brote de PPC en la zona a declarar como libre de la enfermedad **(Colombia, 2013a)**.

Para el manejo de los brotes se siguió lo establecido en el plan de contingencia establecido por el ICA y se realizó fusil sanitario de los animales enfermos **(Colombia, 2011)**.

En Abril del año 2014 debido a la aparición de nuevos focos de la enfermedad por medio de la Resolución 001130, se declaró la emergencia sanitaria en el departamento del Magdalena en los municipios de Santa Ana, Plato, Nueva Granada, Ariguani, Pijiño del Carmen, San Zenón y Santa Bárbara del Pinto y el departamento de Bolívar en el municipio de Talaigua Nuevo, por la presentación de Peste Porcina Clásica en la zona a declarar libre de la enfermedad **(Colombia, 2014)**

En total **en el año 2014 se presentaron 24 focos de PPC** (Tabla Nro. 1), de los cuales 2 (8.3%) ocurrieron en Bolívar en el municipio de Talaigua Nuevo; 5 focos (20.8%) se presentaron en Cesar en los municipios de El Paso (2), Chiriguana (2) y Valledupar (1); en el departamento de Magdalena se presentaron 15 focos (62.5%), en los municipios de Pijiño del Carmen (1 foco), Santa Ana (10 focos), San Zenón (3) y San Sebastián de Buenavista (1 foco) y

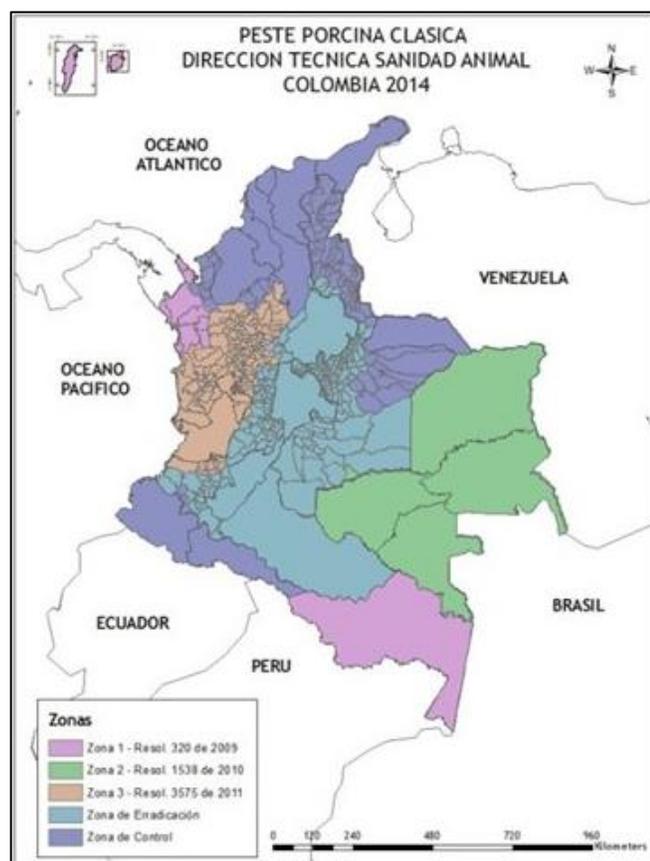
en el departamento de Norte de Santander se presentaron 2 focos (8.3%) en el municipio de Ocaña. (Asoporicultores, 2015a).

**TABLA 1. Relación de focos de Peste Porcina Clásica periodo años 2013-2014**

Fecha Notificación	Departamento	Municipio	Vereda	Predio	Susceptibles	Casos	Muertos	Destruídos	Sacrificados	% Letalidad
14/05/2014	Bolívar	Talaiga Nuevo	Calle principal	Caño Hondo	16	6	5	0	0	83,3
24/03/2014	Magdalena	Santa Ana	Jaraba	Jaraba	598	338	310	0	0	91,7
24/03/2014	Magdalena	Santa Ana	San Fernando	San Fernando	97	67	24	0	0	35,8
04/03/2014	Cesar	El Paso	Barrio 15 de mayo	Urbano	7	1	1	6	0	100,0
28/01/2014	Cesar	Chiriguana	Rincon Hondo	Cienfuegos	43	2	1	42	0	50,0
28/01/2014	Cesar	Chiriguana	Pacho Prieto	No hay como Dios	107	37	29	78	0	78,4
28/01/2014	Cesar	El Paso	El Hatillo	Casco Urbano	328	11	11	317	0	100,0
28/01/2014	Cesar	El Paso	La Loma	Sabana Linda	54	39	28	26	0	71,8
07/11/2013	Cesar	Chiriguana	La Sierra	Las Ganancias	48	18	10	38	0	55,6
26/08/2013	La Guajira	Urumita	La Rabona	El Raizu	15	6	6	9	0	100,0
					<b>1.313</b>	<b>525</b>	<b>425</b>	<b>516</b>	<b>0</b>	<b>81,0</b>

Fuente: Asoporicultores (2014b).

Como consecuencia de los brotes presentados, el proceso de zonificación sufrió modificaciones, debido a la reaparición de la enfermedad en algunos departamentos del territorio nacional para el año 2014 (Figura Nro. 7).



**FIGURA 7. Zonificación programa Peste Porcina Clásica en Colombia año 2014.**

Fuente: ICA (2014)

Consecuencia de la presentación de brotes, se amplió la zona de control y erradicación, adicionalmente se intensificó el control de movilizaciones y los puestos de control en frontera, pero, a pesar de los controles y la declaración de la emergencia sanitaria en unas zonas del país, **en el año 2015 se presentaron 50 focos de PPC**, de los cuales en su mayoría se han presentado en los departamentos de la Costa Atlántica: 1 foco en La Guajira municipio de Riohacha; 2 focos en el departamento del Atlántico en los municipios de Barranquilla (1) y Soledad (1); 9 focos en el departamento de Bolívar en los municipios de Altos del Rosario (1), Barranco de Loba (1) Cartagena (1), El

Peñón (1), Magangué (1), Mahates (1), Pinillos (1) y San Juan de Nepomuceno (2); 9 focos en el departamento del Cesar en los municipios de Bosconia (1), Chimichagua (2), Chiriguana (1), La Jagua de Ibirico (2), La Paz (1) y Valledupar (2); 18 focos en el departamento de Magdalena en los municipios de El Banco (5), Guamal (7), San Sebastián de Buenavista (3) y Santa Marta (3); 10 focos en el departamento de Sucre en los municipios de Corozal (1), Galeras (2), Ovejas (2), San Benito de Abad (4) y San Juan de Betulia (1).

Analizando el avance de la enfermedad, la poca contención del virus y el riesgo que representa la no vacunación en los departamentos de la zona a declararse libre, por medio de la Resolución 001795 se decidió declarar en emergencia sanitaria los departamentos de la costa Atlántica, Arauca, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Antioquia, Risaralda, Valle, Quindío, Tolima, Chocó, Cundinamarca, Boyacá, Casanare, Caquetá, Santander, Meta y Huila por la enfermedad de Peste Porcina Clásica. Lo que incluye cuarentena de las áreas intervenidas, importación de 1'000.000 de dosis de vacuna *Pest Vac*, control de movilización y supervisión de la vacunación (**Colombia, 2015**) y adicionalmente por la presentación de 1 (un) foco de PPC, en el municipio de Bucaramanga, se declaró la emergencia sanitaria en los municipios de Bucaramanga, Rionegro, Girón, Lebrija y el Playón del departamento de Santander, por medio de la Resolución 000631 (**Colombia, 2015a**)

Actualmente viendo la necesidad de proteger las áreas sin vacunación y disminuir la presentación de focos, por medio de la Resolución 003573 de Octubre de 2015, se estableció la vacunación de PPC en los departamentos de Arauca, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Casanare, Caquetá, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Nariño, La Guajira, Santander, Sucre, Huila Putumayo y algunos municipios de Antioquia, Caldas, Cauca y Tolima (**Colombia, 2015b**).

Evaluando la distribución de los últimos brotes de PPC en Colombia (Figura Nro. 8), los focos de PPC se dieron en zonas limítrofes con Venezuela y se ha distribuido en los departamentos de Bolívar, Magdalena, Atlántico, Guajira y Cesar manteniéndose en una zona específica.



**FIGURA 8. Distribución espacial de focos de Peste Porcina Clásica en el periodo de Enero - Agosto año 2015**

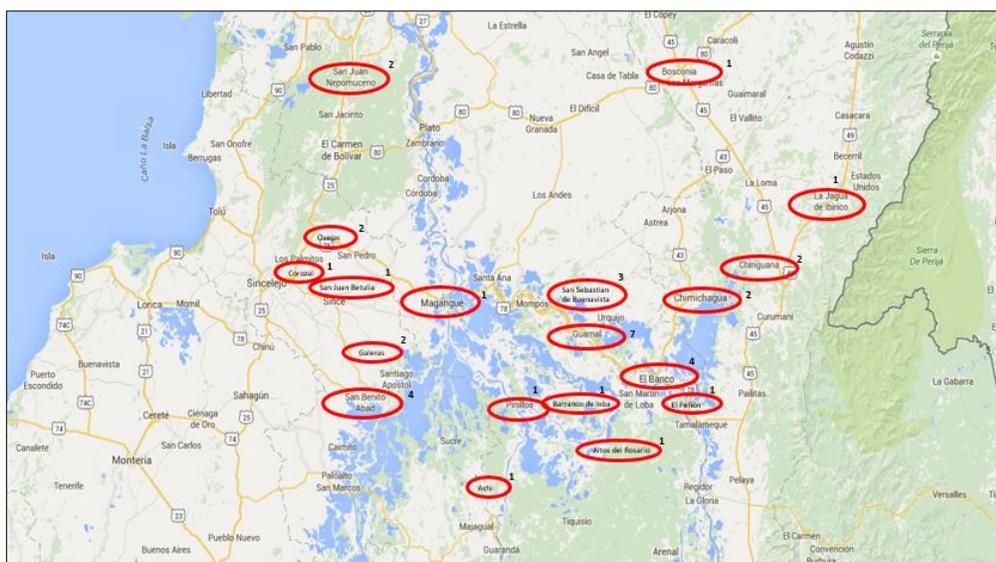
Fuente: Asoporcicultores (2015 b)

Por medio de la consulta a expertos del ICA<sup>3</sup>, se evidencia que los brotes de PPC en el año 2015 se presentaron en una zona con gran número de ciénagas (Figura Nro. 9), lo que dificulta el control de movilizaciones teniendo en cuenta que es predominante el transporte en medios no convencionales (fluvial); de igual manera, la zona presenta un alto número de explotaciones de traspatio con un nivel de tecnificación bajo, que junto al bajo nivel de escolaridad de los

<sup>3</sup> En el capítulo de Materiales y Métodos se presenta como un componente esencial la consulta a expertos y en el Anexo 1 se listan todos los expertos consultados.

productores, dificultó la comprensión de las medidas de emergencia y el cumplimiento en cuanto a las restricciones de movilización.

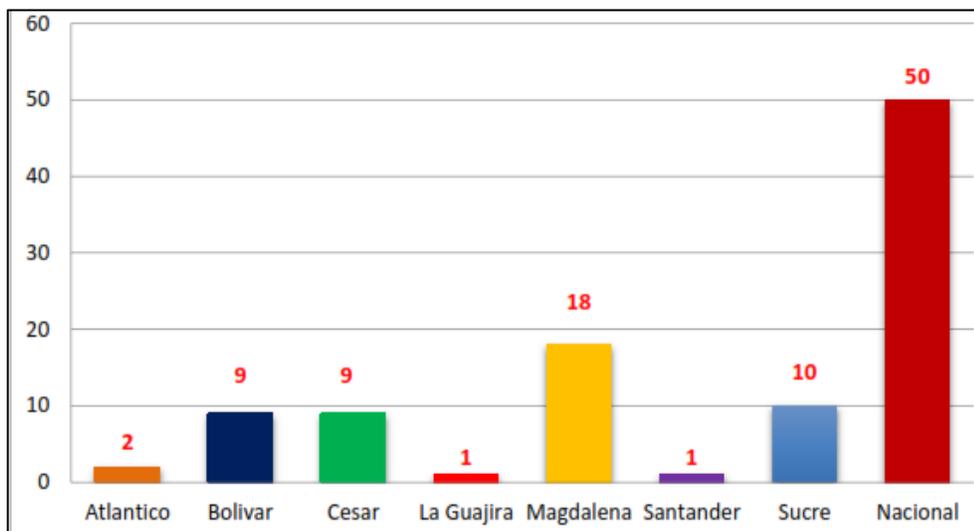
Adicionalmente, la posible causa del avance del virus hacia el departamento de Santander se debe a que los productores no siempre reportan los signos compatibles con la enfermedad ante el ICA y al momento de realizar la atención de las escasas notificaciones, se dificultaba la toma de muestras, producto del escaso confinamiento de los animales y su estilo de vida libre.



**FIGURA 9. Distribución espacial de focos de Peste Porcina Clásica Colombia año 2015**

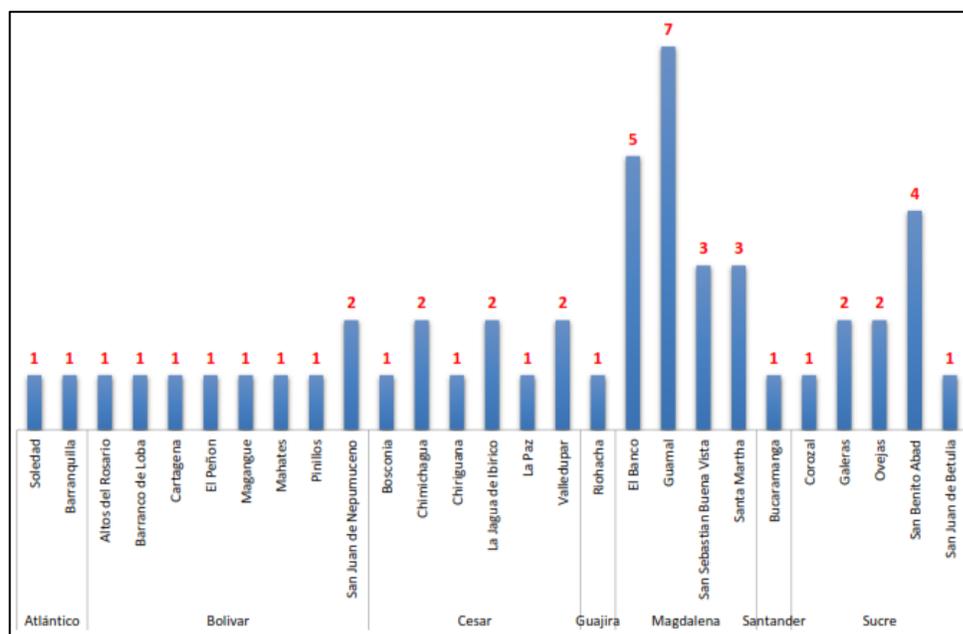
Fuente: Google earth.

En total en el año 2015 se presentaron 50 focos de PPC (Figura Nro. 10), distribuidos en un total de 6 departamentos y 27 Municipios (Figura Nro. 11).



**FIGURA 10. Focos de Peste Porcina Clásica en Colombia año 2015.**

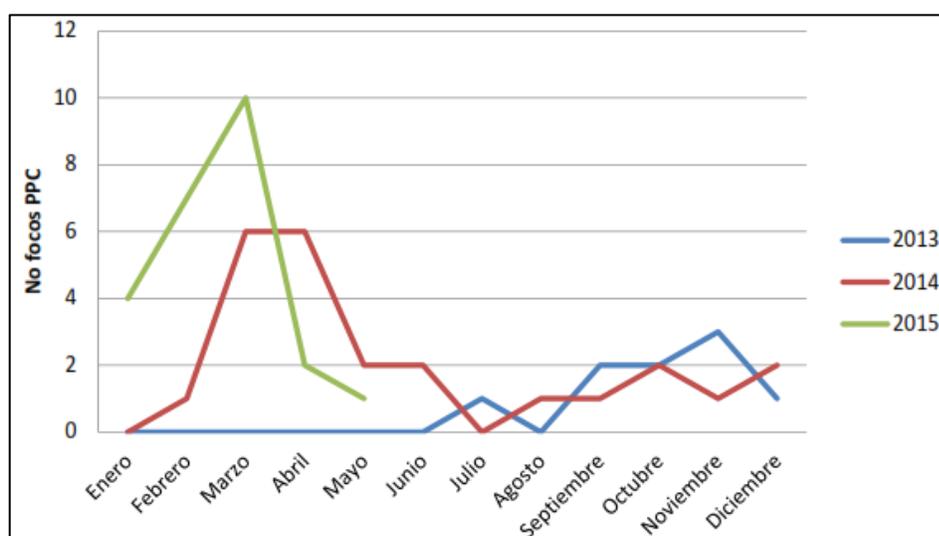
Fuente: Asoporcicultores. (2015 b)



**FIGURA 11. Distribución focos de Peste Porcina Clásica (municipio y departamento) Colombia año 2015.**

Fuente: Asoporcicultores (2015)

A raíz de los brotes de PPC presentados desde el año 2013, se evaluó la temporalidad de los focos (Figura Nro. 12), evidenciando que se tiene un pico de presentación de la enfermedad en los meses de enero a junio, lo cual se relaciona con la culminación de los ciclos de vacunación en noviembre y su inicio en febrero, así como, con los periodos de interbarrido donde se vacunan menos animales, adicionalmente en el año 2014 se presentó poca disponibilidad de vacuna por problemas en la importación (Asoporcicultores, 2015a).



