

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA DETECCIÓN DE  
*Salmonella* spp. COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE  
PESTE PORCINA CLÁSICA EN INVESTIGACIONES DE  
SOSPECHAS CLÍNICAS EN POBLACIONES DE CERDOS  
DE GUATEMALA, FEBRERO 2017- 2018**

**MARÍA VICTORIA ROJAS BOSQUE**

**Médica Veterinaria**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA DETECCIÓN DE  
*Salmonella spp.* COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE PESTE  
PORCINA CLÁSICA EN INVESTIGACIONES DE SOSPECHAS  
CLÍNICAS EN POBLACIONES DE CERDOS DE GUATEMALA,  
FEBRERO 2017- 2018**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**MARÍA VICTORIA ROJAS BOSQUE**

Al conferírsele el título profesional de

**Médica Veterinaria**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOACAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	Br. Yasmín Adalí Sian Gamboa
VOCAL V	Br. María Fernanda Amézquita Estévez

**ASESORES**

M. V. JAVIER DANIEL ZAYDEN MAYORGA  
M. A. YERI EDGARDO VELIZ PORRAS

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA DETECCIÓN DE *Salmonella spp.* COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE PESTE PORCINA CLÁSICA EN INVESTIGACIONES DE SOSPECHAS CLÍNICAS EN POBLACIONES DE CERDOS DE GUATEMALA, FEBRERO 2017- 2018**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

**MÉDICA VETERINARIA**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- A DIOS:** Por ser el creador de todas las cosas, por guiar mis pasos en cada momento, llenarme de sus bendiciones y eterno amor.
- A MIS PADRES:** José y Gloria, por darme la vida, por sus cuidados desde niña, gracias a sus esfuerzos hemos salido adelante, gracias mamita por estar a mi lado siempre, tus abrazos son los más confortables de la Tierra.
- A MAMÁ MARLENE:** Hermana, gracias por tu ejemplo, por tus cuidados y consejos, por ser la persona que siempre está ahí para mí sin importar la distancia. Te quiero muchísimo.
- A MI ESPOSO:** Leopoldo, eres mi mejor amigo, mi compañero de vida, le doy gracias a Dios por ponerte en mi camino, subes mi ánimo cuando hace falta, gracias por ver dentro de mí corazón y enseñarme lo que no veo en los momentos malos y buenos.
- A MIS HERMANAS:** Marlene, Nancy y Johana, todas tan distintas pero iguales de corazón. Nancy (Nany) gracias por apoyarme y acompañarme en cada etapa de mi vida, más que mi hermana mi confidente. Johana (toa toa) gracias por tu cariño y apoyo, por hacerme sonreír siempre. Las quiero infinitamente.
- A MI ABUELA:** Marta por su cariño, todos somos bendecidos al tenerte.

**A MIS SOBRINOS:** Fernando, Carlos, Sofía, Natali y Luca, al verlos me lleno de alegría y recuerdo lo lindo que es ser niño.

**A MI SUEGRA:** Irma, gracias por su apoyo y consejos de madre.

**A MIS AMIGOS:** Por todas las anécdotas, buenos y malos momentos vividos.

**A MIS MASCOTAS:** Lassie, Conejín y Lobito, ustedes pusieron en mi corazón el anhelo de esta hermosa profesión.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MIS ASESORES:** Al Dr. Daniel Zayden y Dr. Yeri Veliz, por su valioso tiempo y compartir sus conocimientos, quienes me apoyaron a realizar esta investigación, además me brindaron su amistad, los aprecio mucho.

**A MI EVALUADOR:** Dr. Jaime Méndez, por su tiempo y aportes para este estudio y para mi persona.

**AL MAGA:** A la Dirección de Sanidad Animal, Director: Dr. David Orellana, Veterinarios: Dr. Daniel Zayden, Dra. Rebeca Velásquez, Dra. Jessica López, Dra. Astrid López, Dr. José Fajardo, Dra. Anacani Madrid, Dr. Luis Serrano, Lic. Juan Villalta, Dra. Jacqueline Noriega, Dr. Aksel Bonilla, Técnicos: Herbert Palacios, Calos Reyes, Luis Sian, y Oris García, por todas las anécdotas y buenos momentos en campo durante los muestreos. Dr. David, gracias por su apoyo y abrirme las puertas en el Ministerio.

## ÍNDICE

I.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
II.	<b>OBJETIVOS</b> .....	2
	2.1 Objetivo General.....	2
	2.2 Objetivos Específico.....	2
III.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
	3.1 <i>Salmonella</i> spp. ....	3
	3.1.1 Clasificación taxonómica.....	3
	3.1.2 Características morfológicas y bioquímicas.....	4
	3.1.3 Estructura Antigénica	5
	3.1.3.1 Antígeno somático (O).....	5
	3.1.3.2 Antígenos flagelares (H).....	6
	3.1.3.3 Antígenos capsulares (K).....	6
	3.1.4 Toxinas.....	6
	3.1.5 Métodos para el aislamiento.....	7-9
	3.1.6 Identificación bioquímica.....	10
	3.1.7 Identificación serológica.....	11
	3.2 Salmonelosis Porcina.....	12
	3.2.1 Transmisión.....	13
	3.2.2 Patogenia.....	13
	3.2.3 Formas de presentación.....	14
	3.2.3.1 Salmonelosis subclínica.....	15
	3.2.3.2 Salmonelosis septicémica.....	16
	3.2.3.2.1 Lesiones macroscópicas.....	16
	3.2.3.2.2 Lesiones microscópicas.....	17
	3.2.3.3 Salmonelosis entérica.....	17

3.2.3.3.1	Lesiones macroscópicas.....	18
3.2.3.3.2	Lesiones microscópicas.....	18
3.2.4	Diagnóstico.....	19
3.2.5	Tratamiento.....	19
3.2.6	Epidemiología de la salmonella durante la etapa de reproducción.....	19
3.2.7	Epidemiología de la salmonella durante la etapa de crecimiento y engorde.....	20
3.2.8	Factores de riesgo y control en granjas.....	21
3.2.8.1	Bioseguridad.....	21
3.2.8.2	Sistemas de manejo.....	23
3.2.8.3	Higiene.....	24
3.2.8.4	Alimento y agua de bebida.....	25
3.2.8.5	Vacunación.....	27
3.3	Peste Porcina Clásica.....	29
3.3.1	Agente causal.....	29
3.3.2	Transmisión y diseminación.....	30
3.3.3	Formas de presentación y lesiones post mortem.....	30
3.3.3.1	Forma hiperaguda o sobreaguda.....	30
3.3.3.2	Forma aguda.....	30
3.3.3.3	Forma subaguda.....	31
3.3.3.4	Forma crónica.....	32
3.3.3.5	Forma congénita.....	32
3.3.4	Diagnóstico diferencial.....	33
3.3.5	Investigaciones oficiales por sospecha de PPC	34

IV.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	35
	4.1 Materiales.....	35
	4.1.1 Recursos humanos.....	35
	4.1.2 Recursos de campo.....	35
	4.1.3 Centros de referencia.....	35
	4.2 Metodología.....	36
	4.2.1 Diseño del estudio.....	36
	4.2.2 Procedimiento.....	36
	4.2.3 Análisis de datos.....	36
	4.2.4 Determinación de la distribución espacial.....	36
	4.2.5 Determinación de la temporalidad.....	37
	4.2.6 Caracterización de la población afectada.....	37
V.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	38
	5.1 Datos sobre la vigilancia epidemiológica de PPC.....	38
	5.2 Signos clínicos presentados.....	39
	5.3 Distribución espacial.....	40
	5.4 Temporalidad.....	42
	5.5 Caracterización de la población afectada.....	44
VI.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
VII.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
VIII.	<b>RESUMEN</b> .....	48
	SUMMARY.....	49
IX.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50
X.	<b>ANEXOS</b> .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No. 1</b>	
Clasificación de <i>Salmonella</i> .....	3
<b>Cuadro No. 2</b>	
Medios de cultivo empleados para distinguir especies de <i>Salmonella</i> .....	8
<b>Cuadro No. 3</b>	
Propiedades bioquímicas diferenciales de las subespecies de <i>Salmonella</i> spp.....	11
<b>Cuadro No. 4</b>	
Notificaciones sospechosas a PPC vinculadas a salmonelosis, atendidas por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **Figura No. 1**

Signología presentada en casos positivos de salmonelosis porcina ante notificaciones detectados por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018..... 40

### **Figura No. 2**

Mapa de distribución espacial de los casos positivos a salmonelosis porcina detectados por MAGA-PRONASPORC, durante el periodo febrero 2017-febrero 2018 en Guatemala..... 41

### **Figura No. 3**

Casos de *Salmonella* spp. detectados por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018..... 42

### **Figura No. 4**

Casos de *Salmonella* spp. detectados por MAGA-PRONASPORC. Fecha de inicio de signos clínicos, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018..... 43

### **Figura No. 5**

Localización geográfica de los casos positivos a salmonelosis porcina por sector productivo, detectados por MAGA-PRONASPORC durante el periodo febrero 2017 – febrero 2018..... 45

## I. INTRODUCCIÓN

La peste porcina clásica (PPC) es una enfermedad infecciosa muy contagiosa, cursa clínicamente como una fiebre hemorrágica hiperaguda y sobreaguda con alta morbilidad y mortalidad, en la actualidad Guatemala se encuentra auto declarada libre de la enfermedad, el último brote detectado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) fue en noviembre de 2011 en el departamento de Sacatepéquez. Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para aspirar al reconocimiento internacional de la condición de libre, los países que han aplicado políticas de control con vacunación, deben tener un mínimo de dos años sin enfermedad, luego de haber suspendido dicha práctica, la vigilancia durante la fase de erradicación debe incluir el diagnóstico diferencial con otras enfermedades con cuadros clínicos y lesiones hemorrágicas compatibles con PPC; siendo uno de ellos la salmonelosis.

La salmonelosis es una enfermedad de tipo bacteriano de distribución mundial que afecta tanto a humanos, animales de sangre caliente y sangre fría. La epidemiología de la salmonelosis es muy compleja. De este punto parte la importancia en describir cómo se comporta esta bacteria en la especie porcina, tomando en cuenta que el sector patio es donde menos atención se le da a la bioseguridad, por lo que podría ser una fuente de contaminación para el humano.

Así mismo la salmonelosis porcina representa importancia sanitaria y económica, ya que un brote en granjas puede presentar un alto porcentaje de muertes especialmente en la forma septicémica y suponer una disminución en el índice de producción en la forma subclínica o entérica, así como gastos elevados al controlar el brote.

El presente trabajo recopilará la información sobre la presencia de *Salmonella* spp. en cerdos, de las bases de datos del Programa Nacional de Sanidad Porcina (PRONASPORC) y de esta manera determinar su distribución espacial, temporal y caracterizar la enfermedad en la población porcina del país.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- Contribuir a las investigaciones para generar información sobre *Salmonella* spp. como diagnóstico diferencial de Peste Porcina Clásica realizado por los servicios veterinarios oficiales, a través de un análisis retrospectivo.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de *Salmonella* spp. en cerdos con signología compatible con Peste Porcina Clásica.
- Determinar la distribución espacial y temporal de la aparición de *Salmonella* spp. en los departamentos del estudio, en un periodo de un año.
- Determinar las poblaciones de cerdos afectadas de acuerdo a la edad del animal y sistema de producción por departamento.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 *Salmonella* spp.

##### 3.1.1 Clasificación taxonómica

La más reciente clasificación deriva de estudios realizados sobre la base de técnicas de hibridación del DNA de salmonela. Esto ha permitido determinar que existen dos especies cuya clasificación final es la siguiente:

**Cuadro No.1 Clasificación de *Salmonella***

<b>Especie</b>	<b>Subespecie</b>	<b>Hábitat</b>
<i>Salmonella entérica</i>	<i>entérica</i> (I)*	Hombre Animales de sangre caliente
	<i>salamae</i> (I) <i>arizonae</i> (IIIa) <i>diarizonae</i> (IIIb) <i>houtenae</i> (IV) <i>indica</i> (VI)	Animales de sangre fría Medio ambiente
<i>Salmonella bongori</i> (V)		
*Entre paréntesis se indica la anterior clasificación en grupos.		

