



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y LA SALUD ANIMAL

EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL VIRUS DE PRRS EN GRANJAS PORCINAS EN  
MÉXICO

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:  
**M.V.Z. JOVANI AMADOR CRUZ**

TUTOR PRINCIPAL - Dra. María Elena Trujillo Ortega – FMVZ-UNAM

COMITÉ TUTOR - Dr. Everardo González Padilla –FMVZ-UNAM

COMITÉ TUTOR - Dr. Eduardo Sánchez López - UABC

PROFESOR INVITADO - M. en C. Juan Nava Navarrete – FMVZ-UNAM

México D.F. Enero 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Dedicatoria:**

Esta tesis es, con todo mi corazón para mis padres Juan Amador López y Virginia Cruz Hurtazo por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mi hermana, Mónica Amador Cruz, por ser también una parte muy importante de mi vida y siempre compartir conmigo momentos inolvidables.

Gracias por haberme proporcionado las herramientas para poder alcanzar este logro.

**Agradecimientos:**

Mis agradecimientos están dirigidos a todas las personas que hicieron posible la exitosa realización de este trabajo.

A los porcicultores y médicos de diferentes lugares de la República Mexicana pero principalmente de los estados de Sonora, Jalisco y Yucatán que apoyaron para poder obtener la información para este trabajo.

Al Dr. Juan Nava Navarrete, gracias por todo el conocimiento que me ha brindado a lo largo que todo este proyecto, por compartirme experiencias y apoyar mi desarrollo profesional, gracias por haberme recibido desde el primer día y haber sido muy gentil desde ese momento.

A la Dra. María Elena Trujillo Ortega, por todo su apoyo en este proyecto y por darme la oportunidad de aprender de sus experiencias.

A los miembros de mi jurado, gracias por todas las contribuciones que hicieron para mejorar mi trabajo.

A todos los profesores del DMZC, por todas sus atenciones y las enseñanzas que han dado.

A mis padres y mi hermana, porque este logro no lo hubiera podido realizar sin ustedes.  
Los Amo

A todos mis amigos, tanto viejos como los mas recientes, porque siempre han contribuido para lograr mis objetivos.

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	10
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	39
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	45

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL VIRUS DE PRRS EN GRANJAS PORCINAS EN MÉXICO.

El objetivo de este estudio fue calcular el impacto productivo y económico generado por la presencia del virus de PRRS en granjas porcinas de tres estados altamente productores. Se analizaron y compararon los datos productivos y económicos de los meses libres del virus de PRRS, meses en brote por la presencia del virus y meses en control aunque infectados por el virus. Se obtuvo información de las áreas de pie de cría y maternidad de granjas de producción de cerdo de los estados de Sonora, Jalisco y Yucatán, se evaluaron un total de 48 granjas tecnificadas, de las cuales 40 estaban infectadas con el virus de PRRS y 8 eran libres de este virus, el número de hembras por granja fue de 200 hasta 2000 cerdas, con un total de 63,689 hembras en producción. Los parámetros reproductivos y productivos de la hembra y su camada se ven afectados por la presencia del virus de PRRS, disminuye la fertilidad en 11% y el número de lechones paridos vivos (LNV) en 0.5 por parto, aumenta el porcentaje de abortos en 11% y la mortalidad predestete (MDP) en 7%, lo cual genera un aumento en el uso de insumos y una disminución de 4.81 lechones destetados por hembra al año. El efecto económico generado por la presencia del virus de PRRS es de \$3,057.12 pesos por hembra al año, el principal efecto negativo está causado por la disminución del ingreso por hembra al año que participa con \$2,983.54; el aumento en el consumo de alimento en hembras por 13 días más del ciclo productivo es de \$358.21 y gasto en reproducción, sin considerar hormonales para la sincronización o inducción del celo, es de \$18.40. Se muestra un gasto menor de \$303.03 en el alimento para lechones en los meses en brote a causa de una menor cantidad de ellos por la disminución de LNV y una mayor mortalidad predestete. El gasto adicional por el uso de hormonales puede ir desde los \$10 hasta los \$159 pesos por hembra.

**Palabras clave:** PRRS, efecto económico, lechones paridos vivos, mortalidad predestete, lechones destetados por hembra al año.

## ABSTRACT

### ASSESSMENT THE ECONOMIC IMPACT OF PRRS VIRUS IN PIG FARMS IN MÉXICO

The aim of this study was to estimate the productive and economic impact caused by the presence of PRRS virus in pig farms from the most productives states of Mexico. The productive and economic data were analyzed and compared for the months free of PRRS virus, months in outbreak by the presence of the virus and months in control when infected. Information from breeding area and nursery from farms of pig production was obtained. The farms are in the states of Sonora, Jalisco and Yucatan, forty eight farms were evaluated, 40 were infected with PRRS virus and 8 were free of the virus. The number of females per farm was 200 to 2000 bristles, a total of 63, 689 females in production. Reproductive and productive parameters of the female and her litter are affected by the presence of PRRS virus, fertility is reduced by 11% and the number of piglets born alive ( LNV ) 0.5 per farrowing, the percentage of abortions increased 11% and pre-weaning mortality ( MDP ) at 7 %, which leads to increased input use and decreased 4.81 piglets per sow per year. The economic effect generated by the presence of PRRS virus is \$3057.12 pesos per female per year, the main negative effect is caused by the decline in income per female per year involved with \$2983.54 , the increase in feed consumption in females by 13 more days in production cycle is \$358.21 and additional \$18.40 pesos for reproduction without synchronization or induction of estrus. Lower expenses were observed (\$303.03) on feed for piglets in the months of outbreak because fewer piglets were born alive and pre-weaning mortality increased. The additional expenditures for synchronization or induction of estrus can range from \$10 to \$159 pesos per female.

**Keywords:** PRRS, economic effect, born alive piglets, preweaning mortality, weaned piglets per sow per year.

## INTRODUCCIÓN

El síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS por sus siglas en inglés: Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome) fue reportado por primera vez en E.E. U.U. al final de los años ochenta, pero la etiología de la enfermedad aun era desconocida. Para entonces la enfermedad tuvo diferentes nombres, los más usuales fueron enfermedad de la oreja azul y enfermedad misteriosa del cerdo (MSD).<sup>1</sup> Brotes similares fueron reportados en Alemania en 1990 y se dispersaron a todo Europa. Fue hasta el inicio de los años noventa cuando se identificó a un arterivirus como el causante de la enfermedad. El agente etiológico del virus de PRRS fue identificado en Europa en 1991 y se denominó virus Lelystad, posteriormente se aisló en los E.E. U.U. y se le asignó el nombre de VR-2332.<sup>2</sup>

Comparando secuencias de las bases de los nucleótidos de aislamientos de Europa y América del Norte, el virus de PRRS se divide en genotipo 1 y genotipo 2, respectivamente. A pesar que el tipo 1 y el tipo 2 aparecieron simultáneamente y de que producen signos clínicos similares, los dos grupos solo comparten cerca del 70% de similitud en sus nucleótidos.<sup>3,4</sup> Es un virus esférico, con envoltura, de tamaño medio de 62nm que puede oscilar entre 45 y 80 nm, de sentido positivo; ARN de cadena sencilla, contiene una nucleocápside isométrica de 25 a 35 nm, aunque a veces se ha visto icosaédrica y presenta unas proyecciones de superficie de unos 5 nm, compuesto de 15.4 Kb que codifican para el genoma viral con 10 marcos de lectura abiertos (ORF por sus siglas en inglés: Open Reading Frame).<sup>5</sup> Es del orden de los Nidovirales, de la Familia Arteriviridae, del género Arterivirus.<sup>6</sup>

Al ser un virus envuelto su supervivencia fuera del huésped se ve afectada por la temperatura, el pH y la exposición a detergentes. Se sabe que el virus de PRRS puede sobrevivir durante intervalos mayores a 4 meses a temperaturas entre -70 a -20° C, sin embargo, la viabilidad se reduce con el aumento de la temperatura pero se ha llegado a recuperar el virus después de 20 minutos a 56° C, 24 horas a 37° C, y 6 días a 21° C. El virus

se mantiene estable en un rango de pH de 6,5 a 7,5, sin embargo, su capacidad para infectar se reduce a un pH menor a 6,0 o mayor a 7,65. Los detergentes son eficaces para reducir la virulencia del virus y los solventes orgánicos como el cloroformo y el éter son particularmente eficientes para perturbar la envoltura viral e inactivar la replicación.<sup>7</sup>

En diciembre de 1991, para evitar la introducción del virus de PRRS a México, la frontera fue cerrada para la importación de animales vivos y productos derivados del cerdo provenientes de países con presencia del virus. Consideraciones políticas, económicas y comerciales llevaron a la resolución de esta política controversial y la frontera se abrió nuevamente a la importación con algunas restricciones en enero de 1992.<sup>8</sup> Entre 1992 y 1993, se realizó un muestreo donde se colectó suero de cerdos de las principales áreas de producción porcina del país y se analizaron por Inmunofluorescencia indirecta (IFA, por sus siglas en Inglés: Indirect Fluorescent Antibody) encontrando 8.3% sueros positivos. En 1994, en muestras colectadas en rastro de cerdos para abasto de estimó una seroprevalencia de 4.4%.<sup>9</sup> Un estudio hecho en 1995 en cerdas, encontró el 39.1% de muestras seropositivas pero sin signos clínicos de la enfermedad.<sup>10</sup> Un estudio realizado entre 1995 y 1996 reportan signos clínicos, sueros positivos y aislamiento del virus en cinco estados en México.<sup>11</sup> En 1997, se muestrearon 40 granjas, la seroprevalencia de la enfermedad fue de 78% usando los resultados de la prueba de ELISA.<sup>12</sup> En este mismo año, otros investigadores corroboraron la evidencia clínica del virus de PRRS en México y otros reportes de evidencia clínica y serológica se presentaron después de esto.<sup>13</sup>

Los problemas más importantes reportados en presencia del virus de PRRS se producen en las cerdas gestantes y en los lechones lactantes; la infección en las cerdas puede resultar en anorexia, pirexia y fallas reproductivas como retraso en el estro, repeticiones, partos prematuros, abortos en el último tercio de la gestación, fetos deshidratados, mortinatos y camadas de lechones débiles; por lo que se incrementa la mortalidad perinatal, se presenta alta mortalidad predestete, y aumento en la susceptibilidad a otras enfermedades principalmente respiratorias en cerdos destetados.<sup>14</sup> En los animales de

engorda, la infección por PRRS predominantemente existe como una infección subclínica, participando como un co-factor en diversos síndromes de enfermedad polimicrobiana, tales como el complejo respiratorio porcino (CRP o PRDC por sus siglas en inglés: Porcine Respiratory Disease Complex), en el PRDC se encuentran el virus de PRRS, el virus de la *Influenza porcina*(SIV), el *Circovirus porcino tipo 2* (PCV2), *Mycoplasma hyopneumoniae* (MHYO) y *Pastereulla multocida* (PMULT).<sup>15</sup> Inicialmente, la enfermedad generaba brotes muy agudos, porque las granjas estaban libres del virus. Después, la enfermedad se volvió endémica y se observan los signos clínicos por la infección crónica. Se ha observado, que los brotes más graves ocurren después de la despoblación o repoblación de granjas.<sup>16</sup>