**FIGURA 12. Temporalidad de focos de Peste Porcina Clásica en Colombia años 2013-2015.**

Fuente: (Asoporcicultores, 2015a)

- **Estrategia de vigilancia epidemiológica:**

A través del desarrollo del programa de control y erradicación de Peste Porcina Clásica, se han desarrollado diferentes estrategias de vigilancia epidemiológica de tipo pasivo y activo.

- **Vigilancia epidemiológica pasiva:**

Históricamente con base en el informe “Programa nacional de erradicación de la Peste Porcina Clásica 2008 – 2013”<sup>4</sup>, en dicho periodo se notificaron anualmente una serie de cuadros sistémicos compatibles con la enfermedad de PPC (Tabla Nro. 2), de los cuales se tomaron muestras, para su posterior análisis por medio de la técnica ELISA y NPLA; detectando así que, la técnicas empleadas no permitían diferenciar los anticuerpos post-vacunales de los anticuerpos inducidos por el virus de campo, por lo que se asociaron animales positivos sin cuadros clínicos asociados a PPC a vacunación o anticuerpos maternos en animales jóvenes; en el año 2009 se inició a emplear la técnica de RT-PCR en suero, la cual no interfiere con las variables anteriormente mencionadas.

**TABLA 2. Vigilancia epidemiológica pasiva: notificaciones de Peste Porcina Clásica periodo 2008 – 2012 en Colombia**

<b>Año</b>	<b>No. Notificaciones</b>	<b>No. de muestras</b>	<b>Resultados</b>	<b>Prueba de laboratorio</b>
2008	111	87	Negativos	Inmunofluorescencia directa, PCR e histopatología
2009	96	480	125 (26.04%) sueros positivos, 322	ELISA, los sueros positivos fueron confirmados por la técnica de NPLA

<sup>4</sup> Documento interno oficial del ICA elaborado por el doctor Mario Peña, facilitado para la construcción del presente documento.

			(67.08%) negativos y 34 (6.87%) sospechosos.	encontrando los mismos resultados. Se realizó confirmación por la técnica de RT-PCR con resultados negativos.
2010	125	125	RT-PCR	Negativos
2011	148	148	RT-PCR	Negativos
2012	153	153	RT-PCR	Negativos

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2015, con base en la consulta a expertos<sup>5</sup>, entre enero y diciembre, se atendieron 433 notificaciones para PPC analizadas por RT-PCR y /o histopatología. En total se realizaron 1896 análisis para PPC por vigilancia pasiva por RT-PCR. En el periodo citado se confirmaron 63 casos positivos a PPC por PCR. Adicionalmente para el análisis diferencial de la Peste Porcina clásica, por PCR se atendieron 20 solicitudes para diferentes agentes e etiológicos.

- **Vigilancia epidemiológica activa:**

En el periodo de 2008 a 2013, se realizaron estudios de vigilancia epidemiológica activa (Tabla Nro. 3), los cuales se realizaron como parte esencial de la declaración de zonas libres de la enfermedad y monitoreo en diferentes especies relacionadas con los porcinos como pecaríes.

**TABLA 3. Estudios de vigilancia epidemiológica activa para Peste Porcina Clásica en el periodo 2008 – 2012 en Colombia**

Año	Estudio	Muestras	Técnica	Resultado
2008	Porcinos de descarte de los departamentos de Amazonas, San Andrés y Providencia y Zona norte del	339 tonsilas	RT-PCR	Negativo

<sup>5</sup> Anexo 1, relaciona el listado de expertos consultados.

	Chocó			
	Actividad viral en porcinos del departamento del Amazonas.	84 sueros	ELISA	Negativo
	Porcinos asilvestrados (departamentos de Arauca, Casanare y La Guajira)	352 sueros	ELISA	Negativo
<b>2009</b>	Ausencia de circulación viral en porcinos de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca, zona centro-sur de Antioquia, zona norte del Cauca y municipio de Cajamarca en el Tolima	720 tonsilas	PCR	Negativo
	Ausencia de actividad viral en porcinos de los departamentos de Guainía, Guaviare, Vaupes y Vichada.	412 sueros	ELISA y NPLA	Negativo
	Estudio de Vigilancia Epidemiológica activa para Peste Porcina Clásica en porcinos silvestres (pecaríes)	46 sueros	ELISA y NPLA	Negativo
<b>2010</b>	Ausencia de actividad viral en porcinos de la zona declarada Libre de PPC en los departamentos de Amazonas, San Andrés y la zona norte del Chocó	1108 sueros	ELISA y NPLA	Negativo
	Vigilancia Epidemiológica Objetivo en predios de Alto Riesgo	337 visitas parques temáticos del Eje Cafetero que poseen porcinos		
<b>2011</b>	Ausencia de actividad viral la zona centro-occidente del país	8280 sueros	ELISA-NPLA	117 positivo
			RT-PCR	Negativo
	Vigilancia Epidemiológica Objetivo mediante visitas a Predios de Riesgo	603 visitas a predios de alto riesgo en la zona declarada Libre de PPC		

		835 visitas a predios de las zonas de frontera (Arauca, Norte de Santander, La Guajira, Nariño y Putumayo)		
		638 visitas a predios de la Costa Atlántica		
<b>2012</b>	Vigilancia Epidemiológica Activa estudio de circulación viral de la Peste Porcina Clásica en la población porcina de los departamentos que conforman la nueva zona a declarar libre de PPC	1100 tonsilas	RT-PCR	Negativo
	Centinelización de Peste Porcina Clásica en la población porcina de los departamentos que conforman la nueva zona a declarar libre de PPC	346 sueros	ELISA-NPLA	Negativo
	Ausencia de Actividad Viral de la Peste Porcina Clásica en la población porcina de los departamentos de Guainía, Guaviare, Vaupes, Vichada y Puerto Concordia (Meta)	370 sueros	ELISA-NPLA	Negativo
	Vigilancia Epidemiológica Objetivo mediante visitas a Predios de Riesgo.	1.064 visitas de vigilancia epidemiológica a predios de riesgo en la zona declarada Libre de PPC		
	1.463 a predios de riesgo en las zonas de frontera			
	1.054 a predios de riesgo en la Costa Atlántica.			

Fuente: elaboración propia<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Documento oficial elaborado por el doctor Mario Peña titulado "Informe PPC 2008-2013"

A partir del año 2008, el Programa Nacional de Erradicación de Peste Porcina Clásica optó por la zonificación como estrategia para avanzar en el proceso de erradicación de la enfermedad, siguiendo con los lineamientos establecidos en el capítulo 15.2 del Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE, entre los que se encuentran la vigilancia epidemiológica pasiva de la enfermedad y los estudios de vigilancia epidemiológica activa que permitan demostrar tanto la ausencia de circulación del virus de PPC para suspender la vacunación en una determinada zona, como la demostración de ausencia de actividad del virus que permitan posteriormente la declaración de la misma como libre de la enfermedad.

Teniendo en cuenta la consulta a expertos del ICA<sup>7</sup>, en el año 2015 se realizaron las siguientes estrategias de vigilancia epidemiológica activa:

#### **I. Muestreo de peste porcina clásica basado en el riesgo en la zona tecnificada del país**

La vigilancia de PPC, en la zona Centro-Occidente del país, estuvo dirigida hacia dos sub- poblaciones a riesgo: las explotaciones tecnificadas y las semi-tecnificadas y predios de traspatio y la población objeto de muestreo fueron porcinos de 4 a 18 meses de edad, se eligió esta edad con el propósito de no encontrar reacciones en animales adultos, debido a posibles vacunaciones (a pesar de llevar 4 años y 10 meses sin vacunación) o en lechones con anticuerpos recibidos a través del calostro de la madre.

La asignación de la muestra estimada de los predios (cluster o conglomerados) a muestrear en los departamentos objeto se hizo proporcionalmente a la población de porcinos susceptibles de cada departamento. Se seleccionaron 136 predios o cluster, 81 de alto riesgo-traspatio y 55 de bajo riesgo-tecnificada,

---

<sup>7</sup> Anexo 1, relaciona el listado de expertos consultados.

cada uno con 31 animales en la población elegible, para un total de 4.216 animales muestreados. Las muestras fueron analizadas por la prueba de ELISA para la detección de anticuerpos frente al virus de la PPC y las muestras positivas o sospechosas por ELISA se confirmaron por medio de la prueba NPLA (Prueba de neutralización de la peroxidasa).

## **II. Evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la peste porcina clásica desde los países limítrofes de Colombia**

En ferias, se seleccionaron lechones, precebos o animales en crecimiento en mala condición corporal (colas, retrasados) que se están comercializando en el lugar. De estos animales se colectó la muestra de tonsila para su evaluación por medio de la técnica RT-PCR y tejidos en formol para estudio histopatológico. Por otro lado, en plantas de beneficio se colectó muestra de tonsila de cerdos dentro de un lote de ceba, con menor peso y en mala condición corporal.

Entre junio – diciembre del 2015, se colectaron en el departamento de Nariño, 77 muestras de tonsila colectadas en ferias de porcinos legales e ilegales así como en mataderos legales y no formales. En el departamento de Putumayo se colectaron 18 tonsilas colectadas en mataderos legales y no formales.

## **III. Evaluación serológica para la vigilancia epidemiológica activa de la peste porcina clásica.**

Se colectaron 3457 muestras de suero porcino de animales con diferentes edades, ubicados en 313 predios de 11 departamentos. Por otro lado, se analizaron 227 muestras de suero porcino, colectadas en ferias municipales en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

Las muestras fueron analizadas por medio de una prueba de ELISA para la detección de anticuerpos frente al virus de la PPC.

#### **IV. Vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas**

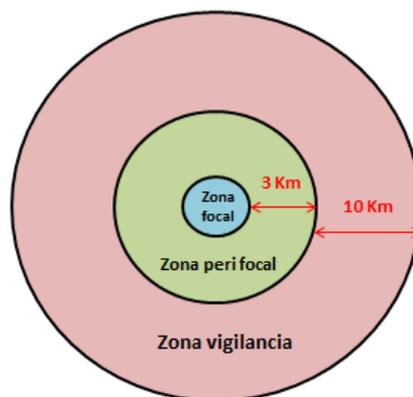
Se analizaron por RT- PCR, pool de sueros en 90 explotaciones porcinas ubicadas en el departamento de Santander y 346 tonsilas colectadas en plantas de beneficio y matadero clandestinos ubicados en en los departamentos de Antioquia (66), Boyacá (15), Caldas (4), Casanare (2), Cauca (2), Cundinamarca (21), Huila (2), Meta (13), Norte de Santander (4), Santander (195) y Tolima (22).

#### **Plan de contingencia frente a la presentación de un caso de Peste Porcina Clásica en Colombia**

Con el fin de conocer el manejo establecido por parte de el ICA frente a un brote de PPC y poder cuantificar las pérdidas para el Estado, el plan de contingencia busca consolidar un sistema nacional de emergencia ante la posible aparición de casos de PPC en las poblaciones susceptibles a la enfermedad en todo el país, haciendo énfasis en la diferenciación de las acciones tomadas según las zonas sanitarias de la enfermedad y busca identificar y eliminar las potenciales fuentes de infección y controlar los riesgos de reingreso y difusión de la enfermedad.

Ante la aparición de un foco de PPC en una zona declarada o en proceso de declaración libre de la enfermedad, se deben aplicar las medidas de emergencia de forma inmediata, para tratar de recuperar el estatus sanitario de la zona afectada en el menor plazo de tiempo posible, tomando como primera medida la delimitación de la zona en área infectada o foco, área perifocal y área de vigilancia o área de protección:

- ❖ **Área infectada o focal**: Comprende el o los predios donde se encuentran los animales enfermos.
- ❖ **Área perifocal**: Comprende la zona contenida en un radio de tres (3) kilómetros alrededor de la zona focal.
- ❖ **Área de vigilancia (zona de protección)**: Comprende una zona de aproximadamente diez (10) kilómetros de radio a partir del área perifocal.



**FIGURA 13. Distribución zona focal, perifocal y vigilancia en un caso de Peste Porcina Clásica en Colombia.**

Fuente: Elaboración propia

En el marco del plan de contingencia, se establecen una serie de grupos con tareas específicas para la atención de un foco, lo que direcciona el gasto de los recursos y las diferencias al actuar dependiendo de la zona en que se presente de acuerdo al concepto de zonificación establecido por la OIE (2010).

- **Grupo de vigilancia epidemiológica**

Es el encargado de determinar y localizar en mapas el área perifocal y de protección, definir las visitas de rastreo y atención de sospechas de la enfermedad, determinar los predios y poblaciones en riesgo y localizarlos de manera gráfica en mapas con el fin de evaluar el comportamiento diario de la enfermedad.

En caso de presentarse el brote en una zona endémica o zona de control, debe determinar los predios y poblaciones a vacunar y revacunar, establecer la vigilancia epidemiológica en ferias comerciales y mataderos fuera de la zona de protección y determinar el origen del brote.

- **Grupo de cuarentena y control de movilización de animales y productos**

Busca analizar y definir las áreas a cuarentenar, identificar las vías de comunicación existentes, establecer puestos estratégicos de control y desinfección, asesorar a las autoridades en las labores del control de movilización y definir las necesidades de comunicación en la comunidad. El ICA tiene establecidos 13 puestos de control y desinfección de carretera, sin embargo en caso de un brote se establecen puntos de control en la zona afectada.

- **Grupo de sacrificio y destrucción de animales, productos y elementos**

Es el encargado de determinar las estrategias para la eliminación de animales afectados y material contaminado, determinar los lugares de sacrificio, destrucción, incineración, enterramiento o traslado de animales, productos y elementos. Adicionalmente programar y adecuar el tamaño de la fosa, corrales y embudos necesarios para el manejo y enterramiento de animales.

De igual forma, participa en el avalúo de los animales a sacrificar, destruir o trasladar según especie, raza, sexo y edad de los elementos a destruir con la firma de la correspondiente acta.

- **Grupo de limpieza y desinfección**

Busca determinar los lugares en donde sea necesaria esta actividad y existan las condiciones para realizarlas, de igual manera determina los procedimientos para el lavado y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos

estableciendo los productos necesarios y procede al lavado de todos los elementos utilizados en la atención de la emergencia.

Posterior al sacrificio y eliminación de los animales, se deben iniciar las actividades de limpieza y desinfección de corrales, corredores, jaulas y equipos en donde hayan permanecido o estado en contacto los porcinos afectados (a cargo del productor).

- **Grupo de centinelización**

Busca introducir y desplazar por toda la finca, animales centinelas, durante un periodo mínimo de 30 días. Realizar tres muestreos a los animales en el día 1, 15 y 30 de la centinelización. Preparar el plan de erradicación, en caso de presentarse de nuevo la enfermedad en los animales centinelas o de encontrar resultados positivos. Supervisar la repoblación del o los predios y de las actividades de vigilancia a desarrollar.

- **Grupo de diagnóstico**

Buscar realizar las pruebas diagnósticas inmediatamente después que reciba las muestras y comunicar inmediatamente tenga los resultados a la oficina que dirige el operativo, por último verificar el resultado en el laboratorio de referencia en caso que lo amerite.

- **Grupo de vacunación**

Busca determinar el número de predios y animales a ser vacunados de acuerdo al ingreso y difusión de la enfermedad, conservar y aplicar la vacuna, vacunar los predios vecinos a los focos y las poblaciones con alta exposición al riesgo.

En las zonas endémicas o control se deben diligenciar los Registros Unicos de Vacunación RUV y en las zonas de erradicación o declaradas libres se debe realizar la vacunación **únicamente** cuando la Dirección Técnica de Sanidad

Animal autorice y se deben identificar bien predios y animales vacunados para su sacrificio una vez se haya controlado la emergencia.

En zonas de control todos los porcinos de las granjas localizadas en el área del foco y en el área perifocal, deben vacunarse o revacunarse de forma inmediata, según lo dispuesto por las autoridades sanitarias.

Actualmente se cuenta con 4 vacunas autorizadas dentro del programa de PPC (Tabla Nro. 4).

**TABLA 4. Vacunas autorizadas para el programa de Peste Porcina Clásica en Colombia.**

# Registro ICA	Producto	Tipo de producto	Agente a controlar
689	Vacuna contra peste porcina cepa china	VIRAL	Virus lapinizado de Peste Porcina Clasica (cepa china) (vivo)
3219	Pestiffa	VIRAL	Virus de Peste porcina clasica cepa CHINA IL04
3447	Colervec	VIRAL	Virus vivo lapinizado de Peste Porcina cepa china adaptado a cultivo celular (celulas BS CL 67/MPK MINIPIG KIDNEY)
8986	Pest vac	VIRAL	Peste Porcina Clásica

Fuente: (ICA, 2015)

- **Grupo administrativo**

Busca preparar el presupuesto necesario, registros de gastos y elaborar los respectivos informes, adicionalmente tramitar pedidos de elementos y contratos y tramitar viáticos y pasajes del personal encargado de atender la emergencia.