Fuente: N.O. Stanchi, 2007

Aunque existan solo dos especies de *Salmonella* según su hibridación de DNA, tanto las especies como las subespecies mencionadas se encuentran constituidas por más de 2,400 variedades serológicas, delimitadas por distintas asociaciones de antígenos somáticos O y flagelares H (Stanchi, 2007). También puede hacerse una clasificación de *Salmonella* desde el punto de vista epidemiológico:

Grupo 1: aquellas salmonelas que no tienen afinidad por ningún hospedador en particular y pueden infectar por igual al hombre y a los animales. A este grupo pertenecen la mayor parte de las serovares causantes de salmonelosis. *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Enteritidis, etc. (Stanchi, 2007)

Grupo 2: abarca las salmonelas que afectan únicamente al ser humano o sea, *Salmonella* Typhi, *Salmonella* paratyphi, *Salmonella* paratyphi C. estas bacterias son transmisibles de manera directa o indirecta del enfermo y/o portador sano al nuevo hospedador (Stanchi, 2007).

Grupo 3: está constituido por las salmonelas que se hallan adaptadas a un hospedador animal exclusivamente. Son las siguientes: *Salmonella* Abortusovis (ovinos), *Salmonella* Abortusequi (equinos), *Salmonella* Gallinarum (causante del tifus aviar) y *Salmonella* Cholerasuis (Porcinos)(Acha, 2001).

### **3.1.2 Características morfológicas y bioquímicas**

Bacteria de la familia *enterobacteriaceae*, gram negativa, en forma de bastón, de 0,7 a 1,5  $\mu\text{m}$  de ancho y 2,0 a 5  $\mu\text{m}$  de largo, su movilidad es por flagelos distribuidos en forma peritrica (únicamente dos especies son inmóviles: *Salmonella* Gallinarum-Pullorum, responsable del tifus aviar y pullorosis respectivamente debido a la pérdida de sus flagelos). Son anaerobios facultativos y no formadores de esporas (Stanchi, 2007).

Poseen metabolismo fermentativo y oxidativo; fermenta glucosa con producción de ácido y gas (excepto *S. Typhi*), también fermentan L-arabinosa, maltosa, D-manosa, L-ramnosa, D-sorbitol, trehalosa, D-xilosa y D-dulcitol (Jawetz, Melnick y Adelberg, 2005).

Son oxidasa negativo, catalasa positivo, indol y Voges-Proskauer (VP) negativo, rojo de metilo y Simmons citrato positivo, produce H<sub>2</sub>S, son urea negativo, lisina ornitina y descarboxilasa positivo. Entre otras características bioquímicas se encuentran la reducción de nitratos a nitritos, no desaminan la fenilalanina y son tetrionato reductasa (Jawetz et al., 2005).

### **3.1.3 Estructura antigénica**

Las enterobacterias tienen una estructura antigénica compleja compuesta por más de 150 diferentes antígenos somáticos termolábiles que son: Ag Somáticos (O de la pared celular) lipo-polisacáridos, más de 100 Ag capsulares (K) termolábiles, llamados en salmonella Ag de superficie (Vi) y más de 50 Ag flagelares (H) (comúnmente observados en la serovariedad Typhi) (Jawetz et al., 2005).

#### **3.1.3.1 Antígeno somático (O)**

Son la parte más externa del lipo-polisacárido de la pared celular consta de unidades repetidas de polisacáridos, es termoestable tipo- específico y se halla en todas las especies. Este antígeno determina el serogrupo y se distinguen dos clases: mayores (determinantes del serogrupo) y menores (se hallan en algunas salmonelas y serogrupos de estas) (Stanchi, 2007).

Los anticuerpos presentes a los antígenos O son predominantemente IgM (Jawetz et al., 2005).

### **3.1.3.2 Antígenos flagelares (H)**

Son proteínas localizadas en el flagelo móvil, desnaturalizados mediante calor o alcohol, por lo general estos microorganismos poseen dos fases de Ag H. La fase 1 (designada con letras minúsculas) y Fase 2 (designada por números arábigos). El microorganismo tiende a cambiar de una fase a otra y se le conoce como variación de fase; estos Ag se aglutinan con anti – H, produciendo principalmente IgG (Jawetz et al., 2005).

### **3.1.3.3 Antígenos capsulares (K)**

Es un antígeno termolábil, denominado Antígeno (Vi) en *Salmonella*, que protege a la bacteria dándole resistencia antifagocítica. Como este antígeno recubre toda la bacteria, es causa de la inaglutinabilidad con antisuero O, en este caso, la cepa en estudio debe ser sometida a un calentamiento a 100°C durante 30 minutos, a fin de desnaturalizar dicha cubierta y luego poder realizar la prueba de aglutinación en el Ag somático correspondiente. Se encuentra presente en *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi C*, y en algunas cepas de *Salmonella Dublin* (Stanchi, 2007).

### **3.1.4 Toxinas**

La mayor parte de las bacterias gram negativas poseen lipopolisacáridos complejos en sus paredes celulares, tales sustancias endotoxinas de envoltura de la célula (membrana citoplasmática, peptidoglucanos, membrana externa), cada una de las cuales ataca a la célula blanco (habitualmente una célula epitelial del intestino) (Biberstein y Chung, 1994).

La enterotoxina desajusta la síntesis de los nucleótidos cíclicos, lo que provoca un desajuste de iones y de líquido hacia la luz intestinal, lo que a su vez ocasiona diarrea, así mismo desajusta la síntesis de los nucleótidos cíclicos y la detención de la síntesis proteica provoca la muerte de la célula (Biberstein y Chung, 1994).

### **3.1.5 Métodos para el aislamiento**

Los métodos para una identificación clásica de la bacteria están divididos en tres etapas sucesivas las cuales son:

- 1) Pre enriquecimiento en medio no selectivo: agua peptonada buferada.
  
- 2) Enriquecimiento selectivo: caldo selenito-cistina o caldo tetrionato de Müller-kauffmann, caldo soja Rappaport y Vassiliadis (RV), o caldo soja peptona Rappaport y Vassiliadis (RVS). También puede emplearse otros medios de enriquecimiento, tales como caldo SBM, caldo selenito de Leiffson, caldo TBG, caldo Mossel, caldo PREUSS.
  
- 3) Subcultivo en medio solido selectivo: agar xilosa-lisina-desoxicolato (XLD), agar verde brillante (BGA); también puede utilizarse otro medio solido selectivo como: agar bismuto-sulfito de Wilson-Blair, agar BPLS, agar DCLS, agar para Salmonella de Önöz, agar VRB (Stanchi, 2007).

En los animales enfermos la infección puede cursar de forma subclínica, y por ende, las muestras tendrán una carga bacteriana escasa que, en ciertos casos puede llegar a morir en la etapa de adaptación al medio de cultivo durante la primera siembra del material, de forma tal que el aislamiento de dicho microorganismo puede resultar dificultoso o nulo. El riesgo de un falso positivo se

puede reducir mediante la siembra en medios de pre enriquecimiento no selectivos, con dos repiques posteriores a medios de enriquecimiento selectivos y dos trasplantes a medios selectivos sólidos (Stanchi, 2007).

Los medios de cultivo empleados en el aislamiento y cultivo de salmonelas tienen distintos grados de selectividad y las colonias en ellos desarrolladas pueden tomar diferentes aspectos según los sustratos de cada medio. Estos detalles pueden apreciarse en el cuadro No. 2 (Stanchi, 2007). Posteriormente se lleva a cabo el estudio de las características bioquímicas de las colonias sospechosas en los medios adecuados para su identificación y finalmente el análisis antigénico (Stanchi, 2007).

**Cuadro No.2 Medios de cultivo empleados para distinguir especies de Salmonella**

<b>Medio de cultivo</b>	<b>Grado de selectividad</b>	<b>Aspecto de las colonias</b>
Agar BPLS (agar verde brillante, rojo de fenol lactosa y sacarosa)	Baja	Rosas
Agar EMB (agar eosina, lactosa, azul de metileno)	Baja	Incoloras
Agar MC (agar Mac Conkey)	Baja	Incoloras
Agar DCLS (agar desoxicolato, citrato, lactosa, sucrosa)	Baja	Incoloras

Agar para Salmonella (según Önöz) (agar lactosa, sacarosa, tiosulfato, citrato férrico, sales biliares, verde brillante y rojo neutro)	Mediana	Incoloras
Agar BGA (agar verde brillante)	Alta	Rosadas, blancas o transparentes sobre fondo rojo
Agar bismuto-sulfito (según Wilson-Blair)	Alta	Borde claro y centro negro, con precipitado periférico negro con brillo metálico (ojo de conejo o de pescado)
Agar HK (agar Hektoen)	Alta	Verde-azuladas, centro negro
Agar SS (agar <i>Salmonella-Shigella</i> )	Alta	Incoloras con centro negro
Agar XLD (agar xilosa, lisina, desoxicolato)	Alta	Rojas con centro negro
Caldo RVS (caldo peptona soja de Rappaport Vassiliadis)	Muy Alta	--

Fuente: N.O.Stanchi, 2007

### 3.1.6 Identificación bioquímica

Las probables colonias de *Salmonella* spp. en los medios de aislamiento utilizados se confirman mediante pruebas bioquímicas.

El test bioquímico que se utiliza con mayor frecuencia para confirmar las cepas de *Salmonella* sospechosas es el Índice Analítico de Perfil (API-20) la base del test está constituida por 20 micro tubos que contienen sustratos deshidratados. Para la realización del mismo, se inocula la suspensión bacteriana en dichos micro tubos y se reconstituyen los medios. Durante la incubación, el metabolismo de las bacterias produce cambios de color que aparecen de forma espontanea o tras la adición de un reactivo. Finalmente la identificación se obtiene consultando el Índice Analítico de Perfil (API, en sus siglas en ingles) (Caffer, Terragno y Binsztein, 2008).

Como corresponde a las enterobacterias, las salmonelas son oxidasa negativa y catalasa positiva, es positivo para las pruebas rojo de metilo, citrato, fermentación de la glucosa, arginina dihidrolasa y decarboxilacion de lisina y ornitina, por su parte, es negativa para las pruebas de indol, voges proskauer y ureasa (Stanchi, 2007).

A continuación se presenta un cuadro que especifica las diferencias bioquímicas para esta especie.

**Cuadro No.3 Propiedades bioquímicas diferenciales de las subespecies de  
*Salmonella spp.***

Prueba bio-química	S. entérica						S. bongori (V)	
	<i>entérica</i> (I)	<i>salamae</i> (II)	<i>arizonae</i> (IIIa)	<i>diarizonae</i> (IIIb)	<i>houstenae</i> (IV)	<i>indica</i> (VI)		
Dulcita	+	+	-	-	-	D	+	
ONPG	-	-	+	+	-	D	+	
Malonato	-	+	+	+	-	-	-	
Gelatina	-	+	+	+	+	+	-	
Sorbita	+	+	+	+	+	-	+	
KCN	-	-	-	-	+	-	+	
L(+) tartrato	+	-	-	-	-	-	-	
Mucato	+	+	+	-(70%)	-	+	+	
Salicina	-	-	-	-	+	-	-	
Lactosa	-	-	-(75%)	+(75%)	-	D	-	
Hábitat de las cepas	Animales de Sangre Caliente		Animales de sangre fría y medio ambiente					

Fuente: N.O. Stanchi, 2007

### 3.1.7 Identificación serológica

El serotipado, forma parte de la bacteriología para la identificación de *Salmonella spp.* La serotipificación es una técnica estable, sencilla y que, por su amplia utilización, permite el seguimiento de los principales serotipos (Gonzalez, 2014).

Mediante el serotipado, pueden describirse distintos patrones de distribución, virulencia y resistencia a serotipos concretos de *Salmonella* lo que constituye un elemento importante en la investigación epidemiológica (Gonzales, 2014).

El serotipado permite identificar y caracterizar a los aislados del género *Salmonella* mediante la detección de su composición antigénica: antígenos somático, antígenos flagelares, que mayoritariamente constan de dos fases (H1 y H2), siendo esta una característica exclusiva del género, y para ciertos serotipos, el antígeno capsular (Gonzales, 2014).