Debido a la presencia de signos clínicos de la enfermedad, diversos autores realizaron trabajos donde podemos encontrar el efecto negativo en varios parámetros. Pejsak *et al.*, (1997) observaron que durante un brote de PRRS el porcentaje de parición (% de parición) disminuyó en 35.8 %, el 25.6 % de las hembras parieron antes del día 110 de gestación, el porcentaje de momias (% Mo) fue de 21.7%, el porcentaje de mortalidad predestete (MPD) fue de 43.3% y la mortalidad en destete y engorda fue cuatro veces mayor.<sup>17,18</sup> Alexopoulos *et al.*, (2005) realizaron un estudio donde comparan los periodos en control contra periodos en brote de granjas infectadas con el virus de PRRS, encontrando una disminución en la tasa de parición de 11%, de 0.6 lechones paridos vivos por parto y de 0.7 lechones destetados por parto; y un aumento de 0.3 lechones paridos muertos por parto.<sup>19</sup> Neumann *et al.*, (2005) obtuvieron una disminución entre granjas afectadas y sin afectar por el virus de PRRS de 10.92 % en la tasa de parición y 10.65 % en el porcentaje de mortalidad predestete (MPD), una reducción de 1.5 lechones destetados por parto y 4.72 lechones destetados por hembra al año.<sup>20</sup> El estudio realizado en Holanda por Nieuwenhuis *et al.*, (2012) muestra el análisis de los parámetros productivos de nueve granjas de pie de cría infectadas por el virus de PRRS; compararon el periodo de brote (donde determinaron una duración de 18 semanas) contra el periodo antes del brote, encontrando una disminución de 8 % en el número de lechones paridos vivos (LNV), del 2% en el índice de partos (% de parición) y de 18 % en cerdos vendidos por hembra, se

presentó un aumento en la mortalidad predestete (MPD) de 36% y de 167% en mortalidad postdestete.<sup>21</sup> Otro estudio realizado en granjas de EE.UU. por Holtkamp *et al.*, (2013), comparó los periodos en brote contra los periodos libres del virus de PRRS, donde encontraron la disminución de un lechón parido vivo por camada, 5.8% de aumento en el porcentaje de mortalidad predestete y un aumento de ocho días del ciclo productivo de la cerda.<sup>22</sup> Finalmente, el estudio realizado en México por Herrera en los años 2007 y 2008 en una granja de cuatro mil vientres negativa a la enfermedad, presentó una disminución de 26,886 lechones destetados como consecuencia del brote agudo de PRRS(51.51% menos de lechones destetados en los primeros 6 meses del brote).<sup>23</sup>

El efecto económico generado por las enfermedades se puede medir en diferentes sectores. El efecto financiero de la presencia del virus de PRRS, se puede calcular de diferentes maneras, lo importante es observar los problemas clínicos que genera la enfermedad y los parámetros de producción que se afectan para calcular así el efecto en cada área de la granja y con ello lograr obtener las pérdidas económicas por hembra, por granja y finalmente en una región geográfica o país.<sup>24</sup>

El estudio realizado en granjas de E.E. U.U. por Holtkamp *et al.*, (2013) muestra que en el área de maternidad, se calculó una pérdida de \$74.16 dólares por camada, \$45 dólares son por la reducción en el número de lechones destetados por camada y \$29.16 dólares por reducción en el número de partos. En el destete, se estimaron perdidas de \$6.01 dólares por lechón, \$3.58 dólares por aumento en la mortalidad, \$1.17 dólares por disminución en la conversión alimenticia y \$1.26 dólares de la reducción en la ganancia diaria de peso. En la engorda, se estimó una pérdida de \$7.67 dólares por cabeza, \$3.23 dólares por aumento en la mortalidad, \$3.00 dólares por disminución en la conversión alimenticia y \$1.44 dólares por la ganancia diaria de peso.<sup>22</sup>

El estudio realizado en Holanda por Nieuwenhuis *et al.*, (2012) evaluó el efecto económico en nueve granjas de pie de cría infectadas por el virus de PRRS, las granjas tenían un

promedio de 250 a 1200 cerdas, estimando pérdidas desde 6,084 euros hasta 134,292 euros por granja al año, con un promedio de 62,021 euros. Las pérdidas económicas varían desde 59 euros hasta 379 euros por cerda debido a la reducción del número de cerdos vendidos por hembra de 1.7, las pérdidas promedio por cerda fueron de 126 euros. Los costos después del brote varían significativamente de 3 euros a 160 euros por hembra, debido a los diferentes métodos de cada productor para atacar el brote.<sup>21</sup>

Se considera que es la enfermedad que mayores pérdidas económicas causa en la producción porcina mundial y nacional. El impacto económico anual en EE. UU. estimado por Neumann *et al.*, (2005) fue de \$560 millones de dólares, \$66.75 millones de dólares en granjas de pie de cría y de \$493.57 millones de dólares en granjas de engorda.<sup>20</sup> Ocho años después, el estudio publicado por Holtkamp *et al.*, (2013) indica que el costo anual para la industria porcina de EE. UU. fue de \$664 millones de dólares, ajustando las pérdidas en el pie de cría equivalentes a \$302 millones de dólares y \$362 millones de dólares en la línea de producción.<sup>22</sup>

En México, se ha evaluado el impacto económico de un brote del virus de PRRS en diferentes estudios. Uno de ellos se realizó en una granja de ciclo completo de 3 sitios localizada en el estado de Puebla, el costo promedio por kilogramo de cerdo producido fue mayor en el año anterior al brote de PRRS que durante el brote y después del brote, con \$14.56 pesos, \$11.96 y \$11.21, respectivamente. Debido a que no se utilizó el mismo precio de los insumos entre los diferentes años; el costo promedio de producción fue menor en los años con presencia del virus aunque la producción fue menor.<sup>25</sup> En el Simposio Internacional del “Virus de PRRS: ayer, hoy y mañana” Ciudad Universitaria, México 2012, Herrera estimó que la enfermedad en México, podría estar costando entre 80 y 120 millones de dólares por año; calculó que el impacto económico de un brote agudo de PRRS cuesta entre \$2,500 y \$3,500 pesos por vientre al año. En la línea de producción cuando existen infecciones persistentes va desde \$60 pesos por cerdo para abasto hasta \$150 pesos en los casos agudos.<sup>26</sup> En otro estudio presentado por Herrera en

el mismo foro, de los años 2007 y 2008 en una granja de cuatro mil vientres negativa a la enfermedad, el costo total de un brote de PRRS se calculó en \$12,180,000 pesos por año, equivalentes a \$2,768 pesos por vientre. El costo extra que se tuvo por cerdo para abasto fue de \$147 pesos.<sup>23</sup> El estudio presentado por Pérez, en este foro, estimó que el impacto económico va desde \$9.72 dólares hasta \$21.08 dólares por cerdo y de \$185.4 dólares hasta \$421.6 dólares por hembra al año.<sup>27</sup>

Debido a las grandes pérdidas en la producción y por ende económicas, en regiones y países como Asia, EE.UU., México, entre otros, los poricultores, médicos veterinarios y algunas otras agrupaciones están haciendo grandes esfuerzos para el control de la enfermedad. Para prevenir y controlar al virus de PRRS se han diseñado y aplicado medidas estrictas de bioseguridad para prevenir la entrada o re-entrada del virus y detener la circulación entre hembras de pie de cría. Las medidas usadas para el control de PRRS han sido el manejo (despoblación y repoblación de la granja completa, cierre de granja), bioseguridad, monitoreo y vacunación. La vacunación no evita la infección pero puede ayudar en granjas que están experimentando problemas por la presencia del virus o granjas con alto riesgo de la infección por el virus de PRRS.<sup>28</sup> Incluso, en países como E.E. U.U., la Asociación Americana de Veterinarios especialistas en Cerdos (AASV: The American Association of Swine Veterinarians) y Colegio de Medicina Veterinaria de la Universidad del estado de Iowa inició en 2006 un proyecto llamado Programa para la Valoración de Riesgo de Enfermedades en la Producción Animal (PADRAP: Production Animal Disease Risk Assessment Program), el cual tiene como objetivo coordinar el desarrollo, manejo, promoción de herramientas y generación de bases de datos para la valoración del riesgo de las enfermedades. El programa tiene actividades relevantes en torno al virus de PRRS, entre ellas se encuentra, la geolocalización de las empresas porcinas que están aportando información sobre el estatus sanitario en cada granja y los protocolos de bioseguridad que están usando, con lo que se tiene un monitoreo en cada región para la prevención y control de enfermedades.<sup>29</sup> En México, existen algunas agrupaciones en el Norte y Bajío que están organizando programas de control regional o

local, que involucra a médicos veterinarios, científicos, universidades, dependencias de gobierno, porcicultores, proveedores, clientes, entre otros, con el objetivo de concientizar a los involucrados para lograr acuerdos que permitan detener la circulación del virus de campo, implementando acciones efectivas y coordinadas para lograr hatos estables y trabajar en normativa y regulación que ayuden al control y evitar a largo plazo la entrada del virus a la zona, a pesar de esas actividades se requiere de mayores esfuerzos para el control de este virus.<sup>30,31,32</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

El virus de PRRS provoca una de las enfermedades más importantes en la producción porcina actual, ya que causa grandes pérdidas económicas. Para poder realizar la toma de decisiones en una granja se debe contar con estudios que nos permitan conocer el efecto de la enfermedad en la producción y por consecuencia su impacto económico, con ello se podrán hacer los análisis necesarios y más convenientes para permitir la mayor rentabilidad en las empresas. De manera macroeconómica, puede servir para impulsar o solicitar la intervención del gobierno en programas que apoyen al sector en el control de la enfermedad.

Este trabajo, contará con información productiva y financiera de empresas de producción de cerdo de las zonas más importantes de producción de México, la cual servirá para poder realizar los análisis antes mencionados.

## **HIPÓTESIS**

Dado los importantes efectos negativos que el PRRS tiene sobre los parámetros productivos (LD/hembra /año) de las explotaciones porcícolas, entonces su presencia en estas tendrá como efecto económico la reducción del ingreso por encima del 10% en comparación con granjas que son libres de la enfermedad.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Estimar la reducción en el ingreso por hembra al año, a partir de la diferencia del número de lechones destetados por hembra al año y los efectos en los cambios de consumo de los insumos.