- **Grupo de divulgación y comunicaciones**

Busca determinar las ayudas necesarias que contribuyan al proceso de control y erradicación (boletines de prensa, radio, pasacalles, vallas, perifoneo,

volantes), preparar y distribuir información a ganaderos, autoridades y comunidad en general y por último informar a la comunidad cuando se terminen las operaciones de control y erradicación.

## **CAPÍTULO 3: OBJETIVOS**

En este capítulo se establecen los objetivos que se buscan en este proyecto, los cuales se encuentran relacionados con la simulación de brotes y cuantificación de los mismos.

### **3.1. Objetivo general**

Estimar las pérdidas económicas para el Estado colombiano asociadas a la reintroducción de la Peste Porcina Clásica.

### **3.2. Objetivos específicos**

1. Identificar, cuantificar y valorizar las pérdidas económicas para el Estado colombiano por un brote de PPC en la zona de control y erradicación.
2. Identificar los costos asociados al programa oficial de vigilancia epidemiológica para mantener el estatus de zonas libres de PPC en Colombia.
3. Simular brotes de Peste Porcina Clásica en dos escenarios, uno en una zona de control y otro en la zona de erradicación o libre de la enfermedad.
4. Estimar los costos asociados a la simulación de los brotes en la zona de control y erradicación para el Estado colombiano.
5. Comparar los costos de erradicación de un brote de PPC en las zonas de control y libres vs. los costos asociados al programa oficial de vigilancia epidemiológica para PPC.

## CAPÍTULO 4: HIPÓTESIS

La hipótesis que se busca comprobar en el presente documento por medio del cumplimiento de los objetivos general y específicos es:

**Los costos asociados a la erradicación de brotes de Peste Porcina Clásica para el Estado colombiano, son mayores que los costos asociados al programa oficial de vigilancia epidemiológica y control**

## CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección del documento se establece la metodología para la evaluación de impacto económico de un brote de la enfermedad de PPC. Esto se realizará mediante la simulación de un brote en una zona de control elegida con base en un análisis de riesgo y un brote en la zona libre respecto al programa de erradicación y control de la enfermedad establecido por parte de la autoridad sanitaria del país. El objetivo del ejercicio se plantea en tres pasos: la simulación, la cuantificación y el análisis de los resultados para comprobar que los costos de erradicación de brotes de PPC en Colombia son mayores que los costos de vigilancia epidemiológica y control, que es la hipótesis orientadora de esta tesis. A continuación se detallan estos procedimientos gradualmente.

### 5.1. Construcción del marco teórico y marco normativo

Como parte inicial se realiza una búsqueda sistemática de la bibliografía relevante del tema, para esto se propone como primer criterio de selección las revistas con mayor impacto en la plataforma “Scopus” y posteriormente se seleccionan los artículos más relevantes como los más citados. La búsqueda de la información estuvo compuesta en diferentes etapas que permitieron la construcción del marco teórico y el marco normativo:

- **Marco teórico**
  - Caracterización de la enfermedad de PPC, identificando el agente causal, la epidemiología y las estrategias de vacunación.
  - Situación de la enfermedad a nivel mundial.
  - Metodologías de evaluación de impacto económico para la enfermedad de PPC, la búsqueda se concentró en literatura de experiencias en la cuantificación y valoración de brotes de PPC a nivel internacional.

- **Marco normativo**

- Consulta de la normatividad vigente en el país para el control de la enfermedad.
- Descripción y avances del programa de erradicación de PPC.

La metodología establecida permite identificar los artículos científicos más citados y con mayor relevancia en el tema, lo que asegura que se utiliza la literatura con mayor impacto.

Otro aspecto que es importante destacar en la metodología, fue la consulta a expertos del ICA como de Asoporcicultores (Anexo Nro. 1), que entregaron su opinión profesional y experiencias de primera mano, debido a que ellos representan a la autoridad sanitaria del país y al gremio privado y son los que a su vez ejecutan los programas de control y vigilancia. De igual forma se consultó la normativa vigente en cuanto al programa de control y erradicación de PPC disponible para Colombia y los avances del programa desde sus inicios hasta la actualidad, revisando los boletines epidemiológicos del Instituto Colombiano Agropecuario de cada uno de los brotes reportados desde el año 2007 hasta 2015.

## **5.2. Metodología**

La metodología para la evaluación de la hipótesis plantea una simulación de los brotes en dos zonas de acuerdo al Plan de Control y Erradicación, la primera en la zona de control (departamento de Arauca) y la segunda, en la zona de erradicación (departamento de Boyacá). En el momento en que se planteó la tesis (2013), no se habían presentado brotes de PPC en Colombia desde el año 2007. Sin embargo, durante la ejecución del mismo, reapareció la enfermedad a causa del contrabando de Venezuela, razón por la cual, la idea inicial de simular los brotes en el departamento de Arauca y el departamento de Boyacá tuvo que ser replanteada debido a que en el año 2015, el departamento de Boyacá fue

declarado en emergencia sanitaria y desde ese entonces se inició nuevamente la vacunación, lo que desvirtuaba la idea inicial de simulación en una zona en erradicación o sin vacunación.

Al presentarse esta dificultad, surge la necesidad de conocer la caracterización de los predios tecnificados en el país, resultando así, que el departamento de Antioquia desde el año 2010 suspendió la vacunación para PPC y fue declarado en el año 2012 como zona libre de PPC sin vacunación. Actualmente, el departamento de Antioquia se encuentra en riesgo de introducción de la enfermedad teniendo en cuenta que en departamentos como Córdoba con el cual limita al norte, ha presentado brotes de la enfermedad y que cuatro (4) de los departamentos limítrofes fueron declarados en alerta sanitaria y presentaban circulación viral. Adicionalmente, en consulta con expertos del ICA, manifestaron la preocupación por el ingreso de la enfermedad a las granjas genéticas que presenta el departamento, siendo el primero a nivel nacional, con sistemas de explotación tecnificadas, lo que en consecuencia generaría un riesgo de reintroducción de la enfermedad y un alto impacto económico.

Esta situación, se acentúa debido a que actualmente no se cuenta con estudios de impacto económico relacionados, razón por la cual, se decide cambiar de zona de simulación del departamento de Boyacá al departamento de Antioquia y se mantiene la simulación en el departamento de Arauca. Este último, es importante teniendo los resultados encontrados por (Pineda y Rojas, 2013) donde por su condición limítrofe con Venezuela presenta un riesgo alto de reintroducción debido a él contrabando de animales.

La piedra angular de este trabajo se sustenta en el análisis de riesgo elaborado en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile a cargo de la doctora Maria del Pilar Pineda y el doctor Diego Rojas (Pineda y Rojas, 2013) funcionarios de Asoporcicultores, en el cual evaluaron las probabilidades de reintroducción de PPC al departamento de Arauca y en la zona de erradicación,

evidenciando un riesgo alto de reintroducción de la enfermedad por animales de contrabando y movilizaciones sin control en el departamento de Arauca. Se tomaron las probabilidades clasificadas como ALTAS con el fin de simular los diferentes escenarios y posteriormente cuantificar el impacto económico de la enfermedad.

- **Simulación de Brotes de PPC**

Para realizar la simulación en los escenarios seleccionados, se tomaron las poblaciones de porcinos de cada departamento con base en el censo porcino establecido por el ICA para el año 2015 (ICA, 2015). Teniendo en cuenta que en el momento de establecer el ejercicio no se contaba con georreferenciación de los predios a nivel nacional, se asume un supuesto metodológico de población uniformemente distribuida en los departamentos para realizar la simulación en los escenarios. Esto significa, que el impacto de la enfermedad es igual en las diferentes zonas de entrada que se puedan presentar. Adicionalmente, se supone que la duración del brote es por un único momento en el tiempo y no tiene duración, esto simplifica el análisis.

Una vez definido este supuesto, cabe aclarar que, de acuerdo al departamento de simulación (Arauca – Antioquia), varían los sistemas de producción (traspatio – tecnificado), lo que diferencia en gran medida el impacto económico de cada uno de los escenarios. Esta diferenciación es importante para el estudio debido que el promedio de animales varía de acuerdo al sistema de producción, lo que permitirá precisar el número de animales involucrados en cada una de las zonas donde se presente un brote de PPC.

- **Simulación Brote de PPC en el departamento de Arauca (Zona de Control)**

Con base en el análisis de riesgo presentado por Pineda y Rojas (2013), se establecieron las siguientes probabilidades para la reintroducción de Peste Porcina Clásica a través de la frontera Venezolana:

**P1:** Probabilidad de que un lote este infectado de Venezuela

**P2:** Probabilidad de ingreso por paso clandestino

**P3:** Probabilidad de que un animal infectado sobreviva al viaje

**P4:** Probabilidad de que un animal infectado llegue a predio de Zona de Vacunación

**P5:** Probabilidad de infección de la población susceptible NO vacunada en zona de vacunación

Según las conclusiones del análisis de riesgo, se estableció que existe una probabilidad ALTA para P2 y P3 en el departamento de Arauca:

**TABLA 5. Probabilidades de exposición a Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca a través de la frontera con Venezuela.**

P	Probabilidad	Escala Cuantitativa	Escala semicuantitativa
P1	Probabilidad de que un lote este infectado de Venezuela.	0,0393	<b>Moderado</b>
P2	Probabilidad de ingreso por paso clandestino.	0,9441	<b>Alto</b>
P3	Probabilidad de que un animal infectado sobreviva al viaje.	0,8201	<b>Alto</b>
P4	Probabilidad de que un animal infectado llegue a predio de Zona de Vacunación.	0,1277	Bajo
P5	Probabilidad de infección de la población susceptible NO vacunada en zona de vacunación.	0,0687	Bajo

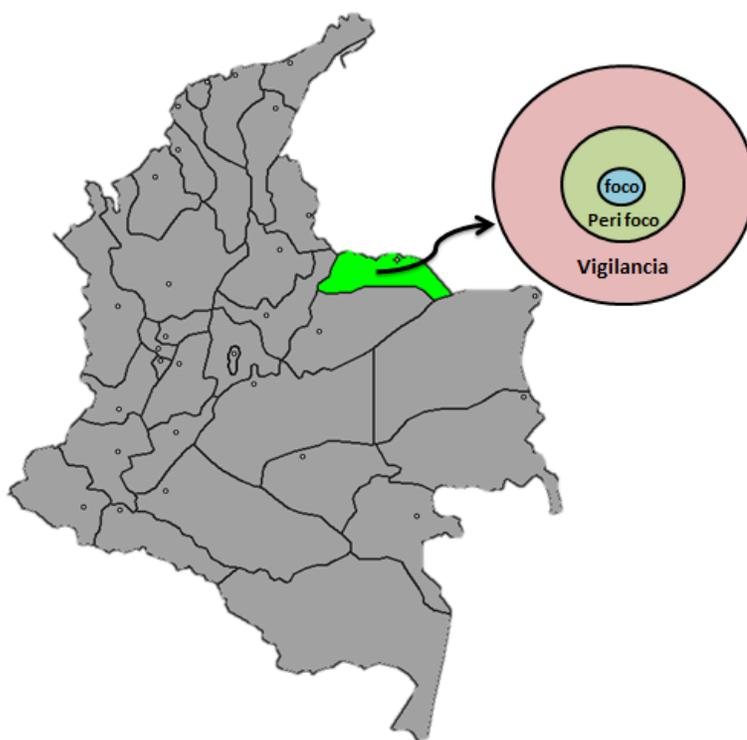
Fuente: Pineda y Rojas (2013)

Para la elaboración de la simulación, se seleccionan las probabilidades establecidas según la escala semicuantitativa como ALTAS: en virtud del comportamiento de los últimos brotes de la enfermedad en Arauca, causados por el transporte ilegal desde Venezuela en los departamentos de frontera **P2=0.9441** y adicionalmente se toma la **P3=0.8201**, esperando que el animal infectado sobreviva al viaje.

En la siguiente etapa de la simulación, y teniendo en cuenta que la población porcina en el departamento de Arauca se distribuye homogéneamente y según el censo ICA (2015) es de **60.755 cerdos** distribuidos en un **área de 23.818 Km<sup>2</sup>**; se tiene que la densidad poblacional en Arauca es de cerdos es de 2.55 por Km<sup>2</sup>.

Por otra parte, siguiendo en Plan de Contingencia establecido por el ICA en esta zona ante la sospecha de un brote de PPC, se procede a ubicar los brotes de la enfermedad y establecer las zona focal (predio o predios donde se identificaron animales enfermos o muertos por el virus), peri focal (3Km<sup>2</sup>

alrededor del área focal) y zona de vigilancia (10Km<sup>2</sup> alrededor del área peri focal).



**FIGURA 14. Ubicación de un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca.**

Fuente: Elaboración propia

Producto de las simulaciones y las probabilidades obtenidas del análisis de riesgo, se estimó el número de animales infectados en caso que se presente un brote de PPC.

Una vez obtenido este resultado y con base en los costos del Programa de Control y Erradicación, el procedimiento a seguir de acuerdo al Plan de Contingencia, es cuantificar los costos asociados a cada escenario simulado para contrastar la hipótesis orientadora.

- **Simulación Brote de PPC en el departamento de Antioquia (Zona Libre)**

Siguiendo el esquema planteado para realizar la simulación de Arauca, se elabora la simulación en Antioquia. En este sentido, el análisis de riesgo presentado por Pineda y Rojas (2013) establece las siguientes probabilidades:

**PI:** Probabilidad de detección del movimiento ilegal en zona de erradicación o con suspensión de vacunación.

**PII:** Probabilidad de llegada a predio del movimiento ilegal en zona de Erradicación

**PIII:** Probabilidad de infección de animales susceptibles en zona de erradicación.

**PIV:** Probabilidad de llegada a matadero ilegal en zona de erradicación.

**PV:** Probabilidad de portadores asintomáticos en zona de erradicación.

Los resultados del análisis de riesgo establecen una probabilidad alta para PI y PIII y PIV. A continuación se muestran los resultados

**TABLA 6. Probabilidades de exposición a Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia a través de la frontera con Venezuela.**

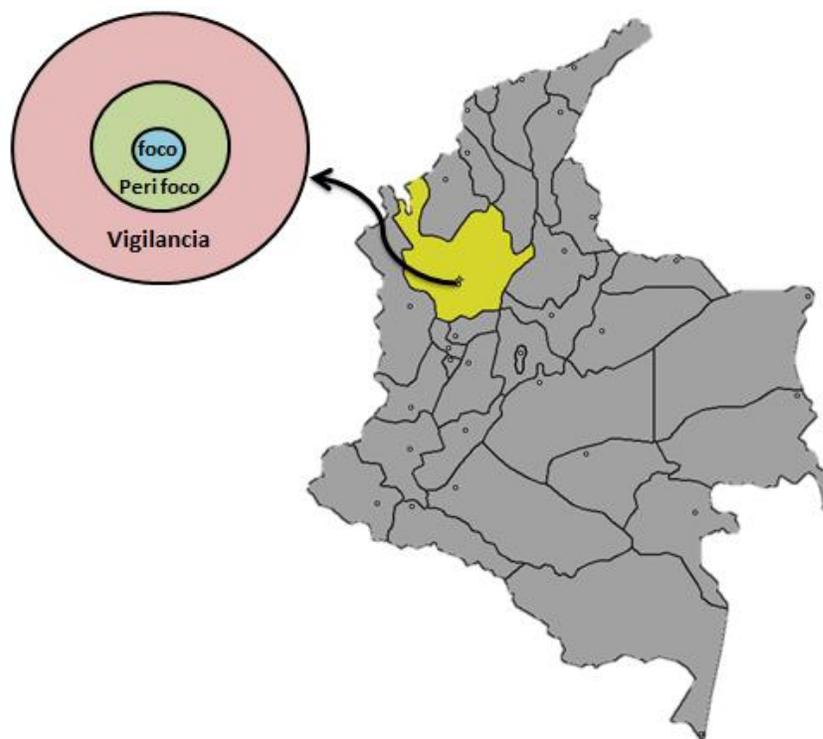
P	Probabilidad	Escala Cuantitativa	Escala semicuantitativa
PI	Probabilidad de detección del movimiento ilegal en Zona de Erradicación o con suspensión de vacunación.	0,8691	Alto
PII	Probabilidad de llegada a predio del movimiento ilegal en Zona de Erradicación.	0,1578	Bajo
PIII	Probabilidad de infección de animales susceptibles en Zona de Erradicación.	0,7196	<b>Alto</b>
PIV	Probabilidad de llegada a matadero ilegal en Zona de Erradicación.	0,7981	<b>Alto</b>
PV	Probabilidad de portadores asintomáticos en Zona de Erradicación.	0,1806	Bajo

Fuente: Pineda y Rojas (2013)

En virtud que el departamento de Antioquia limita con los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, y Santander donde se han presentado focos de la enfermedad recientemente y con los departamentos de Cundinamarca, Tolima, Huila, Putumayo y Nariño donde actualmente se tiene establecida la vacunación, se tomaron como base las probabilidades: PI = 0,8691; PIII= 0,7196 y PIV=0.7981.Pineda y Rojas (2013).