La técnica consiste en un conjunto de reacciones de aglutinación rápida en placa, mediante la adición de sueros específicos de antígeno (O y H). Así, a cada cepa de *Salmonella* se le asigna una “formula” antigénica determinada, en la que se indica que antígenos O y que antígenos flagelares de fase 1 y de fase 2 (Gonzales, 2014). La formula antigénica se escribe de la siguiente manera:

Antígenos O, Vi: Fase 1 del Antígeno H: Fase 2 antígeno H

En general, todos los serotipos conocidos se encuentran listados según el esquema de Kauffman-White-Le-Minor, aunque habitualmente solo se aíslan unos cuantos (Gonzales, 2014).

### **3.2 Salmonelosis porcina**

El cerdo es huésped de numerosos serotipos de *Salmonella* y constituye el reservorio principal de *S. Cholerasuis*. Entre otros serotipos que atacan al cerdo están: *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Dublin*. Estos serotipos se asilan generalmente del intestino y de los ganglios mesentéricos, mientras que *S. Cholerasuis* es muy invasora, septicémica y se puede aislar de la sangre y de cualquier órgano (Acha, 2001).

### **3.2.1 Transmisión**

Tradicionalmente, la ruta fecal-oral ha sido señalada como la principal vía de entrada de *Salmonella* en el cerdo. No obstante, se ha demostrado la transmisión de la infección por vía respiratoria en varias especies, entre ellas el cerdo, a través de la inhalación de aerosoles o de partículas de polvo contaminadas (Dominguez, Porrero, y Tellez, 2006).

Varios estudios experimentales han comprobado el papel de esta vía respiratoria en la transmisión de la salmonelosis porcina y ha demostrado que tanto las tonsilas como los pulmones son órganos importantes para la invasión y la diseminación de la bacteria en estos animales (Dominguez, Porrero, y Tellez, 2006).

Teniendo en cuenta estas vías de infección, no es difícil entender el papel destacado de muchos fómites vectores en la diseminación del patógeno, tanto entre explotaciones como dentro de ellas (Dominguez, Porrero, y Tellez, 2006).

### **3.2.2 Patogenia**

La principal vía de entrada de *Salmonella* al organismo del animal es la oral. Después de que el microorganismo llega al intestino, se presenta un periodo de multiplicación intraluminal y luego invade la mucosa intestinal fundamentalmente a nivel del íleon, posteriormente abarca ciego, colon y recto. Estos acontecimientos ocurren aproximadamente seis horas después de que la bacteria llega al intestino; a continuación invade la mucosa y la submucosa, atraviesa la pared intestinal y aproximadamente en 24 horas se puede identificar en los nódulos linfáticos mesentéricos, y en aproximadamente 48 horas se localizan en otros órganos.

De esto se concluye que la patogénesis de la salmonelosis puede ocurrir en dos formas: Localizada o entérica y generalizada o septicémica (Ramírez, 2005).

El proceso patológico de la salmonelosis se inicia con congestión y dilatación capilar; posteriormente se produce diapédesis, trombosis en vénulas y arteriolas y finalmente isquemia. Debido a estos cambios, se producen lesiones en la piel, así como en otros órganos particularmente en el intestino grueso, donde frecuentemente se observan zonas de necrosis y úlceras (Ramírez, 2005).

Por otra parte, se ha observado que en infecciones con *Salmonella Choleraesuis* hay una notable capacidad de adhesión de los neutrófilos hacia el endotelio vascular, esta condición probablemente se relaciona con el efecto de su endotoxina, ya que no ocurre en infecciones con serotipos de la especie *Enteriditis* además, parece ser que la *S. Choleraesuis* únicamente causa la enfermedad en forma septicémica mientras que los serotipos de la especie *Enteriditis* generalmente producen la enfermedad en la forma entérica (Ramírez, 2005).

En los casos de salmonelosis entérica se ha planteado la hipótesis de que la endotoxina de la salmonella provoca la liberación de prostaglandinas en las células epiteliales del intestino, que estimulan la adenilciclasa lo cual ocasiona incremento de los niveles de monofosfato de adenosina, esto da como resultado la reducción de la absorción del sodio y el aumento en la secreción de cloro y, finalmente la pérdida de fluidos (Ramírez, 2005).

### **3.2.3 Formas de presentación**

La salmonelosis porcina es una enfermedad que afecta con mayor frecuencia a cerdos en fase de transición y engorde, aunque de forma más esporádica También puede observarse en las reproductoras. Esta enfermedad puede ser

subclínica o puede manifestarse de dos formas clínicas: septicémica y entérica (Ramírez, 2005).

### **3.2.3.1 Salmonelosis subclínica**

Es la más frecuente en los sistemas de producción actual, con estados de portador asintomático. El estado de portador se produce porque *Salmonella* es un organismo intracelular facultativo que sobrevive en los fagolisosomas de los macrófagos, pudiendo eludir así los efectos de los anticuerpos y del complemento. La persistencia del estado de portador es la característica más importante desde el punto de vista epidemiológico (Gonzales, 2014).

Los portadores pueden ser activos, con eliminación constante o intermitente de *Salmonella*, o latentes en los que la bacteria suele estar en ganglios linfáticos (mesentéricos y amígdalas palatinas) sin eliminación de la misma, el estado de portador tiene una gran importancia a nivel de contaminación de otros animales y del medio ambiente; además estos animales pueden sufrir enfermedad en el caso de someterlos a estados de estrés. Los portadores también tienen una gran importancia a nivel zoonótico por la contaminación fecal de las canales en el matadero (Gonzalez, 2014).

La mayoría de las infecciones por *Salmonella* Typhimurium cursan de forma asintomática y no son reconocibles ni en el cebadero ni tras el sacrificio en mataderos, por lo que no suelen resultar un problema sanitario importante para el ganadero (Gonzalez, 2014).

### **3.2.3.2 Salmonelosis septicémica**

El periodo de incubación de esta enfermedad ya sea septicémica o entérica, puede estar condicionado por factores como: edad del cerdo, resistencia, condiciones medioambientales, serotipo, especie y virulencia del microorganismo. Como se ha señalado previamente, la *S. choleraesuis* es capaz de provocar la enfermedad en forma septicémica, principalmente a partir del destete, hasta aproximadamente los cinco meses de edad (aunque ocasionalmente, se ha observado en cerdos lactantes y adultos) (Ramírez, 2005).

Experimentalmente en lechones, la enfermedad se caracteriza por depresión, anorexia y postración. Los brotes naturales en cerdos jóvenes se manifiestan con fiebre que va de 40-41 °C, disminución del apetito, depresión, debilidad, tambaleo, eritema y cianosis en la piel del hocico, orejas, región ventral del cuerpo y miembros, además presenta convulsiones, problemas respiratorios y la muerte, si no se aplica un tratamiento adecuado, la diarrea no es común (Ramírez, 2005).

Los animales que sobreviven a esta forma clínica quedan como portadores y pueden eliminar la bacteria durante al menos 12 meses mediante las heces (Gonzalez, 2014).

#### **3.2.3.2.1 Lesiones macroscópicas**

Al realizar la necropsia es habitual observar congestión de la mucosa fúndica gástrica, esplenomegalia, hepatomegalia (menos severa), adenomegalia mesentérica y gastrohepática, pulmones congestivos, bronconeumonía cráneo-ventral, hemorragias petequiales en riñón y si la enfermedad alcanza la cronicidad

se observan lesiones intestinales características de la enterocolitis, incluyendo la típica “ulcera en botón” en colon (Cano y Marquez, 2015).

### **3.2.3.2 Lesiones microscópicas**

La histopatología muestra nódulos paratifoideos en hígado (septicemia), hiperplasia de las células reticulares del bazo y nódulos linfáticos, así como inflamación generalizada del endotelio y células histiocíticas típicas de sepsis por bacterias gram negativas (Cano y Marquez, 2015).

### **3.2.3.3 Salmonelosis entérica**

La forma entérica de la salmonelosis se presenta con mayor frecuencia en cerdos jóvenes, a partir del destete hasta aproximadamente los 4 meses de edad, aunque puede afectar también a animales adultos, sin embargo es menos frecuente. Esta forma clínica puede tener un curso agudo o crónico, aunque normalmente se trata de cuadros agudos (Gonzalez, 2014).

El signo inicial es depresión, después hay diarrea profusa que dura en los casos agudos entre 3-7 días y pueden producirse recaídas, heces acuosas de color grisáceo, amarillento o verdusco, con moco y en casos muy severos, con fragmentos de mucosa y generalmente con olor fétido; puede haber fiebre, además de observarse en estos animales disminución en el consumo de alimento, depresión, pérdida de peso y deshidratación. La mortalidad generalmente es baja y ocurre después de varios días de que el cerdo está sufriendo diarrea por deshidratación o desarrollo de una septicemia. Los animales que se recuperan de la enfermedad permanecen como portadores y pueden diseminar la salmonella durante varios meses (Ramírez, 2005).

Los cuadros entéricos están causados principalmente por *S. Typhimurium*. Esto puede ser debido a la alta capacidad infectiva de este serotipo, junto a unas pobres medidas de higiene que pueden existir en las granjas, lo que permite la exposición de los animales a altas dosis del microorganismo (Gonzalez, 2014).

#### **3.2.3.3.1 Lesiones macroscópicas**

En los casos de salmonelosis entérica, los cerdos se observan deshidratados, con el pelo hirsuto y con bajo peso (Ramírez, 2005).

Internamente las lesiones se limitan al tracto digestivo, en donde se nota congestión de la mucosa gástrica, particularmente en la región fúndica, las principales lesiones ocurren en el ciego, el colon y el recto, en donde se observa contenido intestinal mucofibrinoso y ocasionalmente hemorrágico, y las heces pueden ser muy fluidas, hay tiflitis y colitis catarral fibrinonecrotica; en algunos casos la lesión más severa es la necrosis, principalmente en la válvula ileocecal que comprende las úlceras en forma de placa. También se ha encontrado proctitis ulcerativa difusa o fibrinonecrotica, peritonitis fibrinosa, linfadenitis mesentérica y rectal; la vesícula biliar se observa edematosa, los vasos congestionados y algunas veces hay úlceras en la mucosa (Ramírez, 2005).

#### **3.2.3.3.2 Lesiones microscópicas**

La histopatología, evidencia necrosis de las criptas y de la superficie de los enterocitos que involucra la mucosa, muscularis mucosae y submucosa (úlceras en colon) así como de los ganglios linfáticos, aunque en los casos crónicos se pueden observar hipertróficos (Cano y Marquez, 2015).

### **3.2.4 Diagnostico**

Es posible establecer un diagnóstico presuntivo según las manifestaciones clínicas y la evaluación de las lesiones encontradas durante la necropsia. No obstante, es recomendable contar con el apoyo del laboratorio de diagnóstico para identificar la presencia de *Salmonella* spp. Mediante cultivos bacteriológicos practicados a partir de muestras de diferentes órganos y tejidos como bazo, hígado, pulmones, ganglios linfáticos, intestino y materia fecal (Cano y Marquez, 2015).

### **3.2.5 Tratamiento**

El tratamiento en las etapas tempranas de la enfermedad es esencial para reducir la mortalidad en el caso de la salmonelosis septicémica. Sin embargo, existe controversia respecto al uso de agentes antimicrobianos para el tratamiento de la salmonelosis entérica. Las salmonelas son microorganismos intracelulares facultativos, por lo que, durante la presentación de la enfermedad, las bacterias están protegidas en un nicho intracelular inaccesible para muchos fármacos antimicrobianos. En las investigaciones recopiladas se recomiendan antibióticos como amikacina, gentamicina, neomicina, apramicina, ceftiofur y trimetropin sulfonamida. Sin embargo, la sensibilidad mostrada en los antibiogramas para Florfenicol, Enrofloxacin y algunos Nitrofuranos reflejaban los mejores resultados a nivel de campo (Cano y Marquez, 2015).