### **Objetivos específicos:**

- Calcular los indicadores para establecer la eficiencia productiva de la hembra y la camada
- Calcular el efecto económico de la presencia del virus en la eficiencia productiva de la hembra y su camada

## MATERIAL Y METODOS

### Obtención de datos

Se realizó un estudio retrospectivo, comparativo y observacional, basado en la recopilación de información de 48 granjas tecnificadas con un inventario que va desde las 200 hasta las 2000 hembras, localizadas en los estados de Sonora, Jalisco y Yucatán, 40 granjas son positivas al virus de PRRS y ocho granjas libres, con una sumatoria de 63,689 hembras en producción. Las características de tuvieron que reunir las granjas fue que contarán con registros productivos confiables, sistema de producción de flujo continuo o en bandas, con alimentación balanceada, genética especializada en producción porcina, inseminación artificial al 100 %, lactancia entre 19 y 23 días y asesoría integral en la producción.

El estudio retrospectivo se realizó en el 2013 de forma mensual. La información se obtuvo por medio de un cuestionario diseñado y validado para la recopilación de información almacenada en el programa PigChamp<sup>®</sup>.

Para realizar la clasificación de granja libre o positiva al virus de PRRS, se solicitaron pruebas de laboratorio, tanto serológicas como moleculares, que confirmaran la ausencia o presencia del virus. Los meses analizados se clasificaron en meses libres (T1), meses en brote (T2) y meses en control (T3). Los meses libres únicamente pertenecen a las granjas libres del virus de PRRS, las granjas infectadas con el virus de PRRS tuvieron meses clasificados en brote (T2) y meses en control (T3). Se denominó mes en brote cuando las variables productivas de la hembra y su camada tenían más de tres desviación estándar del promedio mensual histórico (porcentajes abortos, momias y de mortalidad predestete). Se denomina mes en control a los meses de granjas infectadas con menos de tres desviación estándar.<sup>20</sup>

Al tener clasificados los meses se obtuvieron hasta 544 meses divididos en meses libres, meses en brote y meses en control, existen variaciones debido a datos aberrantes o ausencia de datos en algunos meses.

Posteriormente para cumplir con el objetivo específico de calcular la eficiencia productiva de la hembra y su camada, se obtuvieron los registros productivos de las áreas de servicios, gestación y maternidad de PigChamp®.

Las variables evaluadas en la hembra fueron:

- Porcentaje de parición (% de parición)
- Número de camadas por hembra por año (CHA)
- Días del ciclo productivo de la hembra (Días del ciclo)
- Porcentaje de abortos (% de abortos)

Las variables evaluadas en la camada fueron:

- Peso al nacimiento por lechón (PN)
- Número de lechones paridos vivos (LNV)
- Porcentaje de lechones paridos muertos (% LNM)
- Porcentaje de momias (% Mo)
- Porcentaje de mortalidad predestete (MPD)

Los indicadores que se establecieron de variables productivas de la hembra y la camada antes mencionadas para obtener el efecto económico fueron:

- Lechones destetados por hembra por camada (LD)
- Lechones destetados por hembra por año (LDHA)

Para cumplir el objetivo específico del efecto económico por la presencia del virus de PRRS en la eficiencia productiva de la hembra y su camada se establecieron los siguientes indicadores:

- Ingreso (\$) por hembra por la venta de lechones destetados al año

Se estableció que el precio promedio del lechón a los diez kilogramos de peso sería de \$620.00 pesos, el cual se multiplicó por el número de lechones destetados por hembra al año (LDHA) en cada mes. Con lo cual permitió observar si existe diferencia en el ingreso (\$) por hembra por año entre los meses.

El efecto de la presencia del virus de PRRS en la utilización de los insumos en la producción afecta el consumo de alimento y los insumos utilizados para el control de la inducción o sincronización del estro, así como el semen y las pipetas.

El consumo de alimento se calculó en las hembras en producción y en sus lechones a los diez kilogramos de peso.

En lechones

La diferencia en el consumo de alimento de lechones por hembra por año, se calculó basándose en la diferencia en el número de lechones destetados por hembra por año entre meses. Esta diferencia se multiplicó por el consumo individual por lechón que se estableció en 4.5 kilogramos (consumo de alimento hasta los 10 kg.) y posteriormente por el precio ponderado (\$14.00 pesos).

Por hembra

Se determinó el consumo promedio diario por hembra (2.5 kilogramos), este se multiplicó por el precio por kilogramo (\$5.00 pesos) observándose para esta variable que cada día representa un costo de \$12.50 pesos. Considerando el costo por día, se calculará el efecto de cada mes.

Gasto por uso de pipetas y semen

El costo por cada pipeta es de \$12.00 pesos y se utilizan 2 pipetas por servicio, de manera que el costo por pipetas es de \$24.00 pesos, así mismo, se estableció el precio de dosis seminal de \$70.00 pesos y de igual forma que requieren de 2 dosis por servicio, por lo que el costo total por el uso de semen es de \$140.00 pesos. De manera que el costo de cada servicio adicional por el uso de estos insumos es de \$164.00 pesos. Se calculó el gasto de estos insumos en relación a la diferencia del porcentaje de parición entre meses.

Gasto por el uso de productos para inducir o sincronizar el estro

Se desarrollaron tres protocolos:

1. Protocolo A (PA)

Para este protocolo se utilizó altrenogest, para lo cual se requiere la aplicación de una dosis diaria a la cual se determinó un costo de \$31.25 pesos diario y se requiere 18 días continuos de aplicación para cada hembra. De manera que el costo por tratamiento es de \$562.50 pesos. Se calculó el gasto del PA en relación a la diferencia del porcentaje de parición entre meses.

## 2. Protocolo B (PB)

El protocolo PB establece el PA más la aplicación de gonadotropinas, por lo que a los \$562.50 pesos de PA se le adiciona la aplicación única de gonadotropinas con un costo de \$96.00 pesos. El costo total de PB es de \$658.50 pesos. Se calculó el gasto del PB en relación a la diferencia del porcentaje de parición entre meses.

## 3. Protocolo C (PC)

Este protocolo usa una dosis única de gonadotropinas. Como se mencionó en PB la aplicación única de gonadotropinas es de \$96.00 pesos. Se calculó el gasto del PC en relación a la diferencia del porcentaje de parición entre meses.

### Efecto económico global del virus de PRRS

Se obtuvo con la sumatoria de los ingresos por hembra por año, consumo de alimento en lechones, consumo de alimento en hembras y el gasto en reproducción sin incluir los hormonales para cada periodo. Con esto se calculó la diferencia en el efecto económico entre meses.

Para el cálculo del efecto económico generado por el virus de PRRS incluyendo los hormonales, se adicionó al efecto económico global el costo por el uso del PA, por otro lado se adicionó al efecto económico global el costo por el uso del PB y por último, se adicionó al efecto económico global el costo por el uso del PC, todos ellos de manera independiente.

**Pruebas estadísticas:**

Se hizo la comparación entre las medias de los meses libres (1), brote (2) y control (3) por medio de la prueba de Wilcoxon. El análisis estadístico de las variables involucradas se realizó por medio del software para realizar hallazgos estadísticos JMP de SAS.

## RESULTADOS:

Las variables que permiten evaluar el efecto en la eficiencia reproductiva entre meses se muestran en el cuadro 1. Siendo que para el **porcentaje de parición** de los tres meses (1=libres, 2=en brote y 3= en control), el mayor porcentaje se encontró en el mes 1 (87.40%) con una diferencia estadística de 11% entre el mes 1 y 2 ( $p < 0.01$ ). Asimismo al aumentar los **días de ciclo** se disminuye el **número de camadas por hembra por año** (CHA) encontrándose diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre los meses, observándose que en los meses 2 y 3 la duración del ciclo se aumenta hasta en 13 días, lo cual da como consecuencia la reducción en el número de camadas al año en 0.13. En lo que corresponde al **porcentaje de abortos** (% abortos) de igual forma se observó diferencia estadística significativa ( $p < 0.01$ ) entre los meses, la diferencia más amplia se observó entre los meses 1 y el 2 (11.67 %).

Cuadro 1. Promedio de los parámetros productivos evaluados en la cerdas reproductoras

Periodos	Parámetros productivos en la hembra						
	% Parición*		CHA**		Días del ciclo**	% abortos*	
	n	Promedio ± e.e.	n	Promedio ± e.e.	Promedio ± e.e.	n	Promedio ± e.e.
Libres	94	87.40 ± 0.86 a	48	2.42 ± 0.02 a	150.83 ± 1.25	71	1.96 ± 0.70 a
Brote	27	76.18 ± 1.61 b	44	2.23 ± 0.02 b	163.68 ± 1.46	17	13.3 ± 1.44 b
Control	433	81.14 ± 0.40 c	167	2.28 ± 0.01 c	160.09 ± 0.70	238	3.47 ± 0.38 c

\*Prueba de Wilcoxon entre tratamientos,  $p < 0.01$

\*\*Prueba de Wilcoxon entre tratamientos,  $p < 0.05$

CHA= Camadas por cerda por año

Literales diferentes (a,b,c) muestran diferencia estadísticamente significativa

Las variables que permiten analizar el efecto en el momento del parto se presentan en el cuadro 2, entre las variables que se afectan se tiene la viabilidad de los lechones al nacimiento, en lo que corresponde al **peso al nacimiento (PN)** presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.01$ ) entre los periodos, donde existe una diferencia de 226 gramos entre los periodos libres y los periodos en brote siendo más pesados estos

últimos, y una diferencia de 100 gramos entre los periodos en brote y los periodos en control. En el caso del número de lechones paridos vivos (LNV) hubo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) entre los tres periodos, siendo esta de 0.53 lechones entre los periodos libres del virus de PRRS y los periodos en brote. Para el **porcentaje de lechones paridos muertos** (%LNM), el valor más alto se obtuvo en el periodo en brote con 5.92%. En el caso del **porcentaje de momias** (%Mo), las diferencias más grandes se observaron entre los periodos libres y periodos en brote con 4.32%, y entre los periodos en brote y los periodos en control con 3.49% ( $p < 0.01$ ). El **porcentaje de mortalidad predestete** (MPD) es la última variable productiva de la camada presentada en el cuadro 2, se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los periodos ( $p < 0.01$ ), la mayor diferencia fue de 7.43 puntos porcentuales entre periodos libres y periodos en control, seguido por 5.76 puntos porcentuales entre periodos en brote y periodos en control.