Teniendo en cuenta que la población porcina en el departamento de Antioquia es de **1'638.516 cerdos** distribuidos en un **área de 63.612 Km<sup>2</sup>**, arroja una densidad poblacional de 26 cerdos / Km<sup>2</sup>.

Asumiendo que la población porcina se encuentra homogéneamente distribuida en el departamento de Antioquia, se simuló la introducción del virus de PPC al departamento de Antioquia, de la misma manera que se realizó para el caso de Arauca.



**FIGURA 15. Ubicación de un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia.**

Fuente: Elaboración propia

Producto de las simulaciones y las probabilidades obtenidas del análisis de riesgo, se estimó el número de animales infectados en caso que se presente un brote de PPC.

Una vez obtenido este resultado, y con base en los costos del Programa de Control y Erradicación, el procedimiento a seguir de acuerdo al Plan de Contingencia, es posible cuantificar los costos asociados a cada escenario simulado para contrastar la hipótesis orientadora.

### 5.3. Estimación de impacto económico por Brotes

Para la estimación del costo directo asociado a un brote de PPC, se seleccionó la metodología propuesta por Fernández (2011), en ésta se clasifican los costos asociados a un brote de PPC en directos e indirectos, y el impacto económico de un brote se cuantificará como las pérdidas asociadas que debe asumir el Estado mediante la ejecución del Programa de Control y Erradicación de PPC.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de información para la elaboración de esta tesis, de la metodología propuesta se evaluarán solo los costos directos asociados a un brote, definidos como los costos a pagar y costos transferidos<sup>8</sup>, esto en virtud que solo existe información oficial de los recursos asociados al Programa de Control y Erradicación por parte del ICA y Asoporicultores.

Un aspecto metodológico que se debe resaltar es la omisión de la cuantificación de los costos indirectos, esto debido a una limitación técnica en la disponibilidad de la información. Esto ocurre porque una característica propia de los sistemas de producción en Colombia es el *traspatio*<sup>9</sup>; en éste los animales son alimentados con residuos de la alimentación humana y hace imposible la cuantificación de las pérdidas en alimentación, principalmente en el departamento de Arauca. De igual forma, la falta de un sistema establecido de trazabilidad dificulta la rastreabilidad y seguimiento productivo de un animal, así como la insuficiente cobertura de predios registrados ante el ICA, lo que

---

<sup>8</sup> **Costos Directos:** Los costos directos son el valor de la pérdida de potencia ó desperdicios de recursos debidos a la enfermedad, junto con los costos de tratamiento y prevención. **Costos Indirectos:** son los causados al sector por el efecto de la devaluación del precio del animal en el mercado porcino

<sup>9</sup> **Sistema de traspatio:** Animales distribuidos en pequeños predios sin un confinamiento intensivo, alimentación con base en residuos de la alimentación humana u otro tipo de subproductos, ausencia de planes sanitarios y destinados principalmente para el autoconsumo. **Sistema tecnificado:** animales bajo confinamiento, suministro de alimentos balanceados, planes sanitarios adecuados.

conlleva a una inadecuada cobertura de predios que utilizan las guías sanitarias de movilización oficial que a su vez dificulta el conocimiento de flujos.

Por último, una vez definidos los costos de un brote según el programa de Control y Erradicación en las dos zonas elegidas, se dispone de toda la información necesaria para llevar a cabo la evaluación de impacto económico.

La metodología establecida para la tesis permite conocer, primero: mediante la simulación, el número de animales en cada uno de los escenarios afectados, segundo: con la metodología propuesta por Fernández (2011) y su respectiva adaptación al sistema de producción colombiano, los costos directos para el estado asociados a un brote de PPC que se cuantificarán en el estudio. Con lo anterior, es posible comparar si los costos asociados en cada uno de los brotes mediante la pérdida esperada obtenida mediante la probabilidad del evento por el número de cerdos que puede afectar, posteriormente se evalúa si estos costos son mayores que los costos del Programa de Control y Erradicación, que es el objetivo central de esta tesis.

#### **5.4. Estimación de costos asociados al Programa de Vigilancia Epidemiológica**

Para la valoración económica del Programa de Vigilancia epidemiológica para PPC en Colombia para el año 2015, se realizó una consulta a expertos del ICA, y se consultaron los estudios de vigilancia epidemiológica tanto pasiva como activa para PPC en el año 2015. Posterior a la consulta sistemática de los programas de vigilancia activa y pasiva del programa, se estableció el número de muestras tomadas y se procedió a la cuantificación, con base a la tabla de tarifas de laboratorio establecida por el ICA para el año 2015 (ICA, 2015 a).

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados del ejercicio de simulación y valoración de costos establecidos en el capítulo de materiales y métodos. De esta forma, se definieron dos posibles escenarios para la simulación de la presentación de un brote de PPC en el departamento de Arauca (Zona de control con vacunación) y el departamento de Antioquia (Zona libre sin vacunación). Este capítulo se estructura en 4 partes; la primera es el establecimiento de las áreas peri focal y de vigilancia, en éstas será posible determinar la población de cerdos que pueden ser afectados de acuerdo a las zonas establecidas para el manejo de un brote por el Plan de Contingencia en el marco del programa de Control y Erradicación de PPC. La segunda, es la simulación de un brote a partir de las probabilidades establecidas en el análisis de riesgo elaborado por Pineda y Rojas (2013). La tercera, es la estimación de costos directos de acuerdo a los escenarios de simulación y la cuarta, el establecimiento de los costos del Programa de Vigilancia. Finalmente, se consolidan y contrastan los resultados con base en la hipótesis orientadora que los costos de erradicación de brotes de PPC en Colombia son mayores que los costos de vigilancia epidemiológica y control.

### **Establecimiento de las áreas perifocal y de vigilancia**

De acuerdo al Plan de Contingencia establecido por el ICA para el manejo de un brote de PPC, se establece como área focal el predio en el cual se confirma la enfermedad, este predio o área focal se determina aleatoriamente, es decir que puede presentarse en cualquier predio del departamento, y alrededor de éste se establecen las área peri focal 3Km a la redonda del área focal y área de vigilancia de 10Km alrededor del área peri focal respectivamente. El ejercicio para determinar la población en cada una de las áreas tiene como punto de partida la definición de la superficie de área en Kms<sup>2</sup>, para esto se determina la

superficie de área de la zona Perifocal (3Km) y de vigilancia (10Km) en los departamentos de Arauca y Antioquia, mediante la adaptación de la fórmula del área de una circunferencia ( $\pi r^2$ ):

$$\text{Area zona Focal} = 3 * \pi r^2$$

A su vez, con el objetivo de conocer el área de la zona de vigilancia, se propone la siguiente fórmula:

$$\text{Area zona de vigilancia} = 10 * \pi r^2$$

Resultando así, que en caso de presentarse un brote de PPC tanto en el departamento de Arauca como en el departamento de Antioquia la zona peri focal tendrá un área establecida de 28 Km<sup>2</sup> y la zona de Vigilancia 314 Km<sup>2</sup> (Tabla Nro. 7)

**TABLA 7. Establecimiento de áreas de las zonas peri focal y vigilancia para un brote de Peste Porcina Clásica.**

Establecimiento áreas (zona peri focal y vigilancia)	Contingencia (Km)	Área Km <sup>2</sup>
Zona Peri focal	3	28
Zona Vigilancia	10	314

Fuente: (ICA, 2015). Elaboración propia.

### **Simulación de brotes en el departamento de Arauca**

El área total del departamento de Arauca es de 23.818 Km<sup>2</sup>, según el censo porcino para el año 2015, se estimó una población de 60.755 cerdos. Suponiendo que la población porcina en el departamento se encuentra uniformemente distribuida como se explicó en el capítulo 5, la densidad poblacional de Arauca es de 2.55 cerdos/Km<sup>2</sup>, para hacer el ejercicio más riguroso no se aproxima al entero siguiente (3) ver (Tabla Nro. 8).

**TABLA 8. Resumen censo porcino departamento de Arauca año 2015**

<b>Datos departamento de Arauca</b>	
Área Total	23.818 Km <sup>2</sup>
Total cerdos	60.755
Total cerdos sistema tecnificado	48.400
Total predios porcinos sistema tecnificado	1.480
Promedio de cerdos en predio tecnificado	33
Total cerdos sistema traspatio	12.355
Total predios sistema traspatio	1.236
Promedio de cerdos en predio traspatio	10

Fuente: ICA (2015). Elaboración propia.

Para estimar el número de animales involucrados en cada una de las áreas establecidas para el manejo de un brote de PPC en la zona de control del Plan de Contingencia, se aplican las siguientes fórmulas<sup>10</sup>:

$$\# \text{ de cerdos (ZPF)} = \text{Area de la zona (ZPF)} * \text{Densidad Poblacional}$$

$$\# \text{ de cerdos (ZV)} = \text{Area de la zona (ZV)} * \text{Densidad Poblacional}$$

Como resultado de la aplicación de la fórmula se obtiene un total de 72 animales contenidos en el área peri focal y un total de 801 animales en el área de vigilancia (Tabla Nro. 9)

---

<sup>10</sup> ZPF: Zona Perifocal  
ZV: Zona de Vigilancia

**TABLA 9. Simulación número de cerdos expuestos en un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca.**

# Cerdos según zona en el departamento de Arauca	
Zona	# de cerdos
Perifocal	72
Vigilancia	801

Fuente: ICA (2015). Elaboración propia.

Para mayor precisión, el foco puede presentarse en un predio tecnificado o en uno de traspatio. La simulación se realiza a su vez para estos dos eventos.

Posterior al cálculo del número de animales contenidos en cada una de las áreas indicadas de acuerdo al Plan de Contingencia para un brote de PPC en el departamento de Arauca, se procede a realizar las simulaciones de los brotes mediante 2 posibles escenarios con base a las probabilidades de más alta introducción de la enfermedad estimadas por Pineda y Rojas (2013). Para esto se seleccionan las probabilidades

- **P2= 0,9441** (probabilidad de ingreso por paso clandestino)
- **P3= 0,8201** (probabilidad de que un animal infectado sobreviva al viaje)

La simulación del brote se elabora con el cálculo de la pérdida esperada, que se obtiene de la multiplicación de las probabilidades por la densidad poblacional de cada una de las zonas peri focal y vigilancia. Como zona focal se define el promedio de animales en cada predio de acuerdo al sistema productivo que según el censo 2015 es de: **traspatio 10 animales y tecnificado 33 animales** para el departamento de Arauca (Tabla Nro. 10).

**TABLA 10. Simulación del número de animales involucrados en un brote de Peste Porcina Clásica con las probabilidades P2 y P3 en el departamento de Arauca.**

<b>Zona</b>	<b>Brote: P2 (0,9441) # animales involucrados</b>	<b>Brote: P3 (0,8201) # animales involucrados</b>
Focal predio traspatio	9	8
Focal predio tecnificado	31	27
Peri focal	68	59
Vigilancia	757	657

Fuente: ICA (2015). Elaboración propia.

Cómo herramienta adicional para la posterior cuantificación del impacto de un brote de PPC, se hizo necesario estimar el peso promedio de 1 porcino en el departamento de Arauca, para así en la fase de cuantificación, poder establecer el valor del mismo y cuantificar las pérdidas asociadas al sacrificio de los animales en el área focal.

El punto de partida fue la consulta a expertos de Asoporicultores<sup>11</sup>., se establecieron las diferentes categorías en una granja de producción porcícola de ciclo completo y se estimó el peso promedio a cada una de las categorías (Tabla Nro. 11), posteriormente, se buscó estimar un peso ponderado a cada etapa, llevando a estimar el peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Arauca en 55Kg.

---

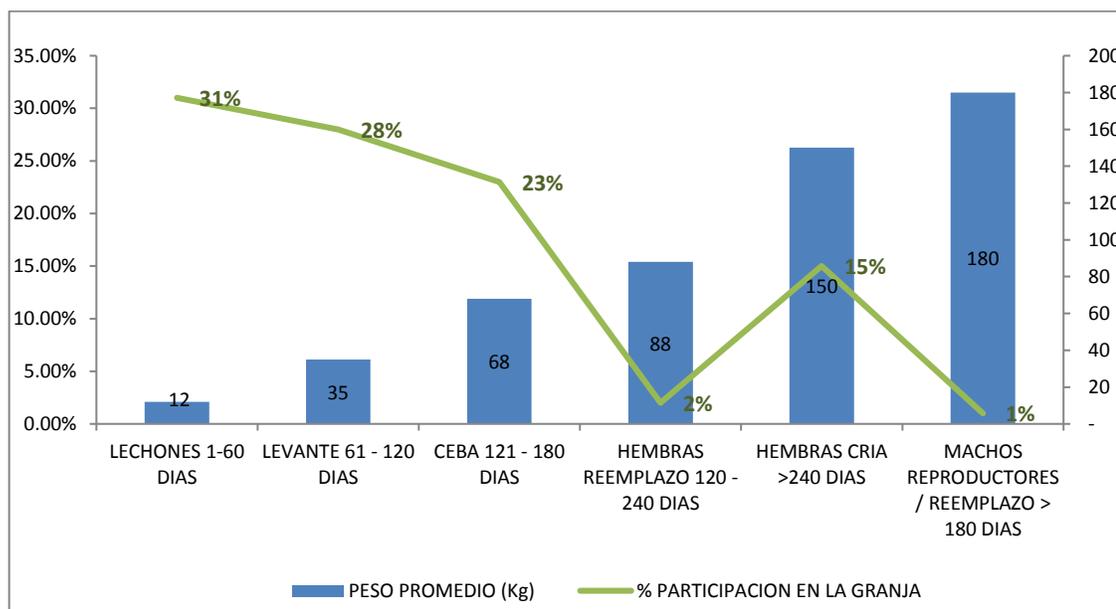
<sup>11</sup> Anexo 1, Listado de expertos consultados

**TABLA 11. Estimación peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Arauca**

<b>Categoría</b>	<b>Peso promedio (kg)</b>	<b>% Participacion en la granja</b>	<b>Peso ponderado de 1 cerdo en Arauca</b>
Lechones 1-60 días	12	31,00%	4
Levante 61 - 120 días	35	28,00%	10
Ceba 121 - 180 días	68	23,00%	16
Hembras reemplazo 120 - 240 días	88	2,00%	2
Hembras cría >240 días	150	15,00%	23
Machos reproductores / reemplazo > 180 días	180	1,00%	2
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>55 Kg</b>

Fuente: Consulta a experto Asoporcicultores Elaboración propia.

De igual manera la distribución gráfica del promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Arauca se muestra en la Figura Nro. 16



**FIGURA 16. Distribución promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Arauca**

Fuente: Consulta a experto Asoporcicultores Elaboración propia.

## Simulación de brotes en el departamento de Antioquia

El área total del departamento de Antioquia es de 63.612 Km<sup>2</sup>, y según el Censo porcino en el año 2015 la población fue de 1.638.516 cerdos. Suponiendo que la población porcina en el departamento se encuentra uniformemente distribuida, la densidad poblacional de Antioquia es de 26 cerdos/Km<sup>2</sup> (Tabla Nro. 12)

**TABLA 12. Resumen censo porcino departamento de Antioquia año 2015**

Datos departamento de Antioquia	
Área Total	63.612 Km <sup>2</sup>
Total cerdos	1.638.516
Total cerdos sistema tecnificado	1.277.677
Total predios porcinos sistema tecnificado	2049
Promedio de cerdos en predio tecnificado	623
Total cerdos sistema traspatio	360839
Total predios sistema traspatio	21410
Promedio de cerdos en predio traspatio	17

Fuente: ICA (2015). Elaboración propia.

De igual forma que en la simulación para el departamento de Arauca, se utilizan las fórmulas para determinar el número de animales involucrado en cada una de las áreas establecidas para el manejo de un brote de PPC en la zona libre en el plan de contingencia, se aplica la siguiente fórmula<sup>12</sup>:

$$\# \text{ de cerdos (ZPF)} = \text{Area de la zona (ZPF)} * \text{Densidad Poblacional}$$

$$\# \text{ de cerdos (ZV)} = \text{Area de la zona (ZV)} * \text{Densidad Poblacional}$$

---

<sup>12</sup> ZPF: Zona Perifocal  
ZV: Zona de Vigilancia

Como resultado de la aplicación de la fórmula se obtiene un total de 728 animales contenidos en el área peri focal y un total de 8.092 en el área de vigilancia (Tabla Nro. 13).

**TABLA 13. Simulación número de cerdos expuestos en un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia**

# Cerdos según zona en departamento de Antioquia	
Zona	# de cerdos
Perifocal	728
Vigilancia	8.092

Fuente: ICA (2015) Elaboración propia.