### **3.2.6 Epidemiología de la salmonella durante la etapa de reproducción**

En la actualidad es común observar excreción de *Salmonella* en cerdas reproductoras con una contaminación substancial en el área de parición, sin embargo el parto y la lactación no son asociados al incremento de contaminación

por salmonella vía materna y la proporción de animales que excretan la bacteria en un cohorte pueden ser menor entre cerdas en lactación (0-9.1%) que entre cerdas preñadas. (17.4-41.3%) en la misma unidad. En efecto, el pico de excreción ha sido observado en algunas unidades que ocurre después del destete, coincidiendo con el comienzo del celo en las cerdas (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Las cerdas reproductoras a menudo tienen un manejo en particular que puede ayudar al mantenimiento de la bacteria en forma endémica. Esto incluye el movimiento continuo de animales dentro de la manada, introducción periódica de cerdas bajo estrés que puede acarrear cepas externas e inmunológicamente suprimidas que pueden ser portadoras de algún tipo de cepa endémica. Las reproductoras y los reemplazos han resultado tener una frecuencia más elevada de excreción de salmonella que cerdos en desarrollo y engorde en un estudio realizado en unidades porcinas en Canadá (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

La excreción en lechones parece ocurrir en un bajo nivel hasta después del destete, el transporte de cepas de salmonella entre la maternidad y el destete puede ocurrir por contacto directo entre madre-cría, equipo y personal de la granja (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.2.7 Epidemiología de la salmonella durante la etapa de crecimiento y engorde**

El patrón general de la prevalencia de individuos que excretan la bacteria puede llegar a descender bruscamente durante las primeras semanas en la cría y la fase de crecimiento y convertirse en intermitente, sin embargo esto está sujeto a grandes variación observadas entre piaras, serovares, estrés, movimiento y la

mezcla de cerdos a medida que progresan a través de las etapas de crecimiento y finalización. Se han realizado estudios donde de la producción de porcinos con prevalencia de *S. Typhimurium* fue aislada con mayor frecuencia durante la fase de engorde, lo que sugiere que muchas fuentes de contaminación podrían estar presentes en esta etapa y que los cerdos de engorde podrían tener mayor nivel de exposición y susceptibilidad. Sin embargo, los factores de riesgo dependerán de cada unidad productiva ya que estudios en instalaciones con un sistema de integración vertical en la producción no lograron un nivel de control superior ante casos de salmonelosis (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.2.8 Factores de riesgo y control en granjas**

#### **3.2.8.1 Bioseguridad**

La importancia de la excreción constante de *Salmonella* es un factor de riesgo en unidades productivas. Datos recientes de encuestas realizadas en la Unión Europea (UE) han confirmado que la infección en instalaciones de crecimiento es de una magnitud similar a las aéreas de engorde, planteando el riesgo que poseen las poblaciones importadas de una pirámide de cría (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Una evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico emprendida en la UE llegó a la conclusión que elementos entrantes y piensos contaminados constituían el principal riesgo de introducción de *Salmonella* en las explotaciones porcinas. Como medidas de control en unidades con un estatus bajo de *Salmonella*, la adquisición, cría y engorde de manadas con el mismo o mejor estatus sanitario es la política más acertada al igual que la observación y aislamiento para el control de la bacteria. Para las unidades libres de *Salmonella*, el problema puede ser mayor en muchos países, donde ser libre de salmonella no es un elemento definido de un

estado específico sin patógenos. El comercio internacional de cerdos reproductores de reemplazo está asociado con la diseminación mundial de ciertos serovares, especialmente *S. Typhimurium* y *S. Derby*. Los países que tienen recursos limitados para la compra de cerdos de reemplazo predomina la cría en patio, y una prevalencia notablemente menor de tales serovares y de *Salmonella* spp. en general (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Existe también un riesgo para el control de la *Samonella* asociado con la adquisición de otras enfermedades, como la presencia de determinadas infecciones subclínicas que pueden resultar siendo un factor de riesgo significativo para la seroconversión de *Salmonella*. La exposición a plagas y vectores, como roedores, pájaros, zorros, etc., puede permitir la entrada de salmonella en las instalaciones, aunque la diseminación local de contaminación existente es probablemente el efecto más común asociado con la vida silvestre, especialmente en los roedores. La producción de cerdos al aire libre tiene una tendencia particular para la alta seroprevalencia en el sacrificio así como una mayor frecuencia de contaminación ambiental de *Salmonella*, con evidencia de una amplia diversidad de serovares de vida relativamente corta que muestran cierta relación con aislamientos del medio ambiente y vida silvestre locales. Esto sugiere la inevitable baja bioseguridad al entorno exterior, limitando el control que podría ser logrado, sin embargo los serovares observados pueden diferir significativamente de los alojados en el medio ambiente (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

El establecer cercas perimetrales y hacer uso de ropa especial dentro de las instalaciones fueron medidas de control significativas contra la seroconversión por *Salmonella* durante la etapa de engorde en un estudio realizado en Francia. La contaminación por *Salmonella* se extiende fácilmente hacia carreteras, agua estancada, vehículos y otros equipos móviles, por lo que se deben tomar medidas como la desinfección de vehículos y otros equipos que viajan fuera de la granja

como parte esencial de cualquier régimen riguroso de bioseguridad. El efecto del control en la vida silvestre es difícil de cuantificar, ya que a menudo se implementa en conjunto con otras medidas de bioseguridad e higiene, pero se ha estimado que está asociado con una reducción del 10-20% de *Salmonella*-positiva en los ganglios linfáticos durante el sacrificio (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.2.8.2 Sistemas de manejo**

El manejo “todo dentro/todo fuera” en granja es la base del éxito en el control de Salmonelosis junto con la limpieza, desinfección entre lotes y despoblación de áreas contaminadas. Sin embargo las advertencias que se centran en la higiene señalan los obstáculos substanciales de la implementación exitosa de un manejo “todo dentro/todo fuera” respecto al control de este agente. En muchos casos el tamaño, estructura y manejo de las etapas de producción no se prestan a la despoblación periódica de las instalaciones. Esto es especialmente en las etapas de cría y crecimiento-engorde, pero aunque se den éstas condiciones la práctica del manejo “todo dentro/todo fuera” no muestra resultados positivos por si sola ya que la despoblación es una estrategia más consistente para eliminar patógenos ambientales como *Mycoplasma*, y reducir la carga de *Salmonella* ambiental asociado con una seroprevalencia reducida (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Si bien los grupos de cerdos siendo o no manejados en un sistema “todo dentro/todo fuera”, ha demostrado que el movimiento entre granjas y el manejo de grupos de animales contribuyen sustancialmente al éxito del control de *Salmonella*, ya que la mezcla entre grupos impone estrés social así como potencialización de la tasa de infección entre cerdos, dando lugar a mayores oportunidades para extender y perpetuar las infecciones endémicas. Además de

los planes de movimiento, evitar que los cerdos no infectados entren en contacto con las áreas de heces con *Salmonella* positiva son requisitos previos para la eliminación exitosa y eventual de salmonella de una unidad, después de que otras intervenciones han fallado (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.2.8.3 Higiene**

Medidas específicas de higiene, como el uso de slats y frecuente limpieza de excretas de las salas de maternidad, has sido asociada a la reducción de *Salmonella* en cerdos de crecimiento. Muros sólidos y procedimientos de higiene de personal también han sido asociados con una reducida seroprevalencia (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

La limpieza y desinfección es un aspecto importante que aparece como un factor de riesgo cuando es ineficiente y como un elemento integral de control de *Salmonella* cuando es realizado eficientemente, hay cierta duda de que la limpieza y desinfección de la granja es a menudo insuficiente para remover la *Salmonella*, y puede resultar en una alta o diseminada contaminación. Las razones para esto incluyen los efectos de la humedad, materia orgánica residual en superficies, la disponibilidad y eficiencia de los desinfectantes así como errores comunes de dilución y aplicación de desinfectantes. En ciertas situaciones la *Salmonella* es endémica en la etapa de cría, un alto estándar de limpieza, desinfección y segregación en las etapas de parto y destete pueden ser contraproducentes a no ser que haya altos estándares de manejo en las etapas de crecimiento y engorde. Se esperaría que la mayoría de las infecciones tempranas de destetados y la respuesta serológica asociada disminuyeran por la edad de sacrificio si los cerdos no estuviesen expuestos a altos niveles de nuevas cepas a través de roedores o sistemas comunes de excretas (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Un acercamiento a una granja libre de *Salmonella* que usa medidas de higiene intensivas y procura una selección de lechones destetados saludables (posiblemente aumentada por la vacunación de las cerdas) para potenciar una barrera contra la exposición de *Salmonella* que ocurre al destete cuando los lechones tienen una alta inmunidad pasiva. Si los lechones son trasladados bajo altas condiciones de bioseguridad a salas contaminadas con *Salmonella*, hay una significativa proporción de que este grupo se mantendrá libre de la bacteria. Sin embargo la comprensión de estos factores que optimizan el éxito ante este problema, son de alguna manera limitados (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

#### **3.2.8.4 Alimento y agua de bebida**

En donde la *Salmonella* está generalmente ausente de la manada, el alimento contaminado ha sido identificado como la mayor ruta para la introducción del patógeno, es necesario tomar en cuenta cómo la *Salmonella* entra en el proceso de manufactura de concentrados, por lo que es indispensable el control desde el cultivo, almacenamiento, transporte de los ingredientes, hasta la mezcla, procesamiento y almacenaje en granja. Las estrategias de control ya sea físicas o químicas para eliminar el riesgo en alimentos no son completamente exitosas. Para asegurar el estatus bajo de *Salmonella*, países desarrollados realizan obligatoriamente muestras y pruebas en ingredientes, mezcla y producto final (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

En las granjas donde la *Salmonella* es común o endémica, tal vez el factor protector de riesgos se ve en el uso de alimento muy grueso en suelo o alimento fermentado líquido. Como complemento de estos descubrimientos, el alimento peletizado o raciones secas han sido asociadas con el incremento de riesgo de infección. Los efectos protectores se creen que son mediados por la influencia del

tipo de ración en el pH estomacal y el tiempo de tránsito del mismo, por el tamaño de las partículas de alimento con efectos adicionales en el intestino grueso (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Una ración fermentada con un pH bajo inherentemente será resistente a la contaminación de *Salmonella* durante el almacenamiento y durante la alimentación, resultado por su contenido de ácidos orgánicos. Este efecto ácido continúa aplicándose en el estómago, aumentado por ácidos estomacales, proveyendo un pH substancial y una barrera ácido orgánica a la *Salmonella* ingerida por la ración o por el ambiente. La inclusión de soya líquida en la ración es particularmente benéfica y estimula la proliferación de bacterias ácido lácticas. Es importante notar que una ración líquida o ración mojada no es suficiente para proveer protección, ya que es el pH bajo de la fermentación la que manifiesta el efecto anti-*Salmonella* (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

Se ha revisado recientemente la adición de productos químicos al pienso o al agua del ganado, incluidos los cerdos, para el control de *Salmonella*. Los tratamientos alimenticios generalmente implican la adición de ácidos orgánicos con o sin sus sales y en diversas combinaciones, en formulaciones líquidas o en polvo. Algunos tratamientos también utilizan otros antimicrobianos, por ejemplo compuestos de disociación membranas por formaldehído. Los tratamientos de agua también implican la adición de ácidos orgánicos. Por lo tanto. La experiencia en el campo indica que la acidificación del pienso o del agua puede estar asociada con un control mejorado de *Salmonella*, pero sólo si se controlan adecuadamente otros factores de riesgo, sin embargo también puede haber problemas con la corrosión y el crecimiento excesivo de hongos en los sistemas de agua potable de las granjas por acidificación del medio (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

El uso de antibióticos, administrado en el pienso o por otras vías (parenteral), ha llevado a tener datos contradictorios. Los antibióticos empleados para tratar las infecciones endémicas de *Salmonella* han demostrado ser de uso limitado. Experimentalmente, la administración de clortetraciclina se asoció con un aumento de la excreción de *S. Typhimurium* en un estudio, mientras que en otro, la tetraciclina administrada inmediatamente después de la dosificación con el mismo serovar se asoció con menor colonización tisular pero no tuvo efecto sobre la excreción. Algunos análisis concluyen que el uso de antibióticos de amplio espectro está asociado con un mayor riesgo de infección por *Salmonella* debido a la interrupción de la microbiota intestinal normal de los animales. El efecto de los antibióticos sobre la infección y la excreción de forma endémicas de *Salmonella* es susceptible a variar sustancialmente con diferencias en: el tipo y dosis de antibióticos, la prevalencia, resistencia a antibióticos en los locales, edad y el estado de enfermedad recurrente de los cerdos (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.2.8.5 Vacunación**