Cuadro 2. Promedio de los parámetros productivos evaluados en las camadas

	Parámetros productivos de la camada									
	PN*		LNV**		%LNM**		%Mo*		%MPD*	
Periodo	n	Prom. ± e.e.	n	Prom. ± e.e.	n	Prom ± e.e.	n	Prom ± e.e.	n	Prom ± e.e.
Libre	24	1.28 ± 0.01 a	24	11.03 ± 0.09 a	94	4.9 ± 0.21 a	94	2.74 ± 0.25 a	94	6.26 ± 0.19 a
Brote	10	1.54 ± 0.04 b	58	10.50 ± 0.12 b	27	5.92 ± 0.39 a	27	7.06 ± 0.47 b	212	13.69 ± 0.20 b
Control	229	1.44 ± 0.01 c	197	10.65 ± 0.06 c	434	5.02 ± 0.09 a	434	3.57 ± 0.12 c	248	8.03 ± 0.12 c

\*Prueba de Wilcoxon entre tratamientos,  $p < 0.01$

\*\*Prueba de Wilcoxon entre tratamientos,  $p < 0.05$

Literales diferentes (a,b,c) muestran diferencia estadísticamente significativa

PN=peso al nacimiento, LNV=lechones nacidos vivos, %LNM=porcentaje de lechones paridos muertos, %Mo=porcentaje de momias y %MPD=porcentaje de mortalidad predestete

En las variables productivas, el número de meses en brote para % de parición, CHA, % de abortos, PN, LNV, %LNM y %Mo fue de los 10 hasta los 58 meses. En el % de MPD los meses en brote fueron 212.

Se presenta el resultado de los parámetros productivos de la hembra en relación a los parámetros económicos en el cuadro 3. Una variable en la cual se ve el mayor impacto de la enfermedad y además permite observar la presentación de brote de PRRS en la mortalidad predestete o durante la lactancia, la cual provoca la disminución de los lechones destetados (LD) en 4.8 lechones ( $p < 0.01$ ), si a su vez a estos se les asigna el precio a cada uno de ellos en \$620.00 pesos, resulta en una pérdida entre los \$1,667.48 a \$2983.54 pesos.

Cuadro 3. Ingreso por la venta de lechones destetados por hembra al año para los periodos libres, en brote y en control.

Periodos	CHA	LNV	MPD(%)	LD	LDHA	\$/lechón	Ingreso
Libres	2.42	11.03	6.26	10.34	25.02	\$620.00	\$15,513.42
Brote	2.23	10.5	13.69	9.06	20.21	\$620.00	\$12,529.88
Control	2.28	10.65	8.03	9.79	22.33	\$620.00	\$13,845.94

CHA= Camadas por hembra al año, LNV= Lechones paridos vivos, MPD= Mortalidad predestete, LD= Lechones destetados y LDHA= Lechones destetados por hembra al año.

Para el **consumo de alimento**, se calculó la diferencia en el número de **lechones destetados por hembra por año (LDHA)** entre los periodos libres en comparación a los periodos infectados para conocer la diferencia en el **consumo de alimento** y asignarles el costo (cuadro 4). Las granjas infectadas (meses en brote-control) presentaron disminución en el consumo de alimento de forma general debido a un menor número de lechones destetados siendo entre los periodos libres y periodos en brote: 4.81 lechones mas en periodos libres; mientras periodos libres y periodos en control: 2.69 lechones mas en periodos libres, por último la comparación entre periodos en brote y control se presentaron 2.12 lechones más en periodos en control. A hora bien si se considera que el consumo promedio de alimento es de 4.5 Kg. para esta etapa y el precio \$14 pesos, da como resultado una disminución general en el consumo entre \$133.46 a \$303.03 pesos.

Cuadro 4. Diferencias en el número de lechones destetados entre los periodos libres, brote y control; y costo por alimentación del superávit de lechones destetados.

Periodos	Diferencia en LD	Consumo de 6 a 10 kg. De P.V.	Consumo etapa	Costo alimento	Costo alimentación/ etapa
Libres vs Brote	+4.81	4.5	21.65	\$14.00	- \$303.03
Libres vs Control	+2.69	4.5	12.11	\$14.00	- \$169.47
Control vs Brote	+2.12	4.5	9.54	\$14.00	- \$133.56

En el caso de la variable **consumo de alimento por hembra**, es necesario considerar la variación en la duración de los días del ciclo que como se mencionó en el cuadro 1 se incrementa al presentarse los abortos entre otros efectos, las hembras de periodos libres, son las que menos días del ciclo obtuvieron con 150.83 días y las hembras que cursaron el brote las que presentaron el ciclo más alto con 163.68, por lo que existe un máximo de 12.85 días, si se considera que el consumo diario promedio es de 2.5 kg se tendrá que las hembras del periodo libre consumen 377.08 kg. en comparación con el periodo en brote 409.2 kg. y de 400.23 kg. para el periodo en control, la diferencia es de 32.13 kg entre libres y brote, además si se considera que el precio del kilogramo de alimento es de \$5, se tiene que la diferencia mayor es de \$160.63 pesos (cuadro 5). Si se considera el efecto anual que se tiene por el número de camada/hembra /año y la duración del ciclo (cuadro 1) se tendrá que considerar hasta \$358.21 pesos más.

Cuadro 5. Costo por alimentación de las hembras causado por el aumento de días del ciclo productivo.

Periodos	Diferencia (Días)	Consumo / alimento / día / hembra	Consumo alim. Extra	Costo alim.	Costo alimentación / hembra	CHA	Aumento / alimentación / hembra / año
Libres vs Brote	12.85	2.5	32.13	\$5.00	\$160.63	2.23	\$358.21
Libres vs Control	9.26	2.5	23.15	\$5.00	\$115.77	2.23	\$258.16
Control vs Brote	3.59	2.5	8.97	\$5.00	\$44.87	2.23	\$100.05

Las variaciones en la eficiencia reproductiva, se pueden calcular en incremento o decremento económico ya que se generó un aumento en el uso de pipetas y semen en las hembras repetidoras debido a la disminución del porcentaje de parición en meses en brote y control. En el cuadro 1 se presentó el porcentaje de parición entre los diferentes periodos, siendo que la diferencia más grande fue de 11.22% entre libres y brote, las cerdas al abortar o disminuir el porcentaje de fertilidad incrementan el uso de algunos insumos como son pipetas para la inseminación (\$12.00 pesos) y las dosis de semen (\$70.00 pesos), requiriéndose dos por servicio.

Se muestra el gasto extra en pipetas por hembra generado por la disminución del porcentaje de parición siendo 11.22% la mayor, cada hembra repetidora representa por lo menos \$24, sin embargo al prorratear la diferencia en el porcentaje de parición entre libres y brote el costo es de \$2.69 pesos, si esta se incrementa o bien es menor se deberá establecer proporcionalmente (cuadro 6). De igual forma el costo por el semen, siendo el gasto adicional más alto entre libres y brote de \$15.71 pesos.

Un punto porcentual en este cálculo equivale a \$1.64 pesos, es decir, la diferencia en el gasto entre libres y brote fue de  $\$1.64 \times 11.22 = \$18.40$

Cuadro 6. Gasto extra por hembra generado por el uso de pipetas debido a la disminución en el porcentaje de parición entre los periodos libres, en brote y en control.

<b>Gasto extra de pipetas y semen por disminución del porcentaje de parición</b>							
<b>Periodos</b>	Diferencia	Costo pipetas	Pipetas utilizadas	Costo / servicio	Costo semen	Dosis utilizadas	Costo / servicio
Libres vs Brote	-11.22	\$12.00	2	\$2.69	\$70.00	2	\$15.71
Libres vs Control	-6.26	\$12.00	2	\$1.50	\$70.00	2	\$8.76
Control vs Brote	-4.96	\$12.00	2	\$1.19	\$70.00	2	\$6.94

El gasto total causado por el aumento en el consumo de pipetas y semen por hembra a causa de la disminución del porcentaje de parición se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Gasto extra por uso de pipetas y semen.

<b>Gasto extra por uso de pipetas y semen</b>			
<b>Periodos</b>	Pipetas	Semen	Gasto Total
Libres vs Brote	\$2.69	\$15.71	\$18.40
Libres vs Control	\$1.50	\$8.76	\$10.27
Control vs Brote	\$1.19	\$6.94	\$8.13

Otro elemento a considerar es el **uso de productos para inducir o sincronizar el estro**, como se mencionó con anterioridad, las hembras al abortar o no quedar gestantes generan gastos adicionales, un elemento más que se suma son los productos inductores o sincronizadores para lo cual se consideraron tres protocolos: Protocolo A (PA) uso de altrenogest, Protocolo B (PB) uso de altrenogest más gonadotropinas y Protocolo C (PC) el uso de gonadotropinas.

#### **Protocolo A (PA)**

El gasto generado por el uso de altrenogest por la diferencia en el porcentaje de parición entre los periodos libres y los periodos en brote fue de \$63.11 pesos por hembra, entre los periodos libres y control de \$35.21 pesos por hembra y entre los periodos en brote y

los periodos en control de \$27.90 pesos por hembra (cuadro 8). El costo por cada punto porcentual es de \$5.63 pesos por hembra para este protocolo. Tomando como ejemplo la diferencia entre libres y brote, el  $11.22 \times \$5.63 = \$63.11$

Cuadro 8. Gasto extra por hembra generado por el uso de progestágenos debido a la disminución en el porcentaje de parición entre los periodos libres del virus de PRRS, periodos en brote y periodos en control.

<b>Gasto extra de hormonales (altrenogest) por disminución del porcentaje de parición</b>				
<b>Periodos</b>	Diferencia	Costo dosis Altrenogest	Días utilizados	Costo / servicio
Libres vs Brote	0.1122	\$31.25	18	\$63.11
Libres vs Control	0.0626	\$31.25	18	\$35.21
Control vs Brote	0.0496	\$31.25	18	\$27.90

#### **Protocolo B (PB)**

El gasto generado por el uso de altrenogest más gonadotropinas por la diferencia en el porcentaje de parición entre los periodos libres y los periodos en brote fue de \$159.11 pesos, entre los periodos libres y control de \$131.21 pesos, y entre los periodos en brote y los periodos en control de \$123.90 pesos (cuadro 9). El costo por cada punto porcentual para este tratamiento es de \$6.58 pesos por hembra.

Cuadro 9. Gasto extra por hembra generado por el uso de progestágenos mas gonadotropinas debido a la disminución en el porcentaje de parición entre los periodos libres, en brote y en control.

<b>Gasto extra de hormonales (altrenogest + gonadotropinas) por disminución del porcentaje de parición</b>						
Periodos	Diferencia	Costo Altrenogest (20mg)	Dosis utilizadas Altrenogest	Costo dosis gonadotropina	Dosis utilizadas	Costo / servicio
Libres vs Brote	0.1122	\$31.25	18	\$96.00	1	\$159.11
Libres vs Control	0.0626	\$31.25	18	\$96.00	1	\$131.21
Control vs Brote	0.0496	\$31.25	18	\$96.00	1	\$123.90

**Protocolo C (PC)**

El gasto generado por el uso de gonadotropinas por la diferencia en el porcentaje de parición entre los periodos libres y los periodos en brote fue de \$10.77 pesos, entre los periodos libres y control de \$6.01 pesos, y entre los periodos en brote y los periodos en control de \$4.76 pesos (cuadro 10). El costo por cada punto porcentual es de \$0.96 pesos por hembra para este tratamiento.