Posterior al cálculo del número de animales contenidos en cada una de las áreas indicadas de acuerdo al Plan de Contingencia para un brote de PPC en el departamento de Antioquia, se procede a estimar 3 posibles escenarios con base a las probabilidades más altas de introducción de la enfermedad reportada por Pineda y Rojas (2013). Para esto se seleccionaron las probabilidades:

- **PI= 0,8691** (probabilidad de detección del movimiento ilegal en zona de erradicación o con suspensión de vacunación)
- **PIII= 0,7196** (probabilidad de infección de animales susceptibles en zona de erradicación)
- **PIV= 0,7981** (Probabilidad de llegada a matadero ilegal en zona de erradicación).

La simulación del brote se elabora con el cálculo de la pérdida esperada, que se obtiene de la multiplicación de las probabilidades por la densidad poblacional de cada una de las zonas peri focal y vigilancia. Como zona focal se define el promedio de animales en cada predio de acuerdo al sistema productivo que según el Censo para el departamento de Antioquia es de: **17 cerdos en traspatio y 623 tecnificado** (Tabla Nro. 14)

**TABLA 14. Simulación del número de animales involucrados en un brote de Peste Porcina Clásica con las probabilidades PI, PIII y PIV en el departamento de Antioquia.**

<b>Zona</b>	<b>Brote: PI (0,8691) # animales involucrados</b>	<b>Brote: PIII (0,7196) # animales involucrados</b>	<b>Brote: PIV (0,7981) # animales involucrados</b>
Focal predio traspatio	15	11	14
Focal predio tecnificado	541	488	497
Peri focal	633	524	581
Vigilancia	7033	5823	6458

Fuente: (ICA, 2015) Elaboración propia.

De igual manera como se realizó para el departamento de Arauca, se buscó cuantificar el impacto de un brote de PPC, estimando el peso promedio de 1 porcino en el departamento de Antioquia, para así en la fase de cuantificación, poder establecer el valor del mismo y cuantificar las pérdidas asociadas al sacrificio de los animales en el área focal y perifocal.

El punto de partida fue la consulta a expertos de Asoporcicultores<sup>13</sup>., se establecieron las diferentes categorías en una granja de producción porcícola de ciclo completo y se estimó el peso promedio a cada una de las categorías (Tabla Nro. 15), posteriormente, se buscó estimar un peso ponderado a cada etapa, llevando a estimar el peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Antioquia en 63 Kg.

---

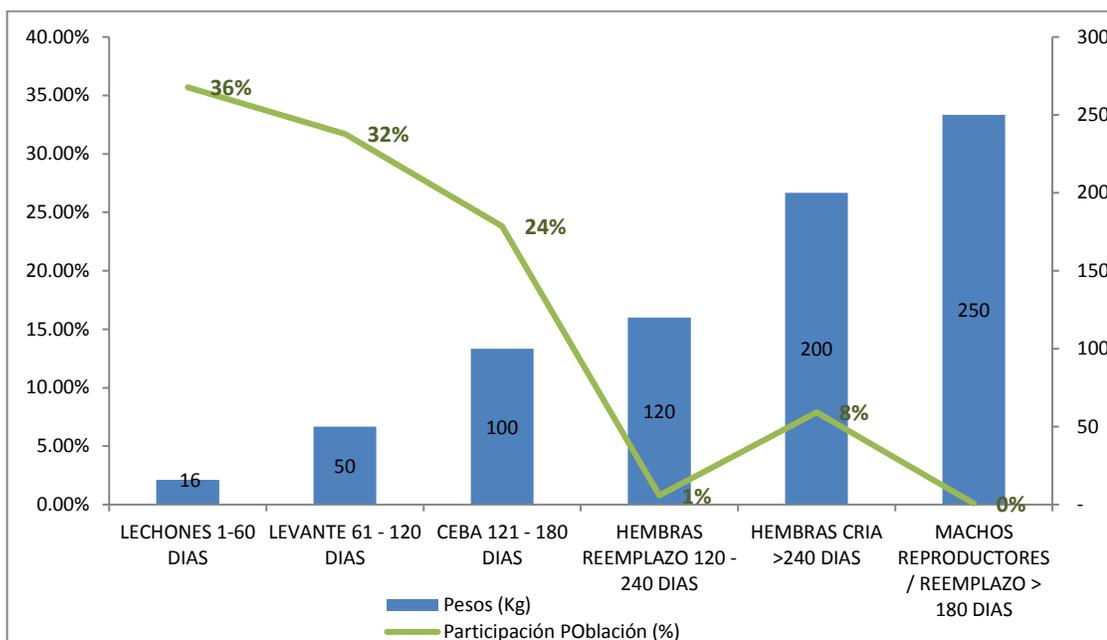
<sup>13</sup> Anexo 1, Listado de expertos consultados

**TABLA 15. Estimación peso ponderado de 1 cerdo en el departamento de Antioquia**

<b>Categoría</b>	<b>Peso promedio (kg)</b>	<b>% Participacion en la granja</b>	<b>Peso ponderado de 1 cerdo en Antioquia</b>
Lechones 1-60 días	16	35,70%	6
Levante 61 - 120 días	50	31,70%	16
Ceba 121 - 180 días	100	23,80%	24
Hembras reemplazo 120 - 240 días	120	0,80%	1
Hembras cría >240 días	200	7,90%	16
Machos reproductores / reemplazo > 180 días	250	0,10%	0
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>63 Kg</b>

Fuente: Consulta a experto Asoporcicultores Elaboración propia

La distribución gráfica del promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Antioquia se muestra en la Figura Nro. 17.



**FIGURA 17. Distribución promedio de pesos en 1 predio porcícola en el departamento de Antioquia**

Fuente: Consulta a experto Asoporcicultores Elaboración propia.

### Estimación de costos directos asociados a un brote de PPC

Con el fin de estimar los costos asociados a un brote de PPC y el impacto económico que genera en cada una de las zonas focal, peri focal y de vigilancia en los departamentos de Arauca y Antioquia, éstos se clasifican de acuerdo al esquema de manejo definido por el Plan de Contingencia del ICA.

De acuerdo a la información brindada por el ICA y ASOPORCICULTORES, los costos principalmente se encuentran establecidos por animal, no obstante se tienen otros costos calculados por brote<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> En estos se incluyen los costos de los grupo de: comunicaciones, administrativo y coordinador de operaciones.

Después de la consulta a expertos del ICA y ASOPORCICULTORES, se identificaron los costos directos asociados a cada uno de los grupos involucrados en el manejo de un brote de PPC en el departamento de Arauca, expresados en la Tabla Nro. 16, en pesos Colombianos (COP)<sup>15</sup> y Dólares (USD).

**TABLA 16. Costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para el año 2015.**

Grupo	Item	Valor COP	Valor USD
<b>Diagnóstico</b>	Toma y envío de 1 muestra	\$ 100.000	\$ 36
	Aislamiento del virus	\$ 77.000	\$ 28
	Diagnóstico 1 muestra (RT-PCR)	\$ 173.000	\$ 63
	Diagnóstico 1 muestra (Histopatología)	\$ 44.000	\$ 16
	<b>Total diagnóstico 1 muestra área focal</b>	<b>\$ 394.000</b>	<b>\$ 143</b>
<b>Vacunación</b>	1 Dosis de biológico	\$ 1.000	\$ 0,36
	Chapeta de identificación	\$ 1.000	\$ 0,36
	Costo operativo vacunación de 1 animal	\$ 10.000	\$ 4
	<b>Total vacunación 1 cerdo</b>	<b>\$ 12.000</b>	<b>\$ 4</b>
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Costo disparo unitario	\$ 30.000	\$ 11
	Costo eliminación unitario	\$ 60.000	\$ 22
	Costo indemnización 1 cerdo en Arauca (55Kg*3800COP)	\$ 209.000	\$ 76
	<b>Total sacrificio 1 cerdo</b>	<b>\$ 299.000</b>	<b>\$ 109</b>
<b>Cuarentena</b>	5 Patrullas	\$ 13.885.000	\$ 5.056

<sup>15</sup> (1 USD = 2.476 COP) <http://www.banrep.gov.co/es/trm>

	10 puestos de desinfección	\$ 44.770.000	\$ 16.304
	10 Puestos de control	\$ 38.770.000	\$ 14.119
	<b>Total cuarentena brote en Arauca</b>	<b>\$ 97.425.000</b>	<b>\$ 35.479</b>
<b>Limpieza y desinfección / brote</b>	Equipos de desinfección	\$ 1.500.000	\$ 546
	Desinfección del lugar del sacrificio	\$ 2.000.000	\$ 728
	<b>Total limpieza y desinfección lugar de sacrificio de 1 predio</b>	<b>\$ 3.500.000</b>	<b>\$ 1.275</b>
<b>Centinelización</b>	Toma y envío de 1 muestra	\$ 100.000	\$ 36
	Diagnóstico 1 muestra (ELISA)	\$ 12.000	\$ 4
	Diagnóstico 1 muestra (NPLA)	\$ 18.000	\$ 7
	<b>Total centinelización área focal</b>	<b>\$ 130.000</b>	<b>\$ 47</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Adicionalmente a los costos expuestos (Tabla Nro. 16), se relacionan los costos representados en el recurso humano necesario para desarrollar las labores dentro de cada uno de los grupos de acuerdo al plan de contingencia que incluye los gastos de viaje de los técnicos y profesionales contratados, gastos de desplazamiento para cubrir un brote en el departamento de Arauca y la dotación necesaria de acuerdo a la labor (Tabla Nro. 17).

**TABLA 17. Cuantificación recurso humano/brote Arauca**

<b>Grupo</b>	<b>Valor COP</b>	<b>Valor USD</b>
Diagnóstico	\$ 5.000.000	\$ 1.821
Vacunación	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Vigilancia	\$ 10.000.000	\$ 3.642
Sacrificio y destrucción	\$ 10.000.000	\$ 3.642
Cuarentena	\$ 15.000.000	\$ 5.462
Limpieza y desinfección	\$ 15.000.000	\$ 5.462

Comunicaciones	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Centinelización	\$ 5.000.000	\$ 1.821
Administrativo	\$ 8.000.000	\$ 2.913
Coordinador de operaciones	\$ 8.000.000	\$ 2.913

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

De igual manera de estimaron los costos asociados a la presentación de un brote de PPC en el departamento de Antioquia (Tabla 18):

**TABLA 18. Costos asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para el año 2015.**

Grupo	Item	Valor COP	Valor USD
<b>Diagnóstico</b>	Toma y envío de 1 muestra	\$ 100.000	\$ 36
	Aislamiento del virus	\$ 77.000	\$ 28
	Diagnóstico 1 muestra (RT-PCR)	\$ 173.000	\$ 63
	Diagnóstico 1 muestra (Histopatología)	\$ 44.000	\$ 16
	<b>Total diagnóstico 1 muestra área focal</b>	<b>\$ 394.000</b>	<b>\$ 143</b>
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Costo disparo unitario	\$ 30.000	\$ 11
	Costo eliminación unitario	\$ 60.000	\$ 22
	Costo indemnización 1 cerdo en Antioquia (62Kg*4300 COP)	\$ 266.600	\$ 97
	<b>Total sacrificio 1 cerdo</b>	<b>\$ 356.600</b>	<b>\$ 130</b>
<b>Cuarentena</b>	5 Patrullas	\$ 13.885.000	\$ 5.056
	15 puestos de desinfección	\$ 67.155.000	\$ 16.304
	15 Puestos de control	\$ 58.155.000	\$ 14.119
	<b>Total cuarentena brote en</b>	<b>\$ 139.195.000</b>	<b>\$ 35.479</b>

	<b>Antioquia</b>		
<b>Limpieza y desinfección / brote</b>	Equipos de desinfección	\$ 1.500.000	\$ 546
	Desinfección del lugar del sacrificio	\$ 2.000.000	\$ 728
	<b>Total limpieza y desinfección lugar de sacrificio de 1 predio</b>	<b>\$ 3.500.000</b>	<b>\$ 1.275</b>
<b>Centinelización</b>	Toma y envío de 1 muestra	\$ 100.000	\$ 36
	Diagnóstico 1 muestra (ELISA)	\$ 12.000	\$ 4
	Diagnóstico 1 muestra (NPLA)	\$ 18.000	\$ 7
	<b>Total centinelización área focal</b>	<b>\$ 130.000</b>	<b>\$ 47</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

De igual forma a los costos expuestos (Tabla Nro. 18), se relacionan los costos representados en el recurso humano necesario para atender un brote en el departamento de Antioquia y la dotación necesaria de acuerdo a cada labor (Tabla Nro. 19).

**TABLA 19. Cuantificación recurso humano/brote Antioquia**

<b>Grupo</b>	<b>Valor COP</b>	<b>valor USD</b>
Diagnóstico	\$ 5.000.000	\$ 1.821
Vigilancia	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Sacrificio y destrucción	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Cuarentena	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Limpieza y desinfección	\$ 15.000.000	\$ 5.462
Comunicaciones	\$ 20.000.000	\$ 7.283
Centinelización	\$ 5.000.000	\$ 1.821
Administrativo	\$ 8.000.000	\$ 2.913
Coordinador de operaciones	\$ 8.000.000	\$ 2.913

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

## Estimación de costos e impacto económico de brotes en el departamento de Arauca

Realizando las estimaciones con diferentes niveles de probabilidades de ingreso, para el caso de la probabilidad P2, y teniendo en cuenta que los sistemas de traspatio y tecnificado presentan densidades poblacionales diferentes, se procede a hallar el costo con base en el número de cerdos involucrados en un brote simulado de PPC.

Asumiendo que la enfermedad se presenta en un predio y que las condiciones de limpieza y desinfección en promedio son las mismas, al igual que el proceso de centinelización, el costo de un brote de PPC con la probabilidad P2, en un sistema de traspatio en el departamento de Arauca estaría estimado en **\$ 266.301.787 COP** y en un sistema tecnificado en **\$ 281.349.797 COP** (Tabla Nro. 20).

**TABLA 20. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para la probabilidad P2 (0,9441)**

Grupo	Item	Sistema traspatio	Sistema tecnificado
<b>Diagnóstico</b>	Diagnóstico total área focal	\$ 3.719.754	\$ 12.275.188
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Destrucción animales área focal	\$ 2.822.859	\$ 9.315.435
	Recurso humano	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
<b>Vacunación</b>	Vacunación de animales área perifocal	\$ 817.087	\$ 817.087
	Revacunación animales area perifical	\$ 817.087	\$ 817.087

	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Vigilancia epidemiológica</b>	Visitas de rastreo, atención a sospechas	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000
	Recurso humano	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
<b>Cuarentena</b>	10 Puestos de control y 10 puestos de desinfección	\$ 97.425.000	\$ 97.425.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Limpieza y desinfección</b>	Materiales	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Comunicaciones</b>	Boletines de prensa, radio, perifoneo y material impreso	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Centinelización</b>	3 muestreos de 30 animales (ELISA - NPLA)	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Administrativo</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Coordinador operaciones</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Total costos</b>		<b>\$ 266.301.787</b>	<b>\$ 281.349.797</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Para el caso del evento asociado a la probabilidad P3, siguiendo los supuestos aplicados anteriormente, se estima el valor asociado a un brote en el departamento de Arauca (Tabla Nro. 21).

**TABLA 21. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Arauca para la probabilidad P3 (0,8201)**

<b>Grupo</b>	<b>Item</b>	<b>Sistema Traspatio</b>	<b>Sistema tecnificado</b>
<b>Diagnóstico</b>	Diagnóstico total área focal	\$ 3.231.194	\$ 10.662.940
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Destrucción animales área focal	\$ 2.452.099	\$ 8.091.927
	Recurso humano	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
<b>Vacunación</b>	Vacunación de animales área perifocal	\$ 709.769	\$ 709.769
	Revacunación animales area perifical	\$ 709.769	\$ 709.769
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Vigilancia epidemiológica</b>	Visitas de rastreo, atención a sospechas	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000
	Recurso humano	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
<b>Cuarentena</b>	10 Puestos de control y 10 puestos de desinfección	\$ 97.425.000	\$ 97.425.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Limpieza y desinfección</b>	Materiales	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Comunicaciones</b>	Boletines de prensa, radio,	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000

	perifoneo y material impreso		
<b>Centinelización</b>	3 muestreos de 30 animales (ELISA - NPLA)	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Administrativo</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Coordinador operaciones</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Total costos</b>		<b>\$ 265.227.831</b>	<b>\$ 278.299.405</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Para un brote con la probabilidad P3 en un sistema de traspatio el costo se estima en **\$ 265.227.831 COP** y en un sistema tecnificado en **\$ 278.299.405 COP** (Tabla Nro. 21).

La diferencia de costos está dada por la diferencia de densidades poblacionales que maneja cada uno de los sistemas productivos.