La vacunación para el control de *Salmonella* en unidades de producción animal tienen que luchar con las fases intracelulares por la infección con esta bacteria y las diferencias entre los sistemas inmunitarios en términos de madurez y especies del huésped, además de las diferencias antigénicas entre los serovares, resultando en la mayoría de casos las vacunas con serovariedad específica. La vacuna contra la salmonelosis clínica ha sido investigada y utilizada durante muchos años, con varios grados de éxito, pero relativamente pocos estudios han examinado el potencial de la vacunación para controlar el riesgo zoonótico del ganado porcino y bovino. En general, es necesaria una buena inmunidad en ambos casos de tipo humoral y mediada por células para una sólida protección por

parte de la vacuna, lo que refleja la gama de sitios que ocupa el organismo durante la infección (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

En la práctica, los obstáculos para el uso de vacunas vivas de *Salmonella* en el ganado pueden ser substanciales: estos incluyen tiempos de desarrollo largos y excesivos y el riesgo de mala eficacia cuando se administra por vía oral, probablemente debido a la falta de invasión tisular por cepas atenuadas, en consecuencia, la administración intranasal es la vía preferida en cerdos. La administración práctica de vacunas vivas es complicada para manejar en cerdos debido a los sistemas de agua implementados en las granjas, así como el uso regular de antimicrobianos como profilaxis. Además de la necesidad de evitar el riesgo o el temor de la vacuna asociada a la contaminación de la carne y de la enfermedad clínica para los consumidores potencialmente inmuno-comprometidos (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

La atenuación de las cepas vacúnales de *Salmonella* puede conseguirse mediante la eliminación de plásmidos de virulencia o la mutagénesis aleatoria de genes metabólicos y/o de virulencia. En general, la administración de vacunas vivas y muertas por inyección o como parte de un programa podría tener un mejor efecto protector (Belluco, Cibir, Ricci, Davies, & Wales, 2015).

La mayoría de los estudios sobre la vacunación con *Salmonella* en cerdos reportan efectos beneficiosos, pero no alcanzan una protección completa. Las vacunas existentes pueden reducir la diseminación de la bacteria y aumentar los límites de infección, pero debe ser utilizada junto con buenos programas de control. Hay también considerables dificultades prácticas y económicas para garantizar que los cerdos de las grandes explotaciones reciban la dosificación adecuada en determinado momento, como la vacuna tiende a administrarse en el momento en el que los animales serán trasladados, lo cual no es el mejor

momento para conseguir una buena protección vacunal (Belluco, Cibin, Ricci, Davies, y Wales, 2015).

### **3.3 Peste Porcina Clásica**

La PPC es una enfermedad infecciosa muy contagiosa, que afecta a los cerdos domésticos y silvestres. Cursa clínicamente como una fiebre hemorrágica hiperaguda o sobreaguda, con alta morbilidad y mortalidad, aunque también tiene formas de presentación subaguda, crónica y otras menos típicas cada vez más frecuentes. Además están descritas las infecciones subclínicas o inaparentes (portadores asintomáticos), que dificultan el diagnóstico y contribuyen a la diseminación de la enfermedad (Frias y Percedo, 2003)

#### **3.3.1 Agente causal**

La PPC es producida por un virus ARN, envuelto, que junto al virus de la diarrea viral bovina (DVB) y al de la enfermedad de la frontera (EF) conforman el género Pestivirus, de la familia Flaviviridae, los que tienen gran similitud desde el punto de vista antigénico, estructural y biológico. Existe un solo serotipo del virus de la PPC. Sin embargo, el análisis molecular de las diferentes cepas aisladas a nivel mundial clasifica el virus de la PPC en tres grandes grupos y varios subgrupos filogenéticos, con una tendencia geográfica determinada. La aplicación de estos métodos ha permitido los estudios de epidemiología molecular que han contribuido a la comprensión del origen de los focos y de la diseminación del virus en el campo (Frias y Percedo, 2003).

### **3.3.2 Transmisión y diseminación**

La forma de transmisión más importante es el contacto directo entre cerdos sanos y enfermos o portadores asintomáticos. Mientras que las vías de entrada del virus al organismo suelen ser la aerógena por inhalación, la digestiva por ingestión de alimentos contaminados, a través de la piel (piel erosionada e instrumental veterinario), del semen y por vía transplacentaria de la madre a sus lechones. Puede haber transmisión mecánica del virus a través de vectores (roedores, insectos y aves), instrumentos de trabajo y personas (ropa y calzado contaminados) (Frias y Percedo, 2003).

### **3.3.3 Formas de presentación y lesiones post mortem**

El período de incubación de la enfermedad puede variar de 5 a 15 días, durante el cual ya el virus comienza a eliminarse a través de las secreciones y deyecciones de los animales infectados (Frias y Percedo, 2003).

#### **3.3.3.1 Forma 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.

Al practicarse la necropsia solamente se observan signos de congestión aguda generalizada (Frias y Percedo, 2003).

#### **3.3.3.2 Forma aguda**

Se presenta con una alta morbilidad y mortalidad, que ocurre entre los 10 y 20 días después de la infección. Se caracteriza por fiebre alta (hasta más de

41°C), 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, andar en "punta de ballet", posición "sentado", caída del tren posterior, "pedaleo"), conjuntivitis catarral con abundantes secreciones (legañas), descargas nasales y constipación seguida de diarrea de color amarillo a rojizo (hemorrágica) (Frias y Percedo, 2003).

En la necropsia se observan hemorragias petequiales (puntiformes) en casi todos los órganos, aunque son más frecuentes en riñón, vejiga urinaria, ganglios linfáticos, laringe, vesícula biliar, estómago e intestinos. Se observan zonas de necrosis en tonsilas. Los infartos marginales del bazo aparecen bien delimitados y de color pardo oscuro, y aunque son indicativos de PPC, no siempre están presentes. Los ganglios linfáticos del cuello, ingles, mesentéricos, renales y gastrohepáticos pueden aparecer congestionados, hemorrágicos o aumentados de tamaño. En intestino, tanto delgado como grueso, además de congestión se observa enteritis catarral con hiperemia difusa de la mucosa y aumento de tamaño de las Placas de Peyer. En fases avanzadas se observa colitis con necrosis de los folículos linfoides a nivel de válvula íleocecal (Frias y Percedo, 2003).

### **3.3.3.3 Forma subaguda**

Las manifestaciones clínicas son similares a las de la forma aguda, pero menos dramáticas y más prolongadas. La muerte sobreviene entre los 20 y 30 días posteriores a la infección (Frias y Percedo, 2003).

Los hallazgos en la necropsia son similares a los de la forma aguda, pero pueden observarse frecuentemente úlceras botonosas en el ciego y en la zona de la válvula íleocecal. Las mismas consisten en áreas de necrosis circulares y

concéntricas asociadas a folículos linfoides y desde unos pocos milímetros hasta 2 cm de diámetro (Frias y Percedo, 2003).

#### **3.3.3.4 Forma crónica**

El curso es muy lento y se prolonga más de 30 días, con períodos intermitentes de fiebre y viremia. Se manifiesta por decaimiento, desmedro, retraso del crecimiento, apetito variable y conjuntivitis con párpados adheridos por secreciones purulentas (párpados "engomados"). Dado el carácter inmunosupresor de la infección por el virus de la PPC, el cuadro clínico puede ser complejo con variada sintomatología. Son frecuentes las infecciones bacterianas secundarias que complican el cuadro clínico, por lo que se presentan manifestaciones clínicas complejas con signos digestivos, respiratorios o neurológicos, en dependencia de los agentes involucrados y los sistemas afectados (Frias y Percedo, 2003).

En cuanto a los hallazgos en la necropsia existen pocas evidencias de hemorragias generalizadas. En intestino se observan con frecuencia úlceras botonosas, pero con más frecuencia aparece una enteritis con signos focales de necrosis con depósitos de fibrina (enteritis difteroides). Los ganglios linfáticos aunque pueden mostrar hiperplasia (aumento de tamaño) lo más frecuente es que muestren atrofia generalizada (reducción de tamaño) (Frias y Percedo, 2003).

#### **3.3.3.5 Forma congénita**

El virus de la PPC puede atravesar la barrera transplacentaria y según el momento de la gestación en que ocurra la infección y de la virulencia de la cepa, se producen anomalías fetales: abortos y momificaciones; o neonatales: nacidos muertos, nacidos débiles o con temblores (mioclonías); o el nacimiento de cerdos

aparentemente sanos persistentemente infectados, que finalmente desarrollan la enfermedad y no producen anticuerpos específicos contra el virus. Estos cerdos inmunotolerantes no son detectados por pruebas serológicas, por lo que resultan muy importantes desde el punto de vista epizootiológico, ya que participan como reservorios en la transmisión del virus, facilitándole la supervivencia en sus hospederos naturales y el mantenimiento de la circulación en la piara (Frias y Percedo, 2003).

### 3.3.4 Diagnóstico diferencial

Por la similitud del cuadro clínico y anato-patológico con otras enfermedades del cerdo, la PPC requiere del diagnóstico diferencial de laboratorio con:

- Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS)
- Salmonelosis
- Estreptococosis
- Actinobacilosis
- Micoplasmosis
- Dermatitis porcina
- Diarrea epidémica porcina (PED)
- Enfermedad de Aujeszky
- Parvovirus
- Síndrome nefropático
- Enterotoxicosis
- Encefalomiелitis viral
- Erisipela porcina
- Virus encefalomiocarditis
- Colibacilosis
- Pasteurellosis
- *Haemophilus parasuis*
- Campilobacteriosis
- Gastroenteritis Transmisible (GET)
- Enfermedad hemolítica
- Circovirus
- Peste porcina africana (PPA)
- Púrpura trombocitopénica

### **3.3.5 Investigaciones oficiales por sospecha de PPC**

Según procedimientos establecidos en el manual de buenas prácticas para la gestión de emergencias de PPC en Guatemala (GEMP) la atención de notificaciones de sospechas clínicas atendidas por veterinarios oficiales de MAGA se realizan cuando en una unidad epidemiológica e presenta mortalidad súbita de uno o varios animales o se presentan cerdos con fiebre, asociados a cualquiera de los signos siguientes: anomalías de reproducción (abortos), aislamiento del animal, hemorragias en la piel, cianosis (orejas, abdomen, cola, extremidades), problemas nerviosos, conjuntivitis, secreción nasal mucopurulenta, tos, disnea, diarrea intermitente, amarilla a roja, erizamiento del pelo, o las lesiones siguientes a la necropsia: hemorragias petequiales (riñón, vejiga, intestinos, bazo), úlceras botonosas a nivel de intestino, zonas de necrosis de tonsilas, infartos marginales del bazo, ganglios linfáticos aumentados de tamaño (Orellana, 2015). Cada investigación recaba información epidemiológica y toma de muestras para enviarlas al laboratorio, tomando en cuenta los diagnósticos diferenciales para la PPC. Durante la investigación se recolecta la siguiente información:

- Ubicación geográfica del evento
- Categoría del animal o animales infectados
- Sistema de producción
- Fecha de inicio de signos clínicos
- Fecha de notificación a los servicios veterinarios oficiales
- Fecha de la investigación oficial
- Signos clínicos presentados
- Forma de presentación de la enfermedad
- Edad del animal o animales afectados
- Tipo de muestra recolectada
- Resultados de laboratorio

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Recursos humanos**

- Investigador
- Profesionales Asesores

#### **4.1.2 Recursos de campo**

- Base de datos del Programa Nacional de Sanidad Porcina (PRONASPORC) de las investigaciones epidemiológicas ante sospechas de PPC.
- Computadora
- Impresora
- Dispositivo USB

#### **4.1.3 Centros de referencia**

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Profesionales asesores
- Internet (Revistas científicas, Google académico, Bibliotecas virtuales)
- Programa Nacional de Sanidad Porcina del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)
- Laboratorio nacional de sanidad animal

## **4.2 Metodología**

### **4.2.1 Diseño del estudio**

Estudio epidemiológico descriptivo de corte transversal.

### **4.2.2 Procedimiento**

La metodología que se uso para realizar la investigación fue:

- Recopilación de datos de las bases de información referentes a las investigaciones epidemiológicas reportadas al PRONASPORC, durante el periodo Febrero 2017- Febrero 2018.
- Tabulación de la información y análisis de los datos.