Cuadro 10. Gasto extra por hembra generado por el uso de gonadotropinas debido a la disminución en el porcentaje de parición entre los periodos libres, en brote y en control.

<b>Gasto extra de hormonales (gonadotropinas) por disminución del porcentaje de parición</b>				
Periodos	Diferencia	Costo dosis gonadotropina	Días utilizados	Costo / servicio
Libres vs Brote	0.1122	\$96.00	1	\$10.77
Libres vs Control	0.0626	\$96.00	1	\$6.01
Control vs Brote	0.0496	\$96.00	1	\$4.76

### **Efecto económico global del virus de PRRS.**

En esta sección se muestra el resumen de cada una de las variables involucradas que se describieron en la primera parte de los resultados, con las cuales se obtuvo el ingreso para cada mes y con ellos, se obtuvo el efecto económico total generado por el virus de PRRS entre los diferentes periodos de evaluación.

Se presenta el ingreso que se obtuvo por cada periodo, obteniendo el mayor ingreso el grupo de cerdas con periodos libres con \$21,314.73 pesos seguido de los periodos en control con \$19,746.24 pesos y finalmente los periodos en brote con \$18,404.64 pesos (cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto económico generado por el virus de PRRS por hembra al año para cada periodo.

Periodos	Ingreso	Costo alimentación/ etapa	Costo alimentación / hembra/ año	Gasto reproducción / % repetición	Total
Libres	\$15,513.42	\$1,576.36	\$4,204.29	\$20.66	\$21,314.73
Brote	\$12,529.88	\$1,273.20	\$4,562.50	\$39.06	\$18,404.64
Control	\$13,845.94	\$1,406.93	\$4,462.45	\$30.93	\$19,746.24

Se muestra el efecto económico generado por el virus de PRRS entre los diferentes periodos, sin considerar el uso de hormonales. Se observó el mayor gasto de \$3,057.12 pesos de los periodos en brote en comparación a los periodos libres. Un gasto superior de \$1,772.23 pesos en los periodos en control en comparación a los periodos libres, y de \$1,290.68 pesos de los periodos en brote en comparación a los periodos en control (cuadro 12).

Cuadro 12. Diferencia en el efecto económico generado por el virus de PRRS por hembra al año entre tratamientos.

Efecto económico del virus de PRRS					
Periodo	Disminución en el ingreso / hembra / año	Disminución consumo alim. / lechones muertos	Aumento en consumo alimento / hembra / días abiertos	Gasto reproducción / repetición	Efecto económico
Libres vs Brote	\$2,983.54	-\$303.03	\$358.21	\$18.40	\$3,057.12
Libres vs Control	\$1,667.48	-\$169.47	\$263.95	\$10.27	\$1,772.23
Control vs Brote	\$1,316.05	-\$133.56	\$100.05	\$8.13	\$1,290.68

El efecto económico generado por el virus de PRRS sin incluir el gasto en hormonales se mostró en el cuadro 12, de manera que a continuación se muestran los resultados del

efecto económico de este virus incluyendo el gasto en hormonales en diferentes escenarios:

**El efecto económico del virus de PRRS más PA.**

El efecto económico global generado por PRRS mas el gasto por el uso del PA(uso únicamente de altrenogest por 18 días) se presenta en el cuadro 13, donde se observa un mayor gasto de los periodos en brote en comparación a los periodos libres de \$3,120.23 pesos, un mayor gasto de \$1,807.44 pesos en los periodos en control en comparación de los periodos libres, y un mayor gasto en los periodos en brote en comparación a los periodos en control de \$1,318.58 pesos.

Cuadro 13. Efecto económico generado por el virus de PRRS por hembra al año, incluyendo el uso de hormonales con el protocolo A.

<b>Efecto económico del virus de PRRS*</b>					
Periodo	Disminución en el ingreso / hembra / año	Disminución consumo alim. / lechones muertos	Aumento en consumo alimento / hembra / días abiertos	Gasto reproducción + PA	Efecto económico
Libres vs Brote	\$2,983.54	-\$303.03	\$358.21	\$81.51	\$3,120.23
Libres vs Control	\$1,667.48	-\$169.47	\$263.95	\$45.48	\$1,807.44
Control vs Brote	\$1,316.05	-\$133.56	\$100.05	\$36.03	\$1,318.58

\*Se incluye el costo por uso de hormonales con protocolo A

**Efecto económico del virus de PRRS más PB.**

El efecto económico global generado por PRRS más el gasto por el uso del PB (uso de altrenogest por 18 días más una dosis de gonadotropinas) se presenta en el cuadro 14, se observa un mayor gasto de los periodos en brote en comparación a los periodos libres de \$3,216.23 pesos, un mayor gasto de \$1,903.44 pesos en los periodos en control en comparación de los periodos libres, y un mayor gasto en los periodos en brote en comparación a los periodos en control de \$1,414.58 pesos.

Cuadro 14. Efecto económico generado por el virus de PRRS por hembra al año, incluyendo el uso de hormonales con el protocolo B.

<b>Efecto económico del virus de PRRS**</b>					
Periodo	Disminución en el ingreso / hembra / año	Disminución consumo alim. / lechones muertos	Aumento en consumo alimento / hembra / días abiertos	Gasto reproducción + PB	Efecto económico
Libres vs Brote	\$2,983.54	-\$303.03	\$358.21	\$177.51	\$3,216.23
Libres vs Control	\$1,667.48	-\$169.47	\$263.95	\$141.48	\$1,903.44
Control vs Brote	\$1,316.05	-\$133.56	\$100.05	\$132.03	\$1,414.58

\*\*Se incluye el costo por uso de hormonales con protocolo B

**Efecto económico del virus de PRRS más PC.**

El efecto económico global generado por PRRS más el gasto por el uso del PB (uso de altrenogest por 18 días más una dosis de gonadotropinas) se presenta en el cuadro 15, se observa un mayor gasto de los periodos en brote en comparación a los periodos libres de \$3,067.89 pesos, un mayor gasto de \$1,778.23 pesos en los periodos en control en comparación de los periodos libres, y un mayor gasto en los periodos en brote en comparación a los periodos en control de \$1,295.45 pesos.

Cuadro 15. Efecto económico generado por el virus de PRRS por hembra al año, incluyendo el uso de hormonales con el protocolo C.

<b>Efecto económico del virus de PRRS***</b>					
Periodo	Disminución en el ingreso / hembra / año	Disminución consumo alim. / lechones muertos	Aumento en consumo alimento / hembra / días abiertos	Gasto reproducción + PC	Efecto económico
Libres vs Brote	\$2,983.54	-\$303.03	\$358.21	\$29.17	\$3,067.89
Libres vs Control	\$1,667.48	-\$169.47	\$263.95	\$16.28	\$1,778.23
Control vs Brote	\$1,316.05	-\$133.56	\$100.05	\$12.90	\$1,295.45

\*\*\*Se incluye el costo por uso de hormonales con protocolo C

Como se observó, el efecto económico mayor se observa cuando se usa el altrenogest y las gonadotropinas para la sincronización de celos en las hembras repetidoras.

## **Discusión:**

El análisis está enfocado en las variables productivas del pie de cría de empresas productoras de cerdo para abasto, se comparó la productividad entre los periodos libres del virus de PRRS, los periodos con presencia del virus de PRRS con signos específicos de la enfermedad y los periodos con presencia del virus sin signos específicos de la enfermedad. Finalmente se presentó el efecto económico observado por la presencia del virus en las granjas.

## **Parámetros productivos**

Los resultados observados en el porcentaje de parición (% de parición) en este estudio fue de 11 % en la diferencia más amplia, siendo superior en las granjas libres. Pejsak *et al.*, (1997) reportan disminución en la fertilidad de 35.8% en una granja de ciclo completo después de un brote de PRRS, lo cual presenta una diferencia con los resultados presentados con el presente estudio de 23 %.<sup>17,18</sup> El artículo de la conducta productiva de una granja infectada con el virus de PRRS publicado por Alexopoulos *et al.*, (2005) mostró que el porcentaje de parición es mayor en once puntos porcentuales en los periodos en control en comparación de los periodos en brote, mostrando un comportamiento similar a los resultados de esta investigación.<sup>19</sup> En el estudio publicado por Neumann *et al.*, (2005) mencionan una disminución en la fertilidad del 10.92 % en granjas de EE.UU. entre los periodos en brote y los periodos en control, siendo cercanos a los resultados de este trabajo.<sup>20</sup> Dos años después, en el estudio de Schaefer *et al.*, (2007) se realizó un cierre de granja para la eliminación del virus de PRRS, las variables productivas se mejoraron después de este manejo, es decir, el porcentaje de parición fue superior en los periodos en control que en los periodos en brote, siendo similares a los resultados de este trabajo.<sup>33</sup> En un estudio realizado en México por Nava *et al.*, (2009) el porcentaje de parición de granjas semitecnificadas en las regiones más representativas de la producción de cerdo en este país fue de 80 % a 85 % coincidiendo con la obtenida en nuestro

estudio.<sup>34</sup> Otro estudio realizado cuatro años después por Amador *et al.*, (2013) muestra diferencia por arriba del diez por ciento para los meses libres del virus de PRRS en comparación de los meses en brote, y por arriba del cinco por ciento para los meses libres en comparación a los meses en control, coincidiendo con los resultados de este trabajo.<sup>35</sup>

El número de camadas por hembra al año (CHA), en el estudio realizado en EE.UU. por Neumann *et al.*, (2005) presentó una disminución en el promedio de camadas por hembra al año en los periodos en brote en comparación a los periodos en control, coincidiendo con los resultados de este trabajo.<sup>20</sup> En el estudio realizado por Nieuwenhuis *et al.*, (2012) el número de CHA disminuyó durante el periodo de brote, coincidiendo con los resultados de este trabajo.<sup>21</sup> Para esta variable, Holtkamp *et al.*, (2013) mostraron datos donde el promedio de camadas por hembra al año fue superior únicamente en los periodos libres del virus de PRRS en comparación a los periodos en brote y en control, se muestran resultados similares a esta investigación, donde se observa una diferencia entre los periodos libres, los periodos en brote y los periodos en control.<sup>22</sup>

El porcentaje de abortos (% abortos) coincide con el estudio de Halbur *et al.*, (1998), en donde el aumento en el porcentaje de abortos en el estudio de tres brotes de PRRS va desde 10% hasta 50 % en comparación a los periodos en control<sup>36,37</sup>. En la literatura sobre los signos clínicos de PRRS, se encuentra mencionado que el porcentaje de abortos es uno de los indicadores característicos de la enfermedad.<sup>1,18</sup>

Respecto al peso al nacimiento, se observó en esta investigación que los periodos con la presencia del virus de PRRS tienen mayor peso en comparación a los periodos libres del virus pero los periodos infectados del virus de PRRS tienen un número menor de lechones paridos vivos (LNV). El estudio realizado por González *et al.*, (2011)<sup>38</sup> y Trujillo (2011)<sup>39</sup> documentó que cuando la camada es grande, el peso individual del lechón al nacimiento es menor.