En cuanto a la indemnización de animales, el programa de control y erradicación establece un 60% aproximadamente del valor comercial expresado en Kilogramos de peso/animal, pero teniendo en cuenta que el grupo de sacrificio y destrucción tiene la autonomía de evaluar los precios, y teniendo en cuenta que en el país existen diferentes sistema de producción, y con la consulta a los expertos del ICA se establece para el departamento de Arauca un precio aproximado de \$3800 COP Kg/ peso vivo y siguiendo con la estimación del promedio de pesos de acuerdo a la distribución de la población en las granjas porcinas del departamento de Arauca, el peso promedio de un cerdo es de 55 Kg de peso vivo, el cual se tuvo en cuenta para el caso de indemnización en el área focal.

## Estimación de costos para un brote de PPC en el departamento de Antioquia

Con base en los grupos definidos en el plan de contingencia establecido por el ICA para abordar un caso de PPC en el área libre de la enfermedad, y basados en la tabla de costos construida con la información recolectada gracias al ICA y ASOPORCICULTORES, se simula el impacto económico de un brote con tres escenarios diferentes de acuerdo a las mayores probabilidades de ingreso como hechos independientes relacionados en el análisis de riesgo realizado por Pineda y Rojas (2013).

La primera simulación se basó en la probabilidad de detección del movimiento ilegal en Zona de Erradicación o con suspensión de vacunación (PI), teniendo en cuenta la población establecida de acuerdo al sistema de producción en la (Tabla Nro. 22).

**TABLA 22. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PI (0,8691)**

Grupo	Item	Sistema traspatio	Sistema tecnificado
<b>Diagnóstico</b>	Diagnóstico total área focal	\$ 5.821.232	\$ 213.331.024
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Destrucción animales área focal	\$ 5.332.189	\$ 195.409.052
	Destrucción de animales área perifocal	\$ 228.433.950	\$ 228.433.950
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000

<b>Vigilancia epidemiológica</b>	Visitas de rastreo, atención a sospechas	\$ 274.281.090	\$ 274.281.090
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Cuarentena</b>	15 Puestos de control, 15 puestos de desinfección y 5 patrullas.	\$ 139.195.000	\$ 139.195.000
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Limpieza y desinfección</b>	Materiales	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Comunicaciones</b>	Boletines de prensa, radio, perifoneo y material impreso	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Centinelización</b>	3 muestreos de 30 animales (ELISA - NPLA)	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Administrativo</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Coordinador operaciones</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Total costos</b>		<b>\$ 793.763.461</b>	<b>\$ 1.191.350.117</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Asumiendo que la enfermedad se presenta en un predio y que las condiciones de limpieza y desinfección en promedio son las mismas, al igual que el proceso de centinelización, el costo de un brote de PPC con la probabilidad PI, en un sistema de traspatio en el departamento de Antioquia estaría estimado en **\$ 793.763.461 COP** y en un sistema tecnificado en **\$ 1.191.350.117 COP**, (Tabla Nro.22)

La misma metodología se replicó para la probabilidad de infección de animales susceptibles en zona de erradicación (PIII) (Tabla Nro. 23), dando como resultado que el costo para un sistema de traspatio se estima en **\$ 704.160.494 COP** y en un sistema tecnificado es de **\$ 1.034.564.315 COP**.

**TABLA 23. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PIII (0,7196)**

<b>Grupo</b>	<b>Item</b>	<b>Sistema traspatio</b>	<b>sistema tecnificado</b>
<b>Diagnóstico</b>	Diagnóstico total área focal	\$ 4.188.958	\$ 176.634.455
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Destrucción animales área focal	\$ 3.837.043	\$ 161.795.368
	Destrucción de animales área perifocal	\$ 189.139.421	\$ 189.139.421
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Vigilancia epidemiológica</b>	Visitas de rastreo, atención a sospechas	\$ 227.100.071	\$ 227.100.071
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Cuarentena</b>	15 Puestos de control, 15 puestos de desinfección y 5 patrullas.	\$ 139.195.000	\$ 139.195.000
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Limpieza y desinfección</b>	Materiales	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000

<b>Comunicaciones</b>	Boletines de prensa, radio, perifoneo y material impreso	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Centinelización</b>	3 muestreos de 30 animales (ELISA - NPLA)	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Administrativo</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Coordinador operaciones</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Total costos</b>		<b>\$ 704.160.494</b>	<b>\$ 1.034.564.315</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Para para la probabilidad de llegada a un matadero ilegal en la zona de erradicación (PIV), si se presentara un brote de PPC en un sistema de traspatio el costo se estima en **\$ 751.783.642 COP** y en un sistema tecnificado en **\$ 1.116.889.970 COP**. La diferencia de costos está dada por la diferencia de densidades poblacionales que maneja cada uno de los sistemas productivos (Tabla Nro. 24).

**TABLA 24. Estimación de Costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en el departamento de Antioquia para la probabilidad PIV (0,7981)**

<b>Grupo</b>	<b>Item</b>	<b>Sistema traspatio</b>	<b>Sistema tecnificado</b>
<b>Diagnóstico</b>	Diagnóstico total área focal	\$ 5.345.674	\$ 195.903.222
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Sacrificio y destrucción</b>	Destrucción animales área focal	\$ 4.896.583	\$ 179.445.363
	Destrucción de animales área perifocal	\$ 209.772.334	\$ 209.772.334

	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Vigilancia epidemiológica</b>	Visitas de rastreo, atención a sospechas	\$ 251.874.051	\$ 251.874.051
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Cuarentena</b>	15 Puestos de control, 15 puestos de desinfección y 5 patrullas.	\$ 139.195.000	\$ 139.195.000
	Recurso humano	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Limpieza y desinfección</b>	Materiales	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Recurso humano	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
<b>Comunicaciones</b>	Boletines de prensa, radio, perifoneo y material impreso	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
<b>Centinelización</b>	3 muestreos de 30 animales (ELISA - NPLA)	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
	Recurso humano	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
<b>Administrativo</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Coordinador operaciones</b>		\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
<b>Total costos</b>		<b>\$ 751.783.642</b>	<b>\$ 1.116.889.970</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

En cuanto a la indemnización de animales, el programa de control y erradicación establece un 60% aproximadamente del valor comercial expresado en Kilogramos de peso/animal, pero teniendo en cuenta que el grupo de sacrificio y destrucción tiene la autonomía de evaluar los precios, y teniendo en cuenta que en el país existen diferentes sistema de producción, y con la consulta de los expertos del ICA se establece para el departamento de Antioquia un precio de \$ 4.300 COP/ Kg peso vivo, y siguiendo con la

estimación del promedio de pesos de acuerdo a la distribución de la población en las granjas porcinas del departamento de Antioquia, el peso promedio de un cerdo es de 63 Kg de peso vivo, el cual se tuvo en cuenta para el caso de indemnización en el área focal y peri focal.

En síntesis, posterior a la simulación de un brote en el departamento de Arauca (zona de control) y en el departamento de Antioquia (zona libre) se estimaron los costos asociados en cada una de las zonas entendiendo que según el plan de contingencia establecido por el ICA, en el departamento de Antioquia, se realiza sacrificio del área focal y peri focal y el valor de un animal promedio para este departamento se encuentra establecido en **\$ 270.900 COP**.

En el caso de ocurrencia de un brote en el departamento de Arauca de la probabilidad P2 (probabilidad de ingreso por paso clandestino) el costo para un sistema de traspatio en \$266.301.787 COP y en un sistema tecnificado en \$281.349.797 COP, para el caso de la P3 (probabilidad de que un animal infectado sobreviva al viaje) el costo de un brote para un sistema de traspatio en \$265.227.831 COP y en un sistema tecnificado en \$278.299.405 COP.

A diferencia si el brote se presentara en el departamento de Antioquia, donde según el plan de contingencia establecido por el ICA, se realiza sacrificio de los animales contenidos en el área focal y peri focal y adicionalmente, el valor de un animal promedio aumenta (\$ 270.900 COP), teniendo en cuenta las líneas genéticas y estatus sanitario.

En resumen, (Tabla Nro. 25), en el caso de la presentación de un brote con la probabilidad PI (probabilidad de detección del movimiento ilegal en zona de erradicación o con suspensión de vacunación), el costo de un brote para un sistema de traspatio en \$ 793.763.461 COP y en un sistema tecnificado en \$1.191.350.117 COP, para el caso de PIII (probabilidad de infección de animales susceptibles en zona de erradicación) el costo de un brote para un

sistema de traspatio en \$ 704.160.494 COP y en un sistema tecnificado en \$ 1.034.564.315 COP y para la probabilidad PIV (Probabilidad de llegada a matadero ilegal en zona de erradicación) el costo de un brote para un sistema de traspatio es de \$ 751.783.642 COP y en un sistema tecnificado en \$ 1.116.889.970 COP.

**TABLA 25. Resumen estimación de costos (COP) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Arauca y Antioquia.**

Arauca (Zona Control)			Antioquia (Zona Libre)		
Prob.	Traspatio	Tecnificado	Prob.	Traspatio	Tecnificado
<b>P2</b>	\$266.301.787	\$281.349.797	<b>PI</b>	\$793.763.461	\$1.191.350.117
<b>P3</b>	\$265.227.831	\$278.299.405	<b>PIII</b>	\$704.160.494	\$1.034.564.315
			<b>PIV</b>	\$751.783.642	\$1.116.889.970

Fuente: Elaboración propia.

Los costos expresados en dólares se exponen en la Tabla Nro. 26

**TABLA 26. Resumen estimación de Costos (USD) asociados a un brote de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Arauca y Antioquia.**

Arauca (Zona Control)			Antioquia (Zona Libre)		
Prob.	Traspatio	Tecnificado	Prob.	Traspatio	Tecnificado
<b>P2</b>	\$96.978	\$102.458	<b>PI</b>	\$320.583	\$ 481.159
<b>P3</b>	\$96.587	\$101.347	<b>PIII</b>	\$284.394	\$ 417.837
			<b>PIV</b>	\$303.628	\$ 451.086

Fuente: Elaboración propia.

## Estimación de costos para el Programa de Vigilancia del programa de PPC en Colombia

Teniendo en cuenta la consulta a expertos del ICA, actualmente la vigilancia epidemiológica se realiza por medio del esquema propuesto por la OIE (2010) basado en riesgo, el muestreo se realiza aleatoriamente dirigido a la población susceptible y sub-poblaciones de más alto riesgo. Los factores del riesgo identificados con método científico, se basan en hipótesis asociadas al modelo epidemiológico de la enfermedad y a la condición o estatus del país.

Las estrategias de vigilancia establecidas en el programa de control y erradicación son:

- **Vigilancia epidemiológica pasiva**

Incluye la atención de notificaciones realizadas al ICA por parte de productores o sensores epidemiológicos, acerca de la presentación de cuadros clínicos compatibles con la PPC.

**TABLA 27. Costos de diagnóstico / muestra en el Programa de Vigilancia pasiva para PPC**

Item / prueba	valor COP	Valor USD
Toma y envío de muestra	\$ 100.000	\$ 36
Prueba: RT - PCR	\$ 173.000	\$ 63
Prueba: Histopatología	\$ 44.000	\$ 16
<b>Costo total 1 muestra vigilancia pasiva</b>	<b>\$ 317.000</b>	<b>\$ 115</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

El costo de la toma y envío de una muestra en el marco del Programa de Vigilancia pasiva (Tabla Nro. 27), está calculado en aproximadamente \$100.000 COP, el análisis por medio de la técnica RT-PCR tiene un costo por muestra de

\$173.000 COP y de histopatología \$44.000 COP. El costo total de diagnóstico de 1 muestra en el Programa de Vigilancia pasiva es de **\$317.000 COP (\$115 USD)**.

Con base en la consulta a expertos del ICA, en el año 2015 se atendieron un total de 433 notificaciones relacionadas a signos clínicos compatibles con PPC, en las cuales se tomaron un total de 1.896 muestras.

De acuerdo a la tabla de tarifas de los servicios técnicos de laboratorio prestados el ICA para el año 2015 (ICA, 2015 a), se estimó en la (Tabla Nro. 28), el costo total de la estrategia de vigilancia pasiva para Colombia en el año 2015 en **\$528.608.000 COP (\$192.501 USD)**.

**TABLA 28. Costo total Programa de Vigilancia pasiva para PPC**

Item / prueba	Nº muestras	valor total COP	valor total USD
Toma y envío de muestras	1896	\$ 189.600.000	\$ 69.046
RT - PCR	1896	\$ 328.008.000	\$ 119.449
Histopatología	250	\$ 11.000.000	\$ 4.006
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 528.608.000</b>	<b>\$ 192.501</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

- **Vigilancia epidemiológica activa**

Incluye los muestreos basados en riesgo, análisis de las tonsilas en animales de mataderos con el fin de demostrar la ausencia de circulación viral en porcinos y las evaluaciones serológicas en las zonas declaradas en emergencia sanitaria.

Para el año 2015, se realizaron 4 estudios en el marco del Programa de Vigilancia activa:

### I. Muestreo de PCC basado en el riesgo en la zona tecnificada del país:

Se procesaron un total de **4.216 muestras**, por medio de la prueba de ELISA y en 3 predios de traspatio que detectaron animales sospechosos, se confirmó el diagnóstico por medio de la prueba NPLA, obteniendo resultados negativos; Concluyéndose la ausencia de animales con anticuerpos frente al virus de la PPC en este tipo de explotaciones.

Con base en la tabla de tarifas del laboratorio del ICA, para el año 2015 los costos asociados al muestreo de PCC basado en el riesgo en la zona tecnificada del país (Tabla Nro. 29), se cuantificaron en **\$ 472.246.000 COP (\$ 171.976 USD)**.

**TABLA 29. Costos muestreo de PPC basado en el riesgo en la zona tecnificada del país**

Item / prueba	Valor unitario	N° muestras	Valor total COP	Valor total USD
Toma y envío de muestras	\$ 100.000	4216	\$ 421.600.000	\$ 153.532
Técnica de ELISA	\$ 12.000	4216	\$ 50.592.000	\$ 18.424
Técnica: Seroneutralización (NPLA)	\$ 18.000	3	\$ 54.000	\$ 20
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 472.246.000</b>	<b>\$ 171.976</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

### II. Evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la peste porcina clásica desde los países limítrofes de Colombia:

Las 95 muestras de tonsilas analizadas por la técnica RT-PCR fueron negativas para PPC. Por histopatología se detectaron casos asociados a Complejo

respiratorio porcino, Circovirus porcina, enteritis bacteriana (Salmonelosis, colibacilosis) y hepatitis dietética.

En el análisis molecular de muestras de tonsilas colectadas en mataderos legales e ilegales y ferias municipales formales y no formales, no se detectó el virus de la peste porcina clásica en porcinos de los departamentos fronterizos con Ecuador.

Posteriormente se cuantificó el estudio de vigilancia activa de la evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la PPC desde los países limítrofes de Colombia (Tabla Nro. 30), en un total de **\$ 30.115.000 COP (\$ 10.967 USD)**.

**TABLA 30. Costos asociados a la evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la PPC desde los países limítrofes de Colombia**

Item / prueba	valor unitario	N° muestras	valor total COP	valor total USD
Toma y envío de muestras	\$ 100.000	95	\$ 9.500.000	\$ 3.460
RT - PCR	\$ 173.000	95	\$ 16.435.000	\$ 5.985
Histopatología	\$ 44.000	95	\$ 4.180.000	\$ 1.522
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 30.115.000</b>	<b>\$ 10.967</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

### **III. Evaluación serológica para la vigilancia epidemiológica activa de la Peste porcina clásica.**

Se analizaron un total de **3457 muestras de suero** porcino de animales con diferentes edades, ubicados en 313 predios de 11 departamentos. Por otro lado, se analizaron **227 muestras de suero** porcino, colectadas en ferias municipales en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

En el 15% de los predios se detectó al menos un porcino con anticuerpos frente al virus de la PPC. El 4.2% de las muestras fueron seropositivas y se detectó un 0.6% de sueros sospechosos por ELISA.

Con relación a las muestras colectadas en plazas de ferias, se detectaron cuatro porcinos con títulos positivos en la plaza de ferias de Fusagasuga y Chiquinquirá.

Los costos asociados a dicha evaluación serológica (Tabla Nro. 31), se estimaron en **\$ 41.484.000 COP (\$ 15.107 USD)**.

**TABLA 31. Costos asociados a la evaluación serológica para la vigilancia epidemiológica activa de PPC**

Item / prueba	valor unitario	N° muestras	valor total COP	valor total USD
Serología: Técnica ELISA	\$ 12.000	3457	\$ 41.484.000	\$ 15.107
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 41.484.000</b>	<b>\$ 15.107</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

#### **IV. Vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas**

Se analizaron por RT- PCR, pool de sueros en **90 explotaciones** porcinas ubicadas en el departamento de Santander y **346 tonsilas** colectadas en plantas de beneficio y matadero clandestinos ubicados en diferentes departamentos los departamentos de Antioquia (66), Boyacá (15), Caldas (4), Casanare (2), Cauca (2), Cundinamarca (21), Huila (2), Meta (13), Norte de Santander (4), Santander (195) y Tolima (22).

Los costos asociados a la vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas (Tabla Nro. 32), se estimó en **\$ 119.028.000 COP (\$ 43.346 USD)**.