### **4.2.3 Análisis de Datos**

Se utilizó el software Microsoft Excel 2007 para análisis por medio de cuadros, gráficos y figuras.

### **4.2.4 Determinación de la distribución espacial**

Para determinar la distribución espacial se realizaron mapas en el software ArcGis 10.5.

#### **4.2.5 Determinación de la temporalidad**

Para determinar la temporalidad se realizó un histograma por semana epidemiológica donde se presenten los casos, y un análisis por medio de epi-curvas.

#### **4.2.6 Caracterización de la población afectada**

Para caracterizar las poblaciones, se ordenaron los casos por edad y sistemas de producción haciendo usos de medidas de tendencia central y análisis de proporciones en tablas dinámicas con el software Microsoft Excel 2007.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Datos sobre la vigilancia epidemiológica de PPC

Se atendió un total de 395 notificaciones de sospechas clínicas a PPC en el territorio nacional, dentro de los cuales 19 (5%) casos fueron diagnóstico presuntivo a Salmonelosis. A continuación se presenta una tabla con información epidemiológica recolectada durante el periodo del estudio.

**Cuadro No. 4. Notificaciones sospechosas a PPC vinculadas a salmonelosis, atendidas por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018**

<b>Período</b>	<b>Departamento</b>	<b>No. De notificaciones atendidas</b>	<b>No. De muestras Analizadas PPC</b>
<b>Feb- Dic 2017</b>	Chimaltenango	6	30
	Escuintla	1	2
	Sacatepéquez	3	12
	Guatemala	6	16
	Petén	1	6
<b>Ene-Feb 2018</b>	Guatemala	2	6
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>72</b>

Fuente: MAGA-PRONASPORC

El 100% de los casos atendidos fueron negativos a PPC, según las investigaciones realizadas por PRONASPORC.

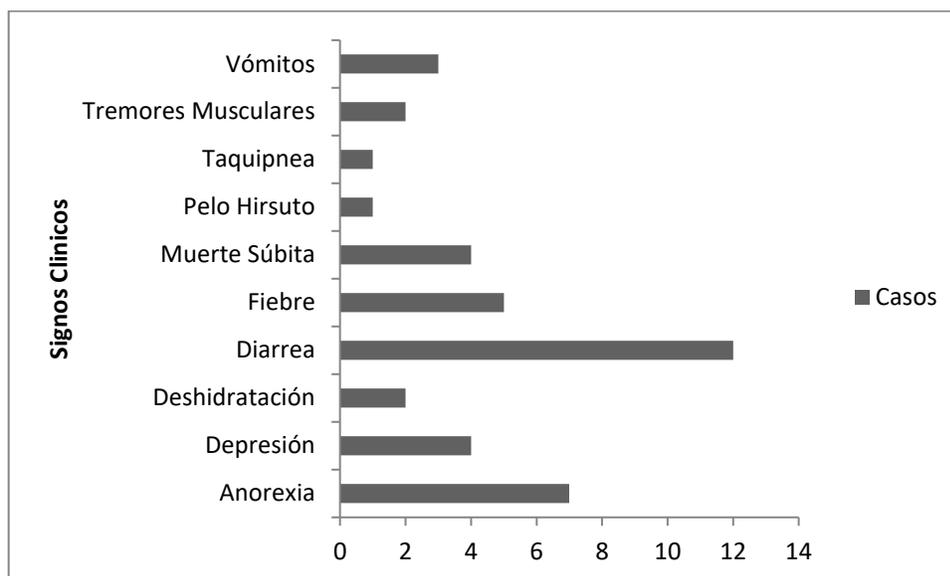
Los casos positivos a salmonelosis recibieron el tratamiento correspondiente así como recomendaciones de bioseguridad y manejo, partiendo de las oportunidades de mejora para cada establecimiento notificado.

## **5.2 Signos clínicos presentados**

Durante la atención a notificaciones de sospechas clínicas a PPC atendidas en el periodo de febrero 2017 a febrero 2018, se presentó un total de 19 (5%) casos vinculados a salmonelosis, de los cuales 10 fueron negativos y 9 positivos, los casos positivos incluyen la detección de 26 muestras negativas (62%) y 16 muestras positivas (38%) a *Salmonella* spp. presentando una serie de sinología que involucra al tracto intestinal como el principal sistema afectado. Entre los signos clínicos reportados se encuentran los siguientes: vómitos, temores musculares, taquipnea, pelo hirsuto, muerte súbita, fiebre, diarrea, deshidratación, depresión y anorexia; siendo la diarrea, anorexia y fiebre los que se reportaron en la mayoría de los casos (Ver figura No 1), lo que concuerda con Belluco, Cibi, Davies, Ricci y Wales, de la Organización Mundial para la Salud Animal (OIE) en donde se indica que en infecciones experimentales por *Salmonella* spp. Invaden fácilmente el tracto gastrointestinal de cerdos jóvenes entre dos y cuatro meses, replicándose rápidamente en la pared del mismo con posterior excreción al medio ambiente.

Sin embargo no existen signos específicos que diferencien a la salmonelosis de otras enfermedades que comprometan al sistema digestivo, respiratorio y nervioso, por lo que se deben realizar pruebas diagnosticas que confirme la presencia o ausencia de la bacteria en mención.

**Figura No. 1. Signología presentada en casos positivos de salmonelosis porcina ante notificación detectados por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Distribución espacial

En el departamento de Chimaltenango, un 31.25% de los casos de salmonela (5 positivos) se reportaron en el municipio de San Martín Jilotepeque y Chimaltenango, en Sacatepéquez el 18.75% de los casos de salmonela (3 positivos) fueron notificados en el municipio de Sumpango, en Escuintla el 12.5% de los casos de salmonela (2 positivos) se presentaron en La Democracia y en Guatemala el 37.5% de los casos de salmonela (6 positivos) provinieron de notificaciones en Villa Nueva, Villa Canales y Mixco (Ver imagen No. 1). La mayoría de casos reportados provienen del área central del país, esto se debe a la búsqueda constante de casos que se realiza en estos departamentos, resultado de la vigilancia epidemiológica activa y concientización a la población acerca del reporte de signología compatible a PPC.

Las causas de la circulación del patógeno, pueden ser atribuidas a las malas prácticas de bioseguridad y manejo que acostumbran realizar los pequeños productores del área central del país, así como la tendencia de la introducción de animales de diferentes orígenes a las granjas, con lo que aumenta la posibilidad de ingresar cerdos infectados que mantienen latente la diseminación de la bacteria dentro de la piara, tal como lo expresa Mejía William de la Universidad autónoma de Barcelona en su estudio.

**Figura No. 2. Mapa de distribución espacial de los casos positivos a salmonelosis porcina detectados por MAGA-PRONASPORC, durante el periodo febrero 2017-febrero 2018 en Guatemala**

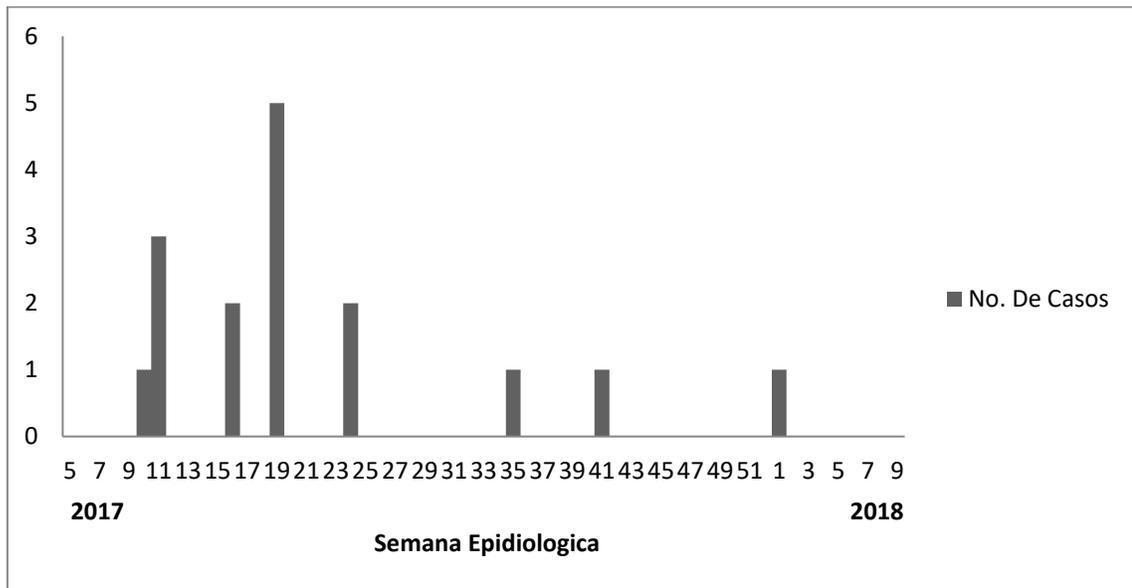


Fuente: MAGA-PRONSPORC

## 5.4 Temporalidad

La Figura No. 2 muestra una epi-curva propagada en donde el pico de casos positivos de salmonela corresponde a la semana epidemiológica 19 con un total de 5 casos, el inicio de los casos se presentó en la semana epidemiológica 10, la magnitud de los casos de salmonela reportados no es significativa ya que se presentó un total de 16 positivos a salmonelosis durante el periodo de un año, sin embargo, hay que tomar en cuenta que se mantiene un reporte de casos constante durante todo el periodo, por lo que se podría decir que los casos reportados después de la semana 24 del año 2017 son de tipo secundario.

**Figura No. 3. Casos de *Salmonella* spp. detectados por MAGA-PRONASPORC, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018**

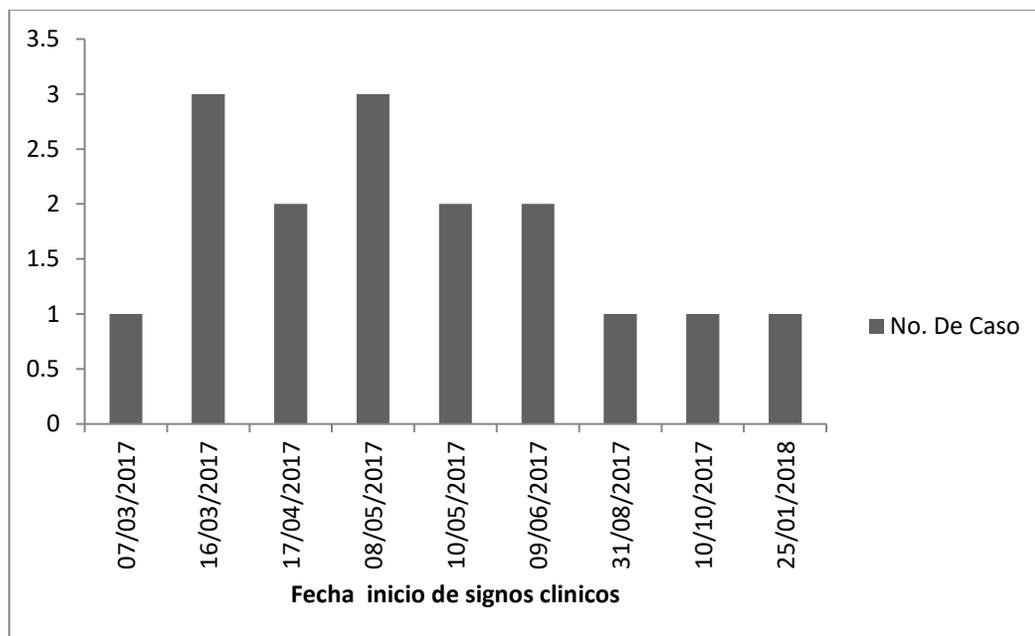


Fuente: Elaboración propia

El inicio de los signos clínicos detectados en este estudio se presentaron en marzo de 2017, los casos se continuaron reportando hasta junio del mismo año, y fueron disminuyendo a partir del mismo mes, el estudio finalizó en febrero y el último caso reportado se presentó en enero del año 2018. (Ver figura No. 3).