Se observó en esta tesis que el número de lechones paridos vivos (LNV) fue superior en los periodos libres del virus de PRRS en comparación a los periodos infectados con el virus. Un escenario similar se presentó en los resultados de Alexopoulos *et al.*, (2005) donde el número de lechones paridos vivos es de nueve punto treinta y ocho en los periodos en brote y de nueve punto noventa y ocho en los periodos en control, coincidiendo con la disminución en LNV de los periodos en brote de esta investigación.<sup>19</sup> El estudio realizado en Holanda por Nieuwenhuis *et al.*, (2012) mostró que existe una reducción de cerca de un lechón (8 %) en el número de lechones paridos vivos por parto en los periodos en brote en comparación a los periodos en control; con una disminución en el porcentaje de dos hasta 17 % coincidiendo con los resultados de este estudio.<sup>21</sup> Resultados muy cercanos se mostraron en el estudio de Holtkamp *et al.*, (2013), con 11.6 lechones paridos vivos por parto en los periodos libres del virus de PRRS y de 10.6 lechones para los periodos en brote, mostrando una diferencia de un lechón, siendo mayor en medio lechón a los resultados de este estudio.<sup>22</sup>

El porcentaje de lechones paridos muertos (% de LNM) cuando se comparó a los periodos no presentaron diferencias. Resultados diferentes se encontraron en los estudios de Alexopoulos *et al.*, (2005) y Amador *et al.*, (2013) donde el porcentaje de lechones paridos muertos es mayor en los periodos en brote en comparación a los periodos en control.<sup>19,35</sup>

El porcentaje de momias (% de momias) mostró una diferencia entre todos los periodos en donde se observa que es superior en los periodos en brote en comparación a los periodos libres y periodos en control. Cabe destacar que el análisis de este parámetro según lo reportado en el estudio realizado en granjas de ciclo completo por Pejzak *et al.*, (1997), el porcentaje varió con un rango de 2.54 % a 21.8 % en los primeros dos meses y estabilizándose entre 3.2 % a 6.6 % en los meses posteriores, coincidiendo con el aumento en más de nueve por ciento en los periodos en brote de este trabajo.<sup>17</sup> En el estudio de Alexopoulos *et al.*, (2005) se observó una diferencia de siete puntos porcentuales en los periodos brote en comparación a los periodos en control, coincidiendo con los resultados

de esta investigación.<sup>19</sup> Resultados inferiores se observan en el estudio de Amador *et al.*, (2013) donde hubo una diferencia de 1.29% a favor de los periodos en brote en comparación a los periodos libres.<sup>35</sup>

El porcentaje de mortalidad predestete (MPD) presentó una diferencia entre todos los meses de evaluación. En el estudio realizado por Nieuwenhuis *et al.*, (2012) la media de esta variable aumentó en los meses en brote en 36%, con un rango en el porcentaje de cambio de 17 a 124 por ciento, coincidiendo con los resultados de esta investigación en donde la mortalidad predestete es mayor en los meses en brote.<sup>21</sup> Resultados similares se reportaron en el estudio de Holtkamp *et al.*, (2013) donde el porcentaje de mortalidad predestete fue superior en 5.8% en los periodos en brote en comparación a los periodos libres y superior en 5.2% en los periodos en brote en comparación a los periodos en control.<sup>22</sup> Resultados cercanos se observaron en el trabajo de Amador *et al.*, (2013) donde el porcentaje de mortalidad predestete fue de 6.5% superior en los periodos en brote en comparación a los periodos libres.<sup>35</sup>

En esta tesis los lechones destetados por parto (LD) mostraron una diferencia de 1.30 lechones destetados por parto a favor de los periodos libres en comparación a los periodos en brote, lo que corresponde a 12.40 % de disminución de la productividad; y de 0.7 lechones destetados por parto entre los periodos en control y brote, mostrando una disminución de la productividad de 7.5%. El trabajo de Alexopoulos *et al.*, (2005) reportó que el número de lechones destetados por parto fue de 9.24 en los meses en control y de 8.54 lechones en los meses en brote, mostrando una diferencia de 0.7 lechones, lo que indica una disminución de la productividad de 7.5%, siendo iguales a los resultados de esta investigación con 0.7 lechones destetados menos en los periodos en brote en comparación a los periodos en control.<sup>19</sup> Neumann *et al.*, (2005) presentaron un promedio de lechones destetados por parto de las granjas que no están afectadas por el virus de PRRS de 9.13 en comparación a 7.63 lechones destetados por parto de las granjas afectadas por el virus de PRRS, entonces, durante un brote de PRRS se observó una

disminución de 1.50 lechones, el cual representa una disminución de la productividad de 16.43%, siendo cercano a los resultados de este trabajo.<sup>20</sup> Nieuwenhuis *et al.*, (2012) presentaron el total de cerdos vendidos durante el periodo de brote, el cual disminuyó en promedio un 18% con un rango en el porcentaje de cambio de cuatro hasta 38.6 %, el promedio de pérdidas durante el brote fue de 1.7 cerdos por cerda, siendo cercanos a los resultados de esta investigación.<sup>21</sup>

Los lechones destetados por cerda al año (LDHA) en esta investigación presentaron diferencia de 4.81 en los periodos libres y los periodos en brote, es importante puntualizar que, esta variable compuesta se obtiene con CHA, LNV y MPD, de manera que aquí se puede observar claramente la presencia del virus de PRRS, el efecto negativo de este virus en cada una de las variables generó un efecto mayor al calcular esta variable. El estudio realizado por Neumann *et al.*, (2005) muestra un rango de 2.30 a 11.20 lechones destetados por cerda al año (una disminución promedio de 4.72 lechones destetados por cerda al año), el cual representa una disminución de 22.44 % en la productividad, estando muy cercano con el promedio de LDHA de esta investigación.<sup>20</sup> En el estudio realizado por Schaefer *et al.*, (2007) se pudo observar que existe una correlación positiva en el número de lechones paridos por parto y el número de lechones destetados por parto, con un  $r=0.57$  y un  $p<.05$ , esto coincide con los resultados de este trabajo donde el número de LNV fue menor en los periodos en brote, teniendo un efecto en el número de lechones destetados por hembra al año.<sup>33</sup> Los parámetros productivos y reproductivos de esta investigación se encuentran dentro de los promedios por los reportados por Trujillo *et al.*, (2012)<sup>40</sup>. El estudio de realizado por Holtkamp *et al.*, (2013) permite calcular 24.95 lechones destetados por cerda al año en los periodos libres y de 20.25 lechones destetados por cerda al año en los periodos en brote, una diferencia 4.7 lechones, el cual representa una reducción de 23.20% en la productividad, encontrándose bastante cercano a los resultados de este trabajo.<sup>20</sup>

Los periodos en brote para todas las variables productivas analizadas en esta investigación excepto %MPD va desde una semana hasta un mes y medio, tomando en consideración

que 10 meses en brote de 40 granjas infectadas, tendría un promedio de una semana por granja y 58 meses en brote de las mismas granjas estaría cercano a un mes y medio por granja. La duración promedio del brote en estas variables se encuentra por debajo de lo reportado por Pejzak *et al.*, (1997)<sup>17</sup> y con Serao *et al.*, (2014).<sup>41</sup> Para el %MPD la duración promedio del brote fue de 5.3 meses por año, considerando que las 40 granjas infectadas reportaron 460 meses con la presencia del virus y de los cuales 212 fueron meses en brote, esta información sigue siendo inferior a la reportada por Pejzak *et al.*, (1997)<sup>17</sup> donde el %MPD permanece elevada después de 5 meses del inicio del brote.

### **Efecto económico<sup>A</sup>**

Reportes realizados en los años 90 que a continuación se presentan se encuentran alrededor de los resultados obtenidos en esta investigación, Hoefling *et al.*, (1990) estimaron el costo de brotes del virus de PRRS en cuatro granjas en Illinois de \$100, \$170, \$428 y \$510 dólares por hembra en los doce meses posteriores al inicio del brote (\$1 660, \$2 822, \$7 105 y \$8 466 pesos respectivamente)<sup>42</sup> mientras que Polson *et al.*, (1992) estimaron un incremento de costos por \$236 dólares por hembra al año (\$3 918 pesos)<sup>43</sup> y Dee *et al.*, (1997) encontraron que el valor alcanzaba los \$228 dólares por hembra al año (\$3,785 pesos)<sup>44</sup>. Recientemente, Herrera (2012) estimó que el costo de la enfermedad puede ir desde \$2,500 hasta \$4,500 pesos por hembra al año.<sup>26</sup>

El efecto económico de los brotes de PRRS en Holanda publicados por Nieuwenhuis *et al.*, (2012)<sup>21</sup> están principalmente causados por la disminución en el número de cerdos vendidos (ocho a diez semanas de edad). Estas pérdidas en la producción durante el periodo de brote fue calculada con el número de lechones nacidos vivos por camada, mortalidad predestete, mortalidad postdestete, número de camadas por hembra al año y número de hembras presentes. El impacto económico en todas las granjas estudiadas con un periodo de brote de 18 semanas, se encontró en un rango de 59 euros (\$1,047 pesos) y 379 euros por cerda (\$6,727 pesos), con un promedio de 126 euros (\$ 2,236 pesos). El

---

<sup>A</sup> El tipo de cambio de acuerdo al Banco de México al 19/11/15 fue de 16.60 pesos por un dólar estadounidense y de 17.75 pesos por euro.

promedio de pérdida por cerda en las granjas que eran libres fue de 183 euros ( \$3,248 pesos) y en las granjas que el virus ya estaba presente fue de 80 euros (\$1,420 pesos). Las granjas de pie de cría, tuvieron las mayores pérdidas por cerda con un promedio de 305 euros durante el brote (\$5,414 pesos). Las granjas libres tuvieron 2.31 CHA, 11.81 LNV y una MPD de 14.2 % dando como resultado 10.13 LD y 23.41 LDHA. Las granjas infectadas tuvieron 2.26 CHA, 10.86 LNV y una MPD de 19.3% entonces obtuvieron 8.76 LD y 19.81 LDHA. La diferencia en el número de LDHA entre ambos tipos de granja fue de 3.60 LDHA, asignando el mismo precio de venta que se utilizó en este trabajo (\$620 pesos) obtuvimos una disminución en el ingreso de \$2,232.31 pesos, encontrándose en los mismos rangos que los resultados de este trabajo que va desde \$1,667.48 hasta \$2983.54.