**TABLA 32. Costos asociados a la vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas**

Item / prueba	valor unitario	N° muestras	valor total COP	valor total USD
Toma y envío de muestras	\$ 100.000	436	\$ 43.600.000	\$ 15.878
RT - PCR	\$ 173.000	90	\$ 15.570.000	\$ 5.670
RT - PCR (Tonsilas)	\$ 173.000	346	\$ 59.858.000	\$ 21.798
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 119.028.000</b>	<b>\$ 43.346</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la consulta a expertos del ICA y la estimación de costos asociados a los diferentes estudios epidemiológicos, el costo total del Programa de Vigilancia epidemiológica activa para el año 2015 en Colombia (Tabla Nro. 31), se cuantificó en **\$ 662.873.000 COP (\$ 241.396 USD)**.

**TABLA 33. Costo total Programa de Vigilancia activa para PPC**

Estudios de vigilancia epidemiológica	Costo total COP	Costo total USD
Muestreo de peste porcina clásica basado en el riesgo en la zona tecnificada del país	\$ 472.246.000	\$171.976
Evaluación cualitativa de riesgo de introducción de la PPC desde los países limítrofes de Colombia	\$ 30.115.000	\$ 10.967
Evaluación serológica para la vigilancia epidemiológica activa de la PPC	\$ 41.484.000	\$ 15.107

Vigilancia epidemiológica activa para PPC por medio de la prueba RT-PCR en muestras de suero y tonsilas	\$ 119.028.000	\$ 43.346
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 662.873.000</b>	<b>\$ 241.396</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

Con base en los costos estimados tanto para el Programa de Vigilancia epidemiológica pasiva y activa, se estima un valor total del Programa para PPC en el territorio Colombiano para el año 2015 en **\$ 1.191.481.000 COP (\$ 433.897 USD)** (Tabla Nro. 33).

**TABLA 34. Costo total del Programa de Vigilancia de PPC en Colombia año 2015**

<b>Vigilancia epidemiológica</b>	<b>costo total COP</b>	<b>Costo total USD</b>
Vigilancia epidemiológica activa	\$ 662.873.000	\$ 241.396
Vigilancia epidemiológica pasiva	\$ 528.608.000	\$ 192.501
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.191.481.000</b>	<b>\$ 433.897</b>

Fuente: Consulta a expertos. Elaboración propia.

A manera de conclusión en el capítulo de resultados, se encontró que los costos asociados a la erradicación de un brote de PPC en el departamento de Arauca en un sistema de traspatio en promedio es de **\$ 265.764.809 COP** y en un sistema tecnificado es de **\$ 279.824.601 COP**, menor al costo total del Programa de Vigilancia para PPC estimado en **\$ 662.873.000 COP** para el año 2015, a diferencia de un brote en el departamento de Antioquia donde en promedio en un sistema de Traspatio es de **\$ 749.902.532 COP** y en un sistema tecnificado de **\$ 1.114.268.134 COP**; lo cual duplicaría el costo del Programa de Vigilancia y generaría grandes pérdidas económicas al estado Colombiano

## CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

La PPC es una enfermedad transfronteriza de gran impacto económico a nivel mundial. Para el caso de Colombia, desde los inicios del programa de control y erradicación se optó por seguir los lineamientos planteados en el código de animales terrestres de la OIE (2010) en cuanto a la zonificación y compartimentación.

El objetivo del programa de control y erradicación era declarar la totalidad de las zonas exceptuando las áreas de control como libres de la enfermedad sin vacunación en el año 2015 con el soporte de la ausencia de brotes desde el año 2007, sin embargo debido al transporte ilegal de porcinos provenientes desde Venezuela se han venido presentando brotes de la enfermedad en diferentes departamentos desde el año 2013, perdiendo el estatus de algunas zonas libres y reactivando la vacunación en diferentes zonas del país.

Teniendo en cuenta que en el momento que se plantea el desarrollo del presente trabajo Colombia llevaba 6 años sin presentación de la enfermedad, surge la propuesta de investigación de conocer el impacto económico de la reintroducción de PPC en el país, en virtud del esquema de zonificación y costos asociados que varían de acuerdo al manejo de la enfermedad según en el esquema del plan de contingencia para el país.

En este sentido, el trabajo se estructuró en diferentes etapas. Como punto de partida se realizó la revisión bibliográfica y del marco normativo que regula y enmarca el programa de control y erradicación para PPC con el objetivo de construir el marco teórico sobre el cual se desarrolla el documento. De igual forma, se realizó una revisión de estrategias para evaluar el impacto económico de un brote y se identificó como la más pertinente la metodología propuesta por Fernandez (2011).

En una etapa posterior, se realizó una simulación que permitiera estimar el número de animales susceptibles a ser afectados por un brote de PPC en dos zonas diferentes en el país. Esto se logró con la información del censo de población porcina del 2015, bajo el supuesto que la población se encuentra uniformemente distribuida en el territorio, y mediante el análisis de riesgo establecido por Pineda y Rojas (2013). Con la población estimada en 2 departamentos mediante la simulación, se realiza la estimación de costos:

- Primera, en la zona de control, se establece el departamento de Arauca, teniendo en cuenta las altas probabilidades de reingreso de la enfermedad a través de la frontera con Venezuela y sistemas de producción de traspatio predominante. De acuerdo al plan de contingencia (Colombia, 2011), en esta zona únicamente se realiza sacrificio de los animales involucrados en el foco y se realiza vacunación y revacunación de las zona peri focal. Con base en el censo 2015 se estimaron la población de cerdos contenidos en el área focal, de acuerdo al sistema productivo traspatio (10 cerdos) y tecnificado (33 cerdos)
- Segunda, en la zona libre, se establece el departamento de Antioquia, teniendo que es el mayor productor porcino del país con sistemas de producción tecnificadas predominante. De acuerdo al plan de contingencia (Colombia, 2011), en esta zona se realiza sacrificio de los animales involucrados en el foco y área peri focal, se encuentra prohibida la vacunación, y en el área de vigilancia se realiza muestreos para verificar la ausencia de la enfermedad. Con base en el censo 2015 se estimaron la población de cerdos contenidos en el área focal, de acuerdo al sistema productivo traspatio (17 cerdos) y tecnificado (623 cerdos)

Posterior a la consulta a expertos y la información disponible de acuerdo a los últimos simulacros realizados en diferentes departamentos, se estimaron los costos económicos asociados a un brote en el departamento de Arauca, tomando las probabilidades P2 (0.9441) en un sistema de traspatio fue de \$266.301.787 COP y en un sistema tecnificado de \$281.349.797 COP, así mismo para la probabilidad P3 (0.8201), el costo de un brote en un sistema de traspatio se estimó en \$265.227.831 COP y en un sistema tecnificado en \$278.299.405 COP.

La diferencia de costos está dada por la densidad poblacional que maneja cada uno de los sistemas productivos de traspatio y tecnificado, adicionalmente al sacrificar únicamente los animales del foco, los costos por indemnizaciones son bajos, de la misma manera que la estrategia de vacunación y revacunación estipulada para esta zona.

Caso contrario para el caso del departamento de Antioquia, el costo de un brote de PPC con la probabilidad PI (0.8691) en un sistema de traspatio estuvo estimado en \$ 793.763.461 COP y en un sistema tecnificado en \$1.191.350.117 COP; en el caso de la probabilidad PIII (0.7196) para un sistema de traspatio es de \$ 704.160.494 COP y en un sistema tecnificado de \$1.034.564.315 COP y por último con la probabilidad PIV (0.7981) en un sistema de traspatio el costo se estima en \$ 751.783.642 COP y en un sistema tecnificado en \$1.116.889.970 COP.

La explicación de la diferencia del costo de impacto económico entre departamentos, adicional a la diferencia de densidades poblacionales que maneja cada uno de los sistema productivos, es que el manejo establecido de acuerdo al plan de contingencia varía de acuerdo a la zona de presentación del brote. Siendo Antioquia (zona libre) los costos son mayores que Arauca (zona de control).

El valor del Programa de Vigilancia para PPC en el año 2015 en Colombia estuvo estimado en \$1.191.481.000 COP (\$ 433.897 USD). Esto indica que un brote en el departamento de Arauca generaría un impacto económicamente menor al costo total del programa de vigilancia, a diferencia de la presentación de un brote en el departamento de Antioquia, donde superaría el valor del Programa de Vigilancia para PPC en el año 2015 en Colombia.

La estrategia del establecimiento de una zona de control (con vacunación) en las fronteras con Venezuela y Ecuador, permiten a Colombia establecer una zona de protección a las zonas de erradicación y libres de la enfermedad.

Un brote de PPC en el departamento de Antioquia, además del impacto en la porcicultura como primer productor a nivel nacional y la pérdida como zona libre, generaría una alerta sanitaria de impacto desfavorable y posiblemente la pérdida del estatus sanitario alcanzado en los últimos 13 años de trabajo.

La propuesta para evitar el alto impacto económico que generaría un brote de la enfermedad, es el fortalecimiento de los puntos de control de movilización entre departamentos, fortalecimiento de las actividades de educomunicación en la población, mayor vigilancia en las fronteras con países endémicos y sobre todo la concientización de los poricultores colombianos en cuanto a la ilegalidad de porcinos y el compromiso con el programa de erradicación.

## CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

- Por medio de la plataforma “Scopus” se realizó una búsqueda sistemática de información mediante la cual se accedió a los artículos más citados y sobresalientes relacionados con el impacto económico de la PPC, lo que permitió conocer diferentes modelos de manejo y decidir el propuesto por Fernandez (2011) como base del estudio.
- Gracias al análisis de riesgo realizado por Pineda y Rojas (2013) y las probabilidades de reintroducción de la PPC a través de la frontera Venezolana obtenidas en el mismo, se logró estimar la población afectada por un brote en dos escenarios diferentes según el programa de control y erradicación de PPC en el territorio Colombiano, zona libre (departamento de Antioquia) y zona de control (departamento de Arauca).
- Producto de la consulta a expertos del ICA y el acceso a la información histórica del costo de brotes de PPC en el territorio Colombiano, se estimaron los costos asociados a un brote en los escenarios simulados, basados en el plan de contingencia establecido para el manejo de un brote de PPC en Colombia.
- La diferencia de costos iniciales en cada escenario simulado, está dada por la densidad poblacional que maneja cada uno de los sistemas productivos de traspatio y tecnificado en cada una de las zonas simuladas.
- Teniendo en cuenta la metodología planteada, se cumplieron los objetivos establecidos para el trabajo y se confirmó la hipótesis de la tesis que los costos de erradicación de brotes de Peste Porcina Clásica en Colombia son mayores que los costos de vigilancia epidemiológica y control, teniendo en cuenta que los costos de erradicación de un brote en el departamento de Arauca resultan siendo menor que el valor del

Programa de Vigilancia epidemiológica establecido en el programa de control y erradicación, a diferencia que se presentara un brote en el departamento de Antioquia donde la presencia de un brote excedería el costo del Programa de Vigilancia en un año.

- El Programa de Vigilancia epidemiológica permite controlar el avance de la enfermedad por medio de sus diferentes estrategias y en el presente estudio se comparó frente al valor de un brote, pero se reconoce que el mismo evita mas de un brote teniendo en cuenta el comportamiento de brotes pasados los cuales presentan más de un foco.
- El costo asociado a un brote en la zona control, es menor que en la zona libre, teniendo en cuenta que únicamente se sacrifican los animales del foco, los costos por indemnizaciones son bajos debido a los sistemas de traspatio predominantes y que la estrategia de vacunación y revacunación resulta menos costosa.
- El costo asociado a un brote en la zona libre, es mayor que en un zona control, teniendo en cuenta que se deben sacrificar los animales involucrados en el área focal y peri focal (por cada animal sacrificado se debe indemnizar el 60% del valor comercial al productor) y en el área de vigilancia se debe realizar muestreo serológico.
- El transporte ilegal de cerdos es un riesgo inminente de transmisión de PPC en los departamentos de frontera.
- El transporte ilegal combinado con el desconocimiento de la enfermedad dificulta el avance del programa de erradicación en el país como se viene presentando en la costa Atlántica donde las personas no permiten la vacunación de los animales y ocultan información lo que impide el seguimiento epidemiológico de focos.
- Es necesario que se cuantifiquen los brotes de PPC en el país para que dicha información sirva como guía y plantilla para futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO 9: RECOMENDACIONES**

Reconociendo que las prioridades teóricas y de investigación que establecen los programas de control y erradicación de enfermedades animales en Colombia sólo son desarrollados por el gremio o el organismo oficial, se propone que para una investigación futura, se debería evaluar el impacto económico en las explotaciones de traspatio teniendo en cuenta que la base de las explotaciones porcinas del país son pequeños productores con sistemas de autoconsumo, valorando así el impacto en la economía familiar.

## BIBLIOGRAFÍA

- **AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del agro)**. 2015. Proyecto de control y erradicación de Peste porcina clásica por zonificación. [en línea]. Ecuador. <<http://www.agrocalidad.gob.ec/proyecto-porcina-clasica/>>. [consulta: 10-09-2015]
- **AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del agro)**. 2015a. AGROCALIDAD y el ICA refuerzan cooperación para el control y erradicación de la peste porcina clásica [en línea]. Ecuador. <http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad-y-el-ica-refuerzan-cooperacion-para-el-control-y-erradicacion-de-la-pesto-porcina-clasica/>. [consulta: 16-04-2016]
- **ANDREW, J.** 2009. El uso del análisis económico para definir los programas de salud animal. [en línea]. Reino Unido. <<http://www.oie.int/doc/ged/D678.PDF>> [consulta: 05-05-2014]
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES)**. S.f. Contra el contrabando. [en línea]. Colombia. <[http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com\\_content&view=article&id=700:contra-el-contrabando&catid=45:gestion-en-linea](http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com_content&view=article&id=700:contra-el-contrabando&catid=45:gestion-en-linea)> [consulta: 18-11-2014].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES)**. 2014 a. Informe de los proyectos de inversión desarrollados durante el primer semestre de 2014. [en línea]. Colombia. <<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/quees/Informe2014.pdf>> [consulta: 11-09-2014].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES)**. 2014 a. De aquí al 2016. [en línea]. Colombia. <[http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1052:de-aqui-al-2016&catid=2:uncategorised](http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com_content&view=article&id=1052:de-aqui-al-2016&catid=2:uncategorised)> [consulta: 11-09-2014].

- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2014 b.** Boletín epidemiológico de Peste Porcina Clásica. [en línea]. Colombia.   
<[http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informe\\_sppc/Informe%20de%20seguimiento%201%20brotes%20PPC%202014.pdf](http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informe_sppc/Informe%20de%20seguimiento%201%20brotes%20PPC%202014.pdf)> [consulta: 20-06-2014].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2014 c.** Circular asociados #66. [en línea]. Colombia.   
<<http://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/images/porcicultores/recaudo/Circular%20No.%2066.pdf>> [consulta: 20-06-15].
- 
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2015.** Situación de los focos de Peste Porcina Clásica en Colombia Boletín Epidemiológico No 1 - 2015. [en línea]. Colombia.   
<<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/BoletinNo1brotesPPC2015.pdf>> [consulta: 04-07-2015].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2015 a.** Situación de los focos de Peste Porcina Clásica en Colombia Boletín Epidemiológico No 2 – 2015. [en línea]. Colombia.   
<<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/BoletinNo2-brotesPPC2015.pdf>> [consulta: 04-07-2015].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2015 b.** Situación de los focos de Peste Porcina Clásica en Colombia Boletín Epidemiológico No 3 – 2015. [en línea]. Colombia.   
<<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/BoletinNo3-brotesPPC2015.pdf>> [consulta: 25-10-2015].
- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES). 2015 c.** De aquí al 2016. [en línea]. Colombia.

[http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1052:de-aqui-al-2016&catid=2:uncategorised](http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/index.php?option=com_content&view=article&id=1052:de-aqui-al-2016&catid=2:uncategorised). [consulta: 11-11-2015].

- **ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES (ASOPORCICULTORES)- FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA; CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL.** 2015. Caracterización de la actividad porcícola tecnificada en Colombia. Bogotá D.C.
- **BENNETT, R.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R.** 1999. Estimating the cost associated with endemic diseases of dairy cattle. *J. Dairy Res.* (66): 455-459.
- **BENNETT, R.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R.** 1999 a. Preliminary estimates of the direct costs associated with endemic diseases of livestock in Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 39: 155 – 171.
- **BOKLUND, A.; TOFT, N.; ALBAN, L.; UYENTHAL, A.** 2000. Comparing the epidemiological and economic effects of control strategies against classical swine fever in Denmark. *Prev. Vet. Med.* 90: 180-193
- **BROSIG, J.; TRAUlsen, I.; KRIETER, J.** 2014. Control of Clásica Swine Fever Epidemics Under Varying Conditions – With Special Focus on Emergency Vaccination and Rapid PCR Testing. *Transbound Emerg Dis.* 61: 258–265
- **COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1996. LEY 272, Por la cual se crea la cuota de fomento porcino y se dictan normas sobre su recaudo y administración. 18 de marzo de 1996.
- **COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1996 a. Decreto 1522. Por el cual se reglamenta la Ley 272 de 1996. 26 de Agosto de 1996.
- **COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 2000. LEY 623, Declárase de interés social nacional la erradicación de la PPC del territorio nacional. 4 de Noviembre de 2000.
- **COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 2002. Decreto 930, Por el cual se reglamenta la ley 623 de 2000. 16 Mayo de 2002.