El 56.2% de los casos de salmonelosis (9 positivos) fueron detectados en la época de invierno y el 43.8% (7 positivos) en verano, si ligamos la presentación de la enfermedad a la temporalidad, confirma que el menor porcentaje de casos de salmonelosis se da en verano por las características del clima seco que no promueven la supervivencia de la bacteria en el medio ambiente y por ende se reduce su propagación.

**Figura No. 4. Casos de *Salmonella* spp. detectados por MAGA-PRONASPORC. Fecha de Inicio de Signos Clínicos, Guatemala Febrero 2017-Febrero 2018**



Fuente: elaboración propia

## 5.5 Caracterización de la población afectada

La mayoría de casos de salmonela 87.5% (14 positivos), fueron detectados en el sector productivo semitecnificado localizado en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla y parte de Guatemala; el 12.5% de los casos (2 positivos) corresponden al sector patio. (Ver imagen No. 2). Reportes similares fueron reflejados en el estudio de Bustos y Segura en la Universidad de la Salle, Colombia, donde se demostró que, en granjas sin ningún tipo de prácticas de manejo, prevención sanitaria, y de bioseguridad tienden a presentar altos valores de la presencia de *Salmonella* spp.

La edad promedio de los cerdos afectados con salmonelosis fue de 2.5 meses de edad, coincidentemente el periodo en donde los cerdos tienen una mayor tasa de contacto entre animales al estar en la etapa de crecimiento y su sistema inmune es desafiado diariamente ante su entorno.

**Figura No. 5. Mapa por sector productivo de casos positivos a salmonelosis porcina, detectados por MAGA-PRONASPORC durante el periodo febrero 2017 – febrero 2018.**



Fuente: MAGA-PRONASPORC

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la presencia de *Salmonella* spp. en el 2.5% de las notificaciones vinculadas a PPC (5%) atendidas por el sector oficial del país.
- De los 16 casos notificados positivos a *Salmonella* spp. la mayoría (37.5%) se presentó en el departamento de Guatemala, en los municipios de Villa Nueva, Villa Canales y Mixco.
- Se determinó que el pico de presentación de los casos se alcanzó en el mes de mayo, teniendo un aumento de las notificaciones sospechosas (56.2%) en la época lluviosa (mayo-octubre).
- La edad promedio en que los cerdos se infectan con *Salmonella* spp. es 2.5 meses y el sistema de producción en donde se presentó la mayoría de los casos de salmonelosis (37.5%) fue el sector semitecnificado, de los departamentos del área central y metropolitana del país, por la tendencia de a prácticas deficientes de bioseguridad

## VII. RECOMENDACIONES

- Dado el impacto de esta enfermedad en salud pública, realizar un programa de vigilancia sanitaria específico para salmonelosis, dirigidas al sector patio, semitecnificado y rastros, para reducir el riesgo de transmisión del patógeno a la cadena alimentaria.
- Realizar estudios sobre la detección de salmonella en rastros ubicados en el departamento de Guatemala en los municipios de Villa Nueva, Villa Canales y Mixco.
- Ampliar este estudio sobre la descripción de la salmonelosis, tomando en cuenta otros factores, tales como la forma de presentación en los individuos y periodo de incubación.
- Enfocar estudios futuros en la tipificación de la *Salmonella* spp.
- Vincular la salmonelosis porcina a otras enfermedades de notificación obligatoria ante la OIE.
- Fortalecer la vigilancia epidemiológica de *Salmonella* spp. durante el periodo de marzo a junio, que son los meses donde más casos positivos se reportaron.
- Continuar con la vigilancia epidemiológica para PPC y sus diagnósticos diferenciales en el territorio nacional.

## VIII. RESUMEN

La peste porcina clásica (PPC) es una enfermedad infecciosa muy contagiosa, cursa clínicamente como una fiebre hemorrágica hiperaguda y sobreaguda con alta morbilidad y mortalidad, en la actualidad Guatemala se encuentra auto declarada libre de esta enfermedad. Sus diagnósticos diferenciales incluyen 23 enfermedades; dentro de las cuales se encuentra la salmonelosis, que en los cerdos afectados se pueden manifestar con diarrea, fiebre, cianosis y muerte. Además la epidemiología de la salmonelosis es compleja debido a su distribución, creciente número de serovares, amplio rango de hospedadores, sin dejar de lado que el control en granja puede representar costos elevados y que además es una zoonosis, por lo que describir su comportamiento tiene relevancia.

El presente estudio se llevó a cabo en los 22 departamentos del país, durante las investigaciones notificadas por sospecha de PPC al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), las mismas fueron recibidas en Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla, para lo cual se utilizó el software arcGis 10.5, para presentar la distribución espacial de la enfermedad, dando como resultado que la mayoría de casos notificados fue en el departamento de Guatemala. También cabe destacar que de un total de 42 muestras que casos vinculados a salmonelosis el 38% resultaron positivas y el 62% negativas.

La temporalidad de la enfermedad se determinó a través de un análisis de curva epidémica en el que se demostró que en los meses de abril a junio hay mayor presencia de la bacteria circulando en las granjas.

Se realizó una caracterización de la enfermedad, a través de medidas de tendencia central (media) demostrando que la edad promedio de casos positivos fue a los 2.5 meses y es el sistema productivo semitecnificado ubicado en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla y Guatemala es donde mayor número de casos se encontraron.

## SUMMARY

Classical Swine Fever (CSF) is a very contagious infectious disease showing, as clinical signs, hemorrhagic fever for acute form and a high morbidity and mortality for the chronic form. Currently, Guatemala is self-declared free of this disease. Their differential diagnoses include 23 diseases; within which is salmonellosis, which in affected pigs can manifest with diarrhea, fever, cyanosis and death. In addition, the epidemiology of salmonellosis is complex due to its distribution, increasing number of serovars, wide range of hosts, without neglecting that the control in farms can represent high costs and that it is also a zoonosis, so describing its behavior has relevance.

The present study was carried out in the 22 departments of the country, during the investigations notified by suspicion of CSF to the Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), samples were received from Guatemala City, Chimaltenango, Sacatepéquez and Escuintla, for which used the arcGis 10.5 software to present the spatial distribution of the disease, resulting in the majority of reported cases being from Guatemala City. It should also be noted that of a total of 42 samples whose cases related to salmonellosis, 38% were positive and 62% negative.

The temporality of the disease was determined through an epidemic curve analysis in which it was shown that in the months of April to June there is a greater presence of the bacteria circulating in the farms.

A characterization of the disease was carried out, through measures of central tendency (average) demonstrating that the average age of positive cases was at 2.5 months and is the semi-technical productive system located in the departments of Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla and Guatemala City, where cases were found the most.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acha, P. S. (2001). *Zoonosis y enfermedades comunes al hombre y los animales*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.

Belluco, S., Cibir, V., Ricci, A., Davies, R., & Wales, A. (2015). *A review of the scientific literature on the control of Salmonella spp.* France: World Organisation for Animal Health.

Bustos, P., & Segura, C. (1 de Enero de 2005). *Repository.lasalle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6653/00797705.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caffer, M. I., Terragno, R., & Binsztein, N. (12 de Enero de 2008). *Panalimentos*. Obtenido de [http://bvs.panalimentos.org/local/File/manual\\_salmonella\\_2008.pdf](http://bvs.panalimentos.org/local/File/manual_salmonella_2008.pdf)

Cano, J. P., & Marquez, Z. (6 de Abril de 2015). *Diagnostico y control de Salmonelosis porcina*. Obtenido de Laboratorio UCV: <http://www.laboratoriollamas.com.ar/articulos/porcinos/Diagnostico%20y%20control%20de%20la%20Salmonelosis%20porcina.pdf>

Dominguez, L., Porrero, M., & Tellez, S. (2006). Salmonelosis porcina: Situación epidemiológica actual. *Anaporc*, 20-33.

Frias, M. T., & Percedo, M. I. (18 de Marzo de 2003). *Reconociendo La Peste Porcina Clásica*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-y4944s.pdf>

Gonzales, M. (4 de Agosto de 2014). *Epidemiología de Salmonella en cerdos de engorde*. Obtenido de dspace: [http://dspace.ceu.es/bitstream/10637/7124/1/Epidemiolog%C3%ADa%20de%20Salmonella%20spp.%20en%20cerdos%20de%20engorde\\_Tesis\\_Marta%20Gonz%C3%A1lez%20Clari.pdf](http://dspace.ceu.es/bitstream/10637/7124/1/Epidemiolog%C3%ADa%20de%20Salmonella%20spp.%20en%20cerdos%20de%20engorde_Tesis_Marta%20Gonz%C3%A1lez%20Clari.pdf)

Gonzalez, M. (1 de Enero de 2014). *dspace*. Obtenido de [http://dspace.ceu.es/bitstream/10637/7124/1/Epidemiolog%C3%ADa%20de%20Salmonella%20spp.%20en%20cerdos%20de%20engorde\\_Tesis\\_Marta%20Gonz%C3%A1lez%20Clari.pdf](http://dspace.ceu.es/bitstream/10637/7124/1/Epidemiolog%C3%ADa%20de%20Salmonella%20spp.%20en%20cerdos%20de%20engorde_Tesis_Marta%20Gonz%C3%A1lez%20Clari.pdf)

Gonzalez, M. (2014). *Epidemiología de Salmonella spp. en cerdos de engorde. Tesis doctoral*. Valencia, España: Universidad Cardenal Herrera.

Jawetz, E., Melnick, J., & Adelberg, E. (2005). Enfermedades causadas por enterobacterias. En *Microbiología Medica* (18 ed., págs. 217-219). Mexico: El Manual Moderno.

Mejia , W. (15 de marzo de 2019). *tdx*. Obtenido de tdx: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5596/wjms1de1.pdf?sequence=1&isAll owed=y>

Orellana, D. (2015). *Manual de buenas practicas para gestion de emergencias de peste porcina clásica en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentacion.

Ramírez, O. G. (2005). *Enfermedades de los Cerdos*. Mexico, D.F: Trillas.

S. Belluco, V. C. (2015). *A review of the scientific literature on the control of Salmonella spp.* France: Word Organisation for Animal Health.

Stanchi, N. O. (2007). *Microbiología Veterinaria*. Buenos aires, Argentina: Inter-Medica.

Stanchi, N. O. (2007). *Microbiología Veterinaria*. Buenos Aires, Argentina: Inter-medica.

*Tratado de Microbiología Veterinaria*1994Zaragoza, EspañaAcribia, S.A.

Zayden, D. (201). *Informe de Guatemala para ser Reconocido País Libre de Peste Porcina Clásica por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentacion.

# **X. ANEXOS**

## Anexo 1

Base de datos recopilada para determinar la distribución espacial y caracterización del sistema productivo y edad de la presentación de la salmonelosis.

Departamento	Municipio	Aldea	Comunidad	Coordenada X	Coordenada Y	Categoría	Sector productivo	Mes
Chimaltenango	San Martín Jilotepeque	Varitic El Carmen	La Joya Aguacatal	464144	1635790	Engorde	semitecnificado	Marzo
Chimaltenango	Chimaltenango	N/A	Zona 4	465450	1621404	Cria y engorde	semitecnificado	Marzo
Chimaltenango	Chimaltenango	N/A	Zona 4	465450	1621404	Cria y engorde	semitecnificado	Marzo
Chimaltenango	Chimaltenango	N/A	Zona 4	465450	1621404	Cria y engorde	semitecnificado	Marzo
Guatemala	Villa Nueva	N/A	Barcnas	488573	1606839	Cria y engorde	semitecnificado	Abril
Guatemala	Villa Nueva	N/A	Barcnas	488573	1606839	Cria y engorde	semitecnificado	Abril
Sacatepéquez	Sumpango	N/A	El Volante	472410	1622208	Cria y engorde	semitecnificado	Mayo
Sacatepéquez	Sumpango	N/A	El Volante	472410	1622208	Cria y engorde	semitecnificado	Mayo
Sacatepéquez	Sumpango	N/A	El Volante	472410	1622208	Cria y engorde	semitecnificado	Mayo
Guatemala	Villa Canales	N/A	Colmenas	499047	1601423	Cria y engorde	semitecnificado	Mayo
Guatemala	Villa Canales	N/A	Colmenas	499047	1601423	Cria y engorde	semitecnificado	Mayo
Escuintla	La democracia	N/A	La democracia	474410	1589326	Cria	semitecnificado	Junio
Escuintla	La democracia	N/A	La democracia	474410	1589326	Cria	semitecnificado	Junio
Chimaltenango	San Martín Jilotepeque	Veritud el Carmen	La Joya Aguacatal	458070	1647787	Engorde	semitecnificado	Agosto
Guatemala	Mixco	N/A	Alta Vista	486415	1618061	Cria y engorde	Patio	Octubre
Guatemala	Villa Nueva	N/A	Barcnas	490114	1607875	Cria y engorde	Patio	Enero

Muestras +	EDAD (Meses)	SECTOR PRODUCTIVO				
1	3	semitecnificado		Media	2.46875	1
2	1.5	semitecnificado		Mediana	2.5	1
3	2.5	semitecnificado		Moda	3	1.5
4	2.5	semitecnificado		Moda	Semitecnificado	2
5	3.5	semitecnificado				2
6	3.5	semitecnificado				2
7	2	semitecnificado				2
8	2	semitecnificado		1		2.5
9	3	semitecnificado				2.5
10	3	semitecnificado				3
11	2	semitecnificado				3
12	2	semitecnificado				3
13	1	semitecnificado				3
14	1	semitecnificado				3.5
15	4	Patio				3.5
16	3	Patio				4

## Anexo 2

Datos consolidados para elaboración de histograma y curvas epidémicas



### Anexo 3

Boletas de recolección de datos utilizados en el Programa Regional de Erradicación de Fiebre Porcina (PREFIP).