El impacto económico del virus de PRRS en el sitio uno por Neumann *et al.*, (2005)<sup>20</sup> determinando que el precio del cerdo destetado fue de US \$ 30 (\$498 pesos), mostró una reducción del ingreso de US \$45 (\$747 pesos) por la reducción en el número de lechones destetados por camada (1.5 lechones/camada). El porcentaje de parición de los periodos afectados por PRRS (68.44%) disminuyó en 10.92%, comparado con el porcentaje de parición de las granjas que no estuvieron afectadas por el virus de PRRS (79.36%). Como resultado, los costos fijos aumentaron en US \$13.75 (\$228 pesos) por camada y los costos variables aumentaron en US \$15.41 (\$256 pesos) por camada. El costo total estimado fue de \$74.16 (\$1,231 pesos) por camada. Debido a que no se tiene más información para conocer como calcularon los costos fijos y variables, se tomó el reporte que ellos realizaron para discutir la reducción de los ingresos debido a la disminución en el número de lechones destetados. Se hizo un ajuste en el precio del cerdo destetado, fue de \$620 pesos, igual al utilizado en este trabajo, de esta manera, la reducción en el ingreso únicamente por la disminución en el número de lechones destetados al año sería de \$2,926.40 pesos (4.72 lechones) por la disminución en LNV, el aumento de la MPD y un menor número de CHA. De esta manera se encuentra alrededor del resultado obtenido en esta investigación que es de \$2,983.54 pesos entre los periodos libres y periodos en brote. Una diferencia de \$57.14 pesos por cerda al año entre ambos estudios.

En el estudio de Holtkamp *et al.*,(20013)<sup>22</sup> podemos observar que existe diferencia en el número de lechones paridos vivos, porcentaje de mortalidad predestete y en el número de camadas por hembra al año, como resultado se mostró una diferencia en el número de lechones destetados por hembra al año, que finalmente mostró una diferencia de \$2914.25 pesos (4.7 lechones) de disminución en el ingreso entre los periodos libres y en brote. Estos resultados muestran una diferencia de \$ 69.29 en la reducción de los ingresos por cerda al año con los resultados de la tesis de maestría que se está presentando.

En los estudios realizados en EE.UU. por Neumann *et al.*, (2005)<sup>20</sup> y Holtkamp *et al.*, (2012)<sup>22</sup> se obtuvo una disminución en el número de LDHA de 4.72 lechones y 4.7 lechones respectivamente, encontrándose muy cercanos a los resultados de este trabajo de 4.81 LDHA. El estudio realizado en Holanda por Nieuwenhuis *et al.*, (2012)<sup>21</sup> mostró una disminución menor en el número de LDHA de 3.6 lechones encontrándose por debajo de los reportado en el continente americano, es decir, lo publicado en EE.UU. y en los resultados de este trabajo.

Ivan Sanchez B 7/12/15 17:07

**Comentario [1]:** SUGIERO PONER UN PÁRRAFO DE LAS DIFERENCIAS EN EL IMPACTO ECONÓMICO ENTRE LOS REPORTADO EN EUROPA Y EN A.U Y CANADÁ, DEBIDO A QUE LOS VIRUS SON DIFERENTES. Y LA DIFERENCIA EN EL IMPACTO CLÍNICO-ECONÓMICO ENTRE PRRSv tipo I y II, PUEDE ESTAR ASOCIADO A SU PATOGENICIDAD

## **CONCLUSIONES:**

Se observó en esta investigación que los parámetros reproductivos y productivos de la hembra y su camada se ven afectados por la presencia del virus de PRRS, disminuye la fertilidad y el número de lechones paridos vivos (LNV), aumenta el porcentaje de abortos y la mortalidad predestete (MDP), lo cual genera un aumento el uso de insumos y una disminución de 19.22% en el número de lechones destetados por hembra al año.

El efecto económico generado por la presencia del virus de PRRS es de \$3,057.12 por hembra al año, el principal efecto negativo está causado por la disminución del ingreso por hembra al año que participa con \$2,983.54, el aumento en el consumo de alimento en hembras por 13 días más del ciclo productivo es de \$358.21 y gasto en reproducción sin considerar hormonales para la sincronización o inducción del celo es de \$18.40. Se muestra un gasto menor de \$303.03 en el alimento para lechones en los meses en brote a causa de una menor cantidad de ellos por la disminución de LNV y una mayor mortalidad predestete. El gasto adicional por el uso de hormonales puede ir desde los \$10 hasta los \$159 pesos por hembra. Como resultado se observó, una disminución en el ingreso de 13.65%.

Conocer el efecto productivo y económico generado por las enfermedades a nivel de granja permite la toma de decisiones con mayor probabilidad de lograr el objetivo deseado, ya que permite hacer análisis beneficio-costos de los tratamientos, manejos o inversiones enfocados a eliminar o controlar la presencia de enfermedad.

## REFERENCIAS:

1. J. Zimmerman and Kyoung-Jin Yoon: Historical Overview. 2003 PRRS Compendium. J. Zimmerman; 2003:1-6.
2. Wensvoort G, Terpstra C, Pol JM, ter Laak EA, Bloemraad M, de Kluyver EP, Kragten C, van Buiten L, den Besten A, Wagenaar F: Mystery swine disease in The Netherlands: the isolation of Lelystad virus. *Vet Q* 1991, 13:121-130.
3. Nelsen CJ, Murtaugh MP, Faaberg KS: Porcine reproductive and respiratory syndrome virus comparison: divergent evolution on two continents. *J Virol* 1999, 73:270-280.
4. Wootton S, Yoo D, Rogan D: Full-length sequence of a Canadian porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) isolate. *Arch Virol* 2000, 145:2297-2323.
5. Dokland T: The structural biology of PRRSV. *Virus Res* 2010, 154:86-97.
6. Pagina de la taxonomía viral:  
<http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?version=2011>.
7. Hermann J, Hoff S, Muñoz-Zanzi C, Kyoung-Jin Y, Roof M, Burkhardt A and Zimmerman J. Effect of temperature and relative humidity on the stability of infectious porcine reproductive and respiratory syndrome virus in aerosols. *Vet. Res.* 38 (2007) 81–93.
8. J. Zimmerman and Kyoung-Jin Yoon: PRRS: Clinical Presentation in Mexico. 2003 PRRS Compendium. M.A. Carvajal; 2003: 257-259.
9. Correa P, Coba A, Weimersheimer J, et al. 1994. Presence of antibodies against pig abortion and respiratory syndrome (PEARS) in imported and native pigs from several areas of México. Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, 13:521.
10. Weimersheimer J, Coba A, Anaya P, et al. 1995. Avances del estudio seroepidemiológico nacional para detectar en México anticuerpos contra el síndrome digenésico y respiratorio del cerdo (PRRS). Memorias del XXXII Congreso

Nacional de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos (AMVEC), p. 61.

11. Sierra N, Ramírez R, Mota D, Avila D. 1998. The first report of porcine reproductive and respiratory síndrome (PRRS) virus isolation in Mexico. Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, 15:303.
12. Diosdado F, Socci G, Morilla A. 1997. Frecuencia de granjas infectadas con el virus del síndrome disgenésico y respiratorio del cerdo (PRRS) en México. Memorias de la XXXIII Reunión Anual de Investigación Pecuaria, México, p. 375.
13. J. Zimmerman and Kyoung-Jin Yoon: Seroepidemiology of PRRS in México. 2003 PRRS Compendium. A. Morilla, D. González-Vega, F. Diosdado and E. Estrada; 2003: 261-263.
14. Ranjni J Chand, Benjamin R Tribble and Raymond RR Rowland. Pathogenesis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Current Opinion in Virology* 2012, 2:256–263.
15. T. Opriessnig, L. G. Gimenez-Lirola, P. G. Halbur: Polymicrobial respiratory disease in pigs. *Animal Health Research Reviews* 12(2); 133–148 .
16. Cho JG, Dee SA. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Theriogenology* 66 (2006) 655–662.
17. Pejsak Z. and Markowska-Daniel. Losees due to Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome in a large swine farm. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.* 20 (1997) 345-352.
18. Pejsak Z, Stadejek T, Markowska-Daniel . Clinical signs and economic losses caused by porcine reproductive and respiratory syndrome virus in a large breeding farm. *Veterinary Microbiology* 55 (1997) 317-322.
19. Alexopoulos C., Kritas C., Kyriakis C., et al. Sow performance in an endemically porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS)-infected farm after sow vaccination with an attenuated PRRS vaccine. *Veterinary Microbiology*. 2005; 111: 151–157.

20. Neumann EJ, Kliebenstein JB, Johnson CD, Mabry JW, Bush EJ, Seitzinger AH, Green AC and Zimmerman J. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome on swine production in the United States. *JAVMA* 2005; 227:385-392.
21. Nieuwenhuis N, Duinhof TF, Van NeS A. Economic analysis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in nine sow herds. *Veterinary Record* 2012; 170:225.
22. Holtkamp DJ, Kliebenstein JB, Neumann EJ, et al. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States pork producers. *J Swine Health Prod.* 2013;21(2):72-84.
23. Herrera AM. Impacto económico de la enfermedad de PRRS en granjas porcinas. Simposio internacional de PRRS. Ciudad de México (2012).
24. Rougoor C , Dijkhuizen T, Huirne R, Marshb W. Impact of different approaches to calculate the economics of disease in pig farming. *Preventive Veterinary Medicine* 26 (1996) 315-328.
25. Zuleya GC. Análisis financiero de un brote de PRRS (síndrome respiratorio y reproductivo del cerdo) en una granja porcina de tres sitios localizada en el estado de Puebla. Tesis de maestría. 2007. México D.F.
26. Herrera AM. Impacto económico de la enfermedad de PRRS en granjas porcinas(2). Simposio internacional de PRRS. Ciudad de México (2012).
27. Pérez LA. Impacto Económico del PRRS y el Retorno a la Inversión de las Intervenciones. Simposio internacional de PRRS. Ciudad de México (2012)
28. Nguyen T. PRRS control in the region. Conf. OIE 2013.
29. <http://vdpambi.vdl.iastate.edu/padrap/default.aspx>
30. <http://www.amvec.com/blog1/wp-content/uploads/2014/10/CONTROL-PRRS-LPM-2014.pdf>
31. <http://www.amvec.com/pdfs/Jesus%20Miramontes%20Programa%20de%20Control%20del%20Virus%20de%20PRRS.pdf>
32. <http://www.amvec.com/pdfs/Joaquin.pdf>