- **COLOMBIA. ICA- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2002a. Resolución 02129, Por la cual se establecen medidas de carácter sanitario para la erradicación de la Peste Porcina Clásica. Septiembre 11 de 2002.
- **COLOMBIA. ICA- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO** 2005. Resolución 2684, Por la cual se modifica el artículo décimo de la resolución No. 2129 del 11 de Septiembre de 2002.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2005 a. Resolución 3866. Por la cual se suspende por tiempo indefinido la movilización de porcinos procedentes de departamentos o Países endémicos o con vacunación contra Peste Porcina Clásica a los departamentos de San Andrés y Providencia, Guaviare, Amazonas, Guainia y Vichada y los municipios de Acandí Bojayá, Bahía Solano, Unguia, Riosucio y Juradó en el departamento del Chocó y Murindó y Vigía del fuerte en el departamento de Antioquia. 20 Diciembre de 2005.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2007. Resolución 2640. Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para consumo humano. 28 Septiembre de 2007.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2009. Resolución 0000315. Por medio de la cual se establecen los requisitos sanitarios para la movilización de Porcinos y sus productos hacia las zonas declaradas Libres de Peste Porcina Clásica. 02 de Febrero de 2009.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2009 a. Resolución 0000320. Por medio de la cual se declaran unas zonas libres de Peste Porcina Clásica en el territorio colombiano. 03 de Febrero de 2009.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO** 2009 b. Resolución 3088. Por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de Compartimentos Libres de Peste Porcina Clásica. 18 de Agosto de 2009.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2009 c. Resolución 003380. Por la cual se otorga autorización para la comercialización y distribución de la Vacuna de Peste Porcina Clásica en el

territorio colombiano y se dictan otras disposiciones. 11 Septiembre de 2009.

- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2009 d. Resolución 003841. Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para unas zonas en proceso de ser declaradas Libres de Peste Porcina Clásica. 13 Octubre de 2009.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO** 2010. Resolución 001538, Por medio de la cual se declara unas zonas Libres de Peste Porcina Clásica en el territorio colombiano. 05 Mayo de 2010.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2010 a. Resolución 001953. Por medio de la cual se prohíbe la vacunación contra Peste Porcina Clásica en unas zonas del territorio colombiano. 09 de Junio de 2010.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2010 b. Resolución 002911. Por medio de la cual se establece una medida sanitaria para el ingreso de vehículos a zonas declaradas Libres de Peste Porcina Clásica, o en proceso de declaración. 16 de Septiembre de 2010.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2011. Plan de contingencia de Peste Porcina Clásica. 18 de Enero de 2011.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO** 2011 a. Resolución 3575, Por medio de la cual se declara unas zonas Libres de Peste Porcina Clásica en el territorio colombiano. 12 Septiembre de 2011.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2013. Resolución 002278. Por medio de la cual se establecen medidas sanitarias para la declaración de una zona libre de Peste Porcina Clásica. 21 de Mayo de 2013.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2013 a. Resolución 004541. Por medio de la cual se declara en emergencia sanitaria el departamento del Cesar y once (11) municipios del departamento de Norte de Santander, por la presencia de un brote de Peste Porcina Clásica en la zona a declarar como libre de la enfermedad. 07 Noviembre de 2013.

- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2014. Resolución 001130. Por medio de la cual se declara la emergencia sanitaria en el departamento del Magdalena en los municipios de Santa Ana, Plato, Nueva Granada, Ariguani, Pijiño del Carmen, San Zenón y Santa Bárbara del Pinto y el departamento de Bolívar en el municipio de Talaigua Nuevo, por la presentación de Peste Porcina Clásica en la zona a declarar libre de la enfermedad.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2015. Resolución 001795. Por medio de la cual se declara en emergencia sanitaria los departamentos de la costa Atlántica, Arauca, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Antioquia, Risaralda, Valle, Quindío, Tolima, Chocó, Cundinamarca, Boyacá, Casanare, Caquetá, Santander, Meta y Huila por la enfermedad de Peste Porcina Clásica. 28 de Mayo de 2015.
- **COLOMBIA. ICA- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2015 a. Resolución 000631. Por medio de la cual se declara en emergencia sanitaria los municipios de Bucaramanga, Rionegro, Girón, Lebrija y el Playón del departamento de Santander, por la presentación de un foco de Peste Porcina Clásica. 10 Septiembre de 2015.
- **COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** 2015 b. Resolución 003573. Por medio de la cual se establece la vacunación de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Arauca, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Casanare, Caquetá, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Nariño, La Guajira, Santander, Sucre, Huila Putumayo y algunos municipios de Antioquia, Caldas, Cauca y Tolima, y se establecen otras disposiciones. 06 Octubre de 2015.
- **CORTÉS, J.** 2003. Plan Continental para la Erradicación de la Peste Porcina Clásica de las Américas. [en línea]. Santiago de Chile. <<http://www.fao.org/3/a-ai049s.pdf>> [Consulta: 01-05-2013]
- **DELGADO, J.; POLLARD, S.; SNARY, E.; BLACK, E.; PRPICH, G.; LONGHURST, P.** 2013. A systems approach to the Policy-Level Risk Assessment of exotic animal diseases: Network Model an application to Classical Swine Fever. Risk Anal. 33 (8): 1454 - 1471.

- **DE VOS, C.J.; SAATKAMP, H.W.; HUIRNE, R.** 2005. Cost-effectiveness of measures to prevent classical swine fever introduction into The Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 70: 235 – 256.
- **DIAZ, T.; BARRERO, D.; RIVERA, A.; GALETTO, A.; ESPINOZA, L.; GUERRERO, R.; CORDERO, J.; DUFFY, S.; FRIAS, T.; GUZMAN, R.; GÓMEZ, L.; RESTREPO, J.; ACOSTA, A.; CHACÓN, A.; ENRÍQUEZ, N.; GALLEGO, M.; DELUQUE, A.; SERRATO, E.; HENEIDI, A.; PEREZ, F.; ENGELMAN, I.; BRITO, I.; GÓMEZ, J.; MÓREA, D.; PINEDA, M.; ORTIZ, J.; MIQUET, J.** 2014. El sector porcicultor y su contribución a la salud animal, la seguridad alimentaria y nutricional, y el desarrollo rural. **In:** Plan continental para la erradicación de la Peste Porcina Clásica (PPC) de las Américas. Cartagena, Colombia. <<http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/Plan-continental-Cartagena-20141.pdf>> [consulta: 15-02-2016).
- **DIAZ, C.; RODRIGUEZ, M.; VERA, V.; RAMIREZ, G.; CASAS, G.; MOGOLLÓN, J.** 2011. Caracterización de los sistemas de producción porcina en las principales regiones porcícolas Colombianas. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 24: 131-144.
- **EEFKE, W.; JANTIEN, B.; WILLIE, J.** 2014. Quantification of different classical swine fever virus transmission routes within a single compartment. *Vet microbiol.* 174: 353-361.
- **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** 2003. Reconociendo la Peste Porcina Clásica manual ilustrado. [en línea]. Italia. <<http://www.fao.org/3/a-y4944s.pdf>> [consulta: 15-01-2015]
- **FERNÁNDEZ-CARRIÓN, E; IVORRA B.B; MARTÍNEZ-LÓPEZ, A.M; RAMOS, B.J.M; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, A.** 2016. Implementation and validation of an economic module in the Be-FAST model to predict costs generated by livestock disease epidemics: Application to classical swine fever epidemics in Spain. *Prev. Vet. Med.* 126: 66–73
- **FERNÁNDEZ, C.** 2011. Diseño de un modelo económico y planes de control para una epidemia de Peste Porcina Clásica. Tesis de Master en

Tratamiento Estadístico computacional de la Información. Madrid. U. Complutense de Madrid. 31p.

- **HARVEY, N.; REEVES, A.; SCHOENBAUM, M.; ZAGMUTT-VERGARA, F.; DUBE, C.; HILL, A.; CORSO, B.; MCNAB, B.; CARTWRIGHT, C.; SALMAN, M.** 2007. The North American Animal Disease Spread Model: A simulation model to assist decision making in evaluating animal disease incursions. *Prev. Vet. Med.* 82: 176–197
- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).** 2010. Programa de Erradicación de la Peste Porcina Clásica. [en línea]. Colombia. <<http://www.ica.gov.co/getdoc/32eea2aa-a6c5-4f47-b436-e917a1a28599/Programa-de-Erradicacion.aspx>> [consulta: 23-02-2014]
- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).** 2013. Esquema vacunación Colombia. [en línea]. Colombia. <<http://www.ica.gov.co/getdoc/2a307678-3d82-4b18-8b64-430f1662625a/Como-se-realiza-la-inmunizacion.aspx>> [consulta: 07-10-2013]
- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).** 2014. Zonas Peste porcina Clásica en Colombia 2014 [en línea]. Colombia. <[http://www.ica.gov.co/getdoc/ea9c6aa0-a5fc-472f-869b-975b27d7ac35/Peste-Porcina-Clasica-\(1\).aspx](http://www.ica.gov.co/getdoc/ea9c6aa0-a5fc-472f-869b-975b27d7ac35/Peste-Porcina-Clasica-(1).aspx)> [consulta: 15-05--2015]
- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).** 2015. Censo porcino en Colombia año 2015. [en línea]. Colombia. <<http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2013/Documentos-Censos/Censo-Porcino-2015-Poblacion-y-Predios.aspx>> [consulta: 10-03-2015]
- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).** 2015 a. Tabla de tarifas de los servicios técnicos que presta el instituto colombiano Agropecuario para el año 2015. [en línea]. Colombia. <<http://www.ica.gov.co/Tarifas/Servicios-Tarifados-ICA-Ano-2015.aspx>> [consulta: 10-11-2015]
- **INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral).** 2015. Boletines epidemiológicos. [en línea]. Venezuela. <<http://www.insai.gob.ve/insai/boletines/Boletin289.pdf>> [consulta: 06-05-2015]

- **JIMENEZ PALLARES, G.** 2007. Conceptos económicos en programas de salud animal. Rev, Acovez. 37 (105): 5-9.
- **MEUWISSEN M.; HORST, S.; HUIRNE, R.; DIJKHUIZEN, A.** 1999. Model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks principles and outcomes. Prev. Vet. Med. 42 :249- 270.
- **MOENNIG, V.; FLOEGEL-NIESMANN, G.; GREISER-WILKE, I.** 2003. Clinical Signs and Epidemiology of Classical Swine Fever: A Review of New Knowledge. Vet. J. 165: 11–20.
- **NIETO, F.;** 2011. Modelo de talla continental. [en línea]. Colombia.< <http://www.ica.gov.co/Informes-Especiales/2011/Modelo-de-talla-continental.aspx>>.[consulta: 23-07-2013]
- **OIE.** 2016. Mapa del estatus oficial de Peste Porcina Clásica en los países miembros de la OIE. [en línea]. París.< <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/peste-porcina-clasica/lista-de-los-paises-miembros-libres-de-ppc/#c26561> > [consulta: 01-06-2016]
- **OIE.** 2015. Historial notificaciones PPC por país [en línea]. París.<<[http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Countryinformation/Diseasetimeseries](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Countryinformation/Diseasetimeseries)>> [consulta: 25-07-2015]
- **OIE.** 2010. Código sanitario para los animales terrestres. [en línea]. París.<[http://web.oie.int/esp/normes/mcode/es\\_chapitre\\_1.15.2.htm](http://web.oie.int/esp/normes/mcode/es_chapitre_1.15.2.htm)> [consulta: 16-05:2013]
- **PATON, D.; GREISER-WILKE, I.** 2003. Classical swine fever – an update. Res. Vet. Sc. 75:169–178.
- **PEÑA, M.** 2012. Vigilancia epidemiológica Peste Porcina Clasica 2012. [en línea].Colombia.<[http://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Enfermedades-Animales/Peste-Porcina-Clasica-\(1\)/VIGILANCIA-PPC-ANO-2012-\(2\).pdf.aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Enfermedades-Animales/Peste-Porcina-Clasica-(1)/VIGILANCIA-PPC-ANO-2012-(2).pdf.aspx)> [consulta: 10-08-2013]
- **PINEDA, M.** 2012. Evaluación de la condición sanitaria del departamento del Tolima con respecto a la Peste Porcina Clásica. Tesis especialización en epidemiología. Bogotá, Colombia. U, del Rosario. 66 p.

- **PINEDA, M.; ROJAS, D.** 2013. Riesgos de reintroducción de la PPC a través de la frontera Venezolana. Bogotá. Revista Porcicultura Colombiana.(177): 26 – 30.
- **PINEDA, M.; GONZALEZ, A.** 2014. Evaluación Preliminar de Riesgo Cualitativo PPC en Colombia [en línea]. Colombia. <<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informesppc/2.Evaluacion-Riesgo-Magdalena.pdf>> [consulta: 30-07-2014]
- **PINEDA, M.; GONZÁLEZ, A.** 2014 a. Situación Sanitaria Porcina Informe Epidemiológico. [en línea]. Colombia. <[http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informe\\_sppc/1.Info-epidem-PPC-Situacion-sanitaria-actual.pdf](http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informe_sppc/1.Info-epidem-PPC-Situacion-sanitaria-actual.pdf)> [consulta: 20-07-2014]
- **QIU, H.; SHEN, R.; TONG, G.** 2006. The Lapinized Chinese Strain Vaccine Against Classical Swine Fever Virus: A Retrospective Review Spanning Half A Century. Agricultural Sciences in China. 5(1): 1-14
- **RINCON, M.; PEÑA, E.; ARBELAEZ, G.; MONROY, W.; MOGOLLON, J.** 2013. Guía para la atención y erradicación de focos de peste porcina clásica. [en línea]. Colombia. <<http://www.ica.gov.co/getattachment/db27dc6b-9983-4edd-9383-8c7a7eac3ce1/Publicacion-6.aspx>> [consulta: 15-06-2013]
- **ROJAS, D.; GONZALEZ, A.; ORTIZ, J.; PINEDA, P.** 2013 a. Manual de bioseguridad para evitar el ingreso de la peste porcina clásica a una explotación porcícola tecnificada. [en línea]. Colombia. <<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informesppc/4.Manual-bioseguridad-PPC.pdf>> [consulta: 30-07-2013]
- **ROJAS, D.; GONZALEZ, A.; ORTIZ, J.; PINEDA, P.** 2013 b. Manual básico de bioseguridad para evitar el ingreso de la peste porcina clásica en una explotación porcina de tenencia familiar. [en línea]. Colombia. <<http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/home/informesppc/3.Manual-bioseguridad-PPC-peque-porcicultores.pdf>> > [consulta: 30-07-2013]

- **REGENMORTEL, V.; FAUQUET, C.M.; BISHOP, D.H.L.; CARSTENS, E.B.; ESTES, M.K.; LEMON, S.M.; MANILOFF, J.; MAYO, M.A.; MCGEOCH, D.J.; PRINGLE, C.R.; WICKNER, R.B.** 2002. Virus Taxonomy. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Virus Res.* 83 (1–2): 221–222.
- **RIBBENS, S.; GORIS, N.; NEYTS, J.; DEWULF, J.** 2012. Classical swine fever outbreak containment using antiviral supplementation: A potential alternative to emergency vaccination and stamping-out. *Prev. Vet. Med.* 106: 34– 41.
- **SAATKAMP, H.Q.; BERENTSEN, P.B.M.; HORST, H.S.** 2000. Economic aspects of the control of classical swine fever outbreaks in the European Union. *Vet. Microbiol.* 73: 221-237.
- **WEI JI, A.; ZHEN GUO, B.; NAI-ZHENG, D.; CHENG-QIANG, H.** 2015. Studying classical swine fever virus: Making the best of a bad virus. *Virus Res.* 197: 35-47.

## ANEXO

### LISTADO DE EXPERTOS CONSULTADOS

- **Mario Eduardo Peña**

Director Técnico de sanidad animal.  
Responsable de procesos sanitarios importación/exportación de porcinos.

**Instituto Colombiano Agropecuario, ICA**

- **Adriana Deluque**

Lider nacional del programa de erradicación de la Peste Porcina Clásica.  
Programas de sanidad animal.

**Instituto Colombiano Agropecuario, ICA**

- **Diego Rojas Morea**

Director nacional programa de erradicación de la Peste Porcina Clásica.

**Asociación Colombiana de Porcicultores**

- **Germán Guerrero Castillo**

Jefe de asistencia técnica

**Asociación Colombiana de Porcicultores**

- **Mc Allister Tafur**

Director Técnico de inocuidad e insumos veterinarios.

**Instituto Colombiano Agropecuario, ICA**