Boleta PREFIP -18

		REPUBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DIRECCION DE SANIDAD ANIMAL Z00 - 05 - E - 003					
		PROGRAMA DE CONTROL Y ERRADICACION DE PESTE PORCINA CLASICA (OIRSA/MAGA)					
<b>CATASTRO PORCINO</b>			<b>FORM. PREFIP - 18</b>				
<b>A. UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD</b>							
Departamento	0		Municipio	0			
Comunidad	0		Coordenadas	0			
<b>B. IDENTIFICACION DE LA EXPLOTACION</b>							
Nombre de la propiedad	0		Codigo	0			
Nombre del propietario	0						
Direccion	0						
Nombre del encargado de la explotacion	0						
<b>C. CARACTERISTICAS DE LA EXPLOTACION</b>							
Tipo de explotacion	Cria	0	Engorde	0	Cria y engorde	0	
Sistema de produccion	Patio	0	Semitecnificado	0	Tecnificado	0	
<b>D. POBLACION PORCINA DOMESTICA Y SILVESTRE EXISTENTE</b>							
Tipo de animal	Total	Vientres	Verracos	Lechones	Crecimiento/engorde		
Cerdos	0	0	0	0	0		
Pecaries	0	0	0	0	0		
<b>E. ACCESO A LA PROPIEDAD</b>							
Carretera todo el año	0	Carretera de verano	0	Motocicleta	0		
A caballo	0	A pie	0	Otro (especificar)	0		
<b>F. LLENADO DE ESTE FORMULARIO</b>							
Informacion proporcionada por:	Propietario	0	Encargado	0			
Fecha	0/01/1900		Nombre del encuestador:	Aksel Antonio Bonilla			
<b>G. Atencion Denuncia</b>							
Granja:	0		Semana Epidemiologica:	0		Fecha:	0/01/1900

Fuente: MAGA-PRONASPORC

## Anexo 4

### Boleta PREFIP-20

INVESTIGACION DE FOCO DE ENFERMEDAD AGUDA EN CERDOS TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS		FORM. PREFIP-20 _____							
<p style="text-align: center;">  <b>REPUBLICA DE GUATEMALA</b>  <b>MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIEMENTACION</b>  <b>VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES</b>  <b>DIRECCION DE SANIDAD ANIMAL Z00 - 05 - E - 003</b>  <b>PROGRAMA DE CONTROL Y ERRADICACION DE PESTE PORCINA CLASICA (OIRSA/MAGA)</b> </p>									
<b>A. UBICACION DE LA PROPIEDAD</b>									
Departamento	0	Aldea o Canton:	0						
Municipio	0	Coordenadas	0						
<b>B. IDENTIFICACION DE LA PROPIEDAD</b>									
Codigo	0	Nombre	0						
Propietario	0	Telefono	0						
<b>C. NOTIFICACION REALIZADA POR:</b>									
Propietario	0	Vigilancia Epidemiologica	0						
Terceros	0	Otros (Especifique)	0						
<b>D. CRONOLOGIA DEL EVENTO</b>		<b>E. POBLACION EXISTENTE.</b>							
Evento	Dia	Mes	Año	Categoria	Lechones	Engorde	Vientres	Verracos	
Inicio del episodio	0	0	0	Poblacion	0	0	0	0	
Notificacion	0	0	0	Enfermos	0	0	0	0	
Investigacion	0	0	0	Muertos	0	0	0	0	
<b>F. INVESTIGACION DEL ORIGEN DEL FOCO</b>				<b>G. INVESTIGACION DE DISEMINACION DEL FOCO</b>					
Ingreso de cerdos antes del evento	Si	No	0	0	Salida de cerdos al aparecer la enfermedad.	Si	No	0	0
Llegada de compradores de cerdos.	0	0	0	0	Personal ha visitado otras propiedades	0	0	0	0
Llegada de personas extrañas a la finca.	0	0	0	0	Personas extrañas han visitado la finca	0	0	0	0
Alguien ha visitado otras propiedades.	0	0	0	0	Visita de compradores de cerdos.	0	0	0	0
Entrada de vehiculos	0	0	0	0	Detallar informacion en los casos de respuesta "Si"				
Detallar informacion en los casos de respuesta "Si"				0					
0				0					
<b>H. MUESTRAS ENVIADAS AL LABORATORIO.</b>									
Identificacion muestra	Muestra colectada	Resultado	Prueba realizada	Tecnico responsable					
0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0					
<b>I. MEDIDAS DE CONTROL RECOMENDADAS</b>									
0									
<b>J. NOMBRE DEL INVESTIGADOR Y FECHA</b>									
Nombre	Aksel Antonio Bonilla			Fecha	0/01/1900				

Fuente: MAGA-PRONASPORC

## Anexo 5

### Boleta PREFIP-21

	REPUBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIEMENTACION VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DIRECCION DE SANIDAD ANIMAL 200 - 05 - E - 003 PROGRAMA DE CONTROL Y ERRADICACION DE PESTE PORCINA CLASICA (OIRSA/MAGA)											
<b>CIERRE DE EPISODIO DE ENFERMEDAD AGUDA EN CERDOS</b>		<b>FORM. PREFIP 21</b>										
<b>A. UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LA PROPIEDAD</b>		Codigo <b>0</b>										
Nombre de la propiedad	0											
Nombre del propietario	0											
Direccion	0											
<b>B. DIAGNOSTICO DE LABORATORIO</b>		<b>C. CRONOLOGIA DE ACTIVIDADES EN EXPLOTACION</b>										
Fecha de recepcion de resultados		Evento	Dia	Mes	Año							
0/01/1900		Segunda visita										
Enfermedad diagnosticada		Tercera visita										
Mycoplasma		Ultimo caso clinico										
Responsable del diagnostico		Cierre del evento										
M.V María Alejandra González												
<b>D. POBLACION PORCINA EXISTENTE, NUMERO DE ENFERMOS Y MUERTOS EN FORMA CRONOLOGICA</b>												
	Segunda Visita				Tercera Visita				Cierre del Evento			
	L	D	Vi	Ve	L	D	Vi	Ve	L	D	Vi	Ve
	Poblacion existente											
	Enfermos + muertos				0 0 0 0				0 0 0 0			
Muertos				0 0 0 0				0 0 0 0				
Perdidas economicas por mortalidad						Q0.00						
<b>E. OBSERVACIONES DE INTERES EPIDEMIOLOGICO</b>												
Que el señor González compra al señor Ricardo Estrada vacuna contra Micoplasma ya usada												
<b>F. LLENADO DEL FORMULARIO</b>												
Nombre del responsable del llenado		Aksel Antonio Bonilla		Fecha	0/01/1900							
<b>G. OFICINA DEL PROYECTO</b>												
Nombre de la persona que recibe el documento			Aksel Antonio Bonilla									
Fecha de recepcion	0/01/1900											

Fuente: MAGA-PRONASPORC

## Anexo 6

### Resultados de laboratorio emitidos por el Laboratorio de Sanidad Animal



#### Informe de Análisis de Laboratorio No. 17030364

**Identificación de la muestra:** Zona 5, Chimaltenango, Chimaltenango.  
**Propietario:** José Subbuyuc.  
**No. de análisis de laboratorio:** 0364.  
**Fecha y hora de toma de muestra:** 16-03-2017.  
**Responsable de toma de muestra:** M. V. Rebeca Velásquez.  
**Fecha y hora de recepción de muestras:** 17-03-2017 11:11 horas.  
**Recibida por:** Noé Caceros.  
**Fecha de inicio de proceso:** 17-03-2017  
**Fecha de finalización de proceso:** 23-03-2017  
**Fecha de emisión de resultados:** 24-03-2017  
**Especie, Tipo de muestra, Cantidad y Análisis solicitado:** Porcino, Suero sanguíneo, 05 muestras, ELISA (PPC Ac., PPC Ag. y GET Ac.), Heces, 03 muestras, Aislamiento Bacteriológico (*Salmonella* spp. y *Escherichia coli*)  
**Responsable de análisis:** M. V. María Alejandra González. Q. B. Ana Yoc.  
**Responsable de informe:** Noé Caceros.  
**Observaciones:** Ninguna.-

No.	IDENTIFICACION	ELISA- captura de Anticuerpo Peste Porcina Clásica	ELISA- captura de Antígeno Peste Porcina Clásica	ELISA- captura de Anticuerpo Gastro Enteritis Transmisible
01	0.011.631	Negativo	Negativo	Negativo
02	0.011.632	Negativo	Negativo	Negativo
03	0.011.633	Negativo	Negativo	Negativo
04	0.011.634	Negativo	Negativo	Negativo
05	0.011.635	Negativo	Negativo	Negativo
----ULTIMA LINEA----				

No.	IDENTIFICACION	Bacteriología <i>Escherichia coli</i>	Bacteriología <i>Salmonella</i> spp.
01	Ziploc 01	Se aisló	Se aisló
02	Ziploc 02	Se aisló	Se aisló
03	0.011.635 Ziploc 03	No se aisló	Se aisló
----ULTIMA LINEA----			

  
**Dr. David Rene Orellana Salguero**  
**Laboratorio de Sanidad Animal**  
**VISAR-MAGA**  
 \*\*\* ULTIMA LINEA \*\*\*

## Anexo 7

Sector productivo semitecnificado, caracterizado por las condiciones de manejo, sanidad y bioseguridad deficientes



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8

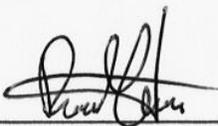
Necropsia realizada a un lechón de 2 meses, en donde se encontró coexistencia intestinal con áreas necróticas en intestino delgado, los resultados de laboratorio fueron positivos a salmonelosis.



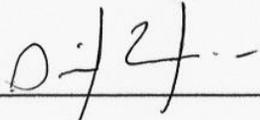
Fuente: Elaboración propia

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA DETECCIÓN DE  
*Salmonella* spp. COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL  
DE PESTE PORCINA CLÁSICA EN INVESTIGACIONES DE  
SOSPECHAS CLÍNICAS EN POBLACIONES DE CERDOS DE  
GUATEMALA, FEBRERO 2017- 2018**

f.  \_\_\_\_\_

María Victoria Rojas Bosque

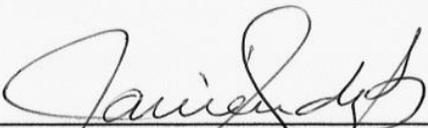
f.  \_\_\_\_\_ f.  \_\_\_\_\_

M.V. Daniel Javier Zayden Mayorga

M.A. Yeri Edgardo Veliz Porras

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR

f.  \_\_\_\_\_

M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa

EVALUADOR

IMPRÍMASE

f.  \_\_\_\_\_

M.V. Gustavo Enrique Taracena Gil

DECANO