33. Schaefer N., Morrison R. Effect on total pigs weaned of herd closure for elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *J Swine Health Prod.* 2007;15(3):152–155.
34. Nava NJ, Trueta SR, Finck VB, Barranco VB, Osorio HE y Lecumberri LJ. Impactos del nivel tecnológico en la eficiencia productiva y variables económicas, en granjas porcinas de Guanajuato, Jalisco, Sonora y Yucatán. *Tec Pecu Méx* 47 (2009) 157-172.
35. Amador CJ. Efecto económico del virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS) en granjas porcinas de ciclo completo en México. Tesis de licenciatura. 2013. México D.F.
36. Halbur G., Sorden D., Royer R., Bruna J. Investigation into the Severe Acute PRRS Outbreaks. *Animal Science Research Report.* 1998; 47.
37. Halbur G., Bush E., Update on abortion storms and sow mortality. *Swine Health and Production.* 1997; 5, (2).
38. González J, Herradora M y Martínez G. Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al nacer en las principales causas de mortalidad en lechones. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2(4):403-414.
39. Trujillo OME. Hembra gestante y parto. En: Agudelo y Martínez Editores, Mejoramiento Animal: Reproducción del Cerdo. DSUA FMVZ UNAM 2011:83-101.
40. Trujillo Ortega Maria Elena, Martinez Gamba Roberto y Herradora Lozano Marco: La piara reproductora: Evaluación de la hembra. M.E. Trujillo; 2002: 217-225.
41. N Serão, O Matika, R Kemp, J Harding, S Bishop, G Plastow and J Dekkers. Genetic analysis of reproductive traits and antibody response in a PRRS outbreak herd. *J. Anim. Sci.* (2014) 92: 2905–2921.
42. D. Hoefling . Overview and history of SIRS. Proc Ann Meet Livest Conserv Inst. (1992) 239-242.
43. D. Polson , W Marsh , Y. Ding , W. Christianson . Financial impact of porcine epidemic abortion and respiratory syndrome (PEARS). Proc IPVS. The Hague, the Netherlands. (1992)132.

44. S. Dee , H. Joo , D. Polson , W. Marsh . Evaluation of the effects of nursery depopulation on the profitability of 34 pig farms. *Vet Rec.* 1997;140: 498-500.




**Cuestionario para la estimación del efecto económico del virus de PRRS en el estado de Jalisco**

Fecha de realización de la encuesta:  
 Nombre de la granja:  
 Dirección:  
 Status sanitario:

**PRRS:**

- *Infectado*( ):
  - Con mas de 12 meses sin presencia de signos clínicos de PRRS ( )
  - Con presencia de signos clínicos en los últimos doce meses o infectados por primera vez ( ) **NOTA: para el caso de infectados por primera vez en los últimos doce meses dar el promedio de la fecha de infección hasta este momento.**
- *Libre* ( )

**Diarrea epidémica:**

- *Infectada*: ( )
  - En Brote( )
  - En Rebrote( )
  - Control( )
- *Libre*( )

Ha tenido algún problema importante ajeno a PRRS o diarrea epidémica que haya o este afectando la producción?  
 Si ( ) Que problema? \_\_\_\_\_ No ( )

**Pruebas de laboratorio:**  
 PRRS: Si ( ): Positivo ( ) Negativo ( )  
 No( ): Con signos clínicos ( ) Sin signos clínicos ( )  
 Diarrea epidémica: Si ( ): Positivo ( ) Negativo ( )  
 No( ): Con signos clínicos ( ) Sin signos clínicos ( )

**SITIO 1**

VARIABLE	Periodos:
Número de Partos por Periodo(NPP)	
Días del Ciclo Productivo(DCP)	
Número de Partos por Hembra al Año(NPHA) se saca con DCP	
Lechones nacidos vivos por hembra por parto(LNVHP)	
Peso al nacimiento por lechón(PNL)	
% de mortalidad en maternidad(%MM) saca con LNV y LD	
Lechones destetados por hembra por parto(LDHP)	
Peso al destete por lechón(PDL)	
Número de lechones destetados por periodo	



**SITIO 2**

VARIABLES	PERIODOS:
Número de lechones que entran a destete por periodo	
Conversión alimenticia en destete(CAD)	
Ganancia diaria de peso en destete(GDPD)	
Edad de entrada a destete por lechón	
Peso de entrada a destete por lechón	
Kilogramos de alimento Consumidos por Cerdo en Destete(KCCD)	
Edad de salida de destete por cerdo	
Peso de salida de destete por cerdo	
% de mortalidad en destete	
Número de Cerdos que salen de destete por periodo	
Kilogramos de Peso Logrados en Destete por Cerdo(KPLDC)	
Días de Estancia en Destete(DED)	

**SITIO 3**

VARIABLES	PERIODOS:
Número de cerdos que entran a engorda por periodo	
Conversión alimenticia en engorda(CAE)	
Ganancia diaria de peso en engorda(GDPE)	
Edad de entrada a engorda por cerdo	
Peso de entrada a engorda por cerdo	
Kilogramos de alimento consumidos por cerdo en engorda(KCCE)	
Edad de salida a rastro por cerdo	
Peso de salida a rastro por cerdo	
% de mortalidad en engorda	
Kilogramos de Peso Logrados en Engorda por Cerdo(KPLEC)	
Días de Estancia en Engorda(DEE)	
Número de cerdos a rastro por periodo	
Número de Cerdos a Rastro por Hembra al Año(NCRHA)	

**COSTOS**

Número de sementales	
Volumen de alimento consumido por los sementales	
Número de hembras en producción por periodo	
Volumen de alimento de lactancia por periodo	




Volumen de alimento de gestación por periodo	
Volumen de alimento para hembras vacías( solo en caso que den alimento específico para esa etapa)	
Número de lechones destetados por periodo	
Volumen de preiniciadores	
Número de lechones en destete (comiendo iniciador)	
Volumen de alimento consumido en destete(iniciador)	
Número de lechones en crecimiento (comiendo crecimiento)	
Volumen de alimento consumido en crecimiento	
Número de cerdos en desarrollo (comiendo desarrollo)	
Volumen de alimento consumido en desarrollo	
Número de cerdos en engorda (comiendo engorda)	
Volumen de alimento consumido en engorda	
Número de personas que trabajan en la granja de manera fija 6 días a la semana sin contar al MVZ asesor.	
Gasto por periodo en antibiótico, vitaminas, desparasitantes, desinfectantes, jeringas, agujas, suplementos, vacunas	
Gasto por periodo en vacuna o inmunoglobulinas para control de PRRS	
Gasto adicionales en el control de PRRS (pruebas de laboratorio, manejos y otros que no estén incluidos)	
Gasto en reproducción(hormonales, pipetas, insumos de laboratorio de preparación de semen, etc.)	
Número de dosis ocupadas por periodo	
<b>OTROS PARAMETROS:</b>	
% de desechos por periodo	
% de fertilidad a parto por periodo	
% de abortos por periodo	
Lechones nacidos momia por hembra por parto	
Lechones nacidos muertos por hembra por parto	
Lechones nacidos total por hembra por parto	

OTI VAVU J E GOSTO UTS Q ESTO VETÓ: T ESTE EGÓ... EGÓ: XTU TQO  
 OXTOGHTÓAX: TEs hE VÓ: XVO, hE

?

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	94	87.4048	0.8814	85.713	89.097
2	27	76.1848	1.6072	73.028	79.342
3	433	81.1431	0.4013	80.355	81.931

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

Nivel - Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior
3 2	61.341	26.38869	2.32629	0.0200*	4.0500	0.6300	7.71000
2 1	-39.857	7.65821	-5.20442	<.0001*	-10.0900	-14.1000	-6.42000
3 1	-127.231	17.32714	-7.34289	<.0001*	-6.1700	-7.6800	-4.68000

?

?

OTI VAVU J E GOSTO UTS Q ESTO UTX ESTE S Q VXTU AXE Q VAVU J E  
 TÓ: XTU TQO OXTOGHTÓAX: TEs hE VÓ: XVO, hE

?

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	48	2.41938	0.02061	2.3788	2.4600
2	44	2.23091	0.02152	2.1885	2.2733
3	167	2.27593	0.01105	2.2542	2.2977

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

Nivel - Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior
3 2	20.3161	10.34131	1.96456	0.0495*	0.050000	0.000000	0.100000
2 1	-29.3163	5.57080	-5.26249	<.0001*	-0.200000	-0.250000	-0.130000
3 1	-67.8178	10.18412	-6.65917	<.0001*	-0.150000	-0.180000	-0.110000

?

?

OTI VAVU J E GOSTO UTS Q ESTO VETÓ: T ESTE VX VO... VX VO: XTU TQO  
 OXTOGHTÓAX: TEs hE VÓ: XVO, hE

?

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	71	1.9624	0.7048	0.576	3.349
2	17	13.3335	1.4404	10.500	16.167
3	238	3.4668	0.3850	2.709	4.224

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

Nivel - Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior
3 1	32.8694	12.08158	2.72062	0.0065*	0.55000	0.15000	1.02000
2 1	28.7822	6.89792	4.16970	<.0001*	2.33000	1.28000	4.42000
3 2	-51.3971	18.51601	-2.77582	0.0055*	-1.92000	-3.59000	-0.58000

?

?

ÓTÍ VÉ - P VU J E GÓSTO UTS Q ESTO TQ V DÓ EU Ó: V X D ENGÓ R P P H Ó: XT U T Q Q  
 QXT O G h T Ó AX: T s h E V Ó: X Q, h

?

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	24	1.28500	0.01972	1.2462	1.3238
2	10	1.54300	0.03055	1.4829	1.6031
3	229	1.43943	0.00638	1.4269	1.4520

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

q*		Alpha							
1.95996		0.05							
Nivel	- Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior	
3	1	105.900	15.55491	6.80814	<.0001*	0.150000	0.120000	0.1800000	
2	1	16.079	3.73754	4.30207	<.0001*	0.250000	0.150000	0.3700000	
3	2	-51.453	22.06106	-2.33229	0.0197*	-0.100000	-0.210000	0.0000000	

?

?

ÓTÍ VÉ - P VU J E GÓSTO UTS Q ESTO U TX V S T O EN V Ó T O P X S V O G A V O R P P P H Ó: XT U  
 U T Q QXT O G h T Ó AX: T s h E V Ó: X Q, h

?

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	94	11.0356	0.09197	10.855	11.217
2	58	10.5026	0.11708	10.272	10.733
3	197	10.6503	0.06353	10.525	10.775

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

q*		Alpha							
1.95996		0.05							
Nivel	- Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior	
3	2	21.7373	11.01635	1.97318	0.0485*	0.300000	0.000000	0.570000	
2	1	-26.0396	7.34960	-3.54300	0.0004*	-0.630000	-0.950000	-0.280000	
3	1	-33.5425	10.54801	-3.17998	0.0015*	-0.370000	-0.580000	-0.140000	

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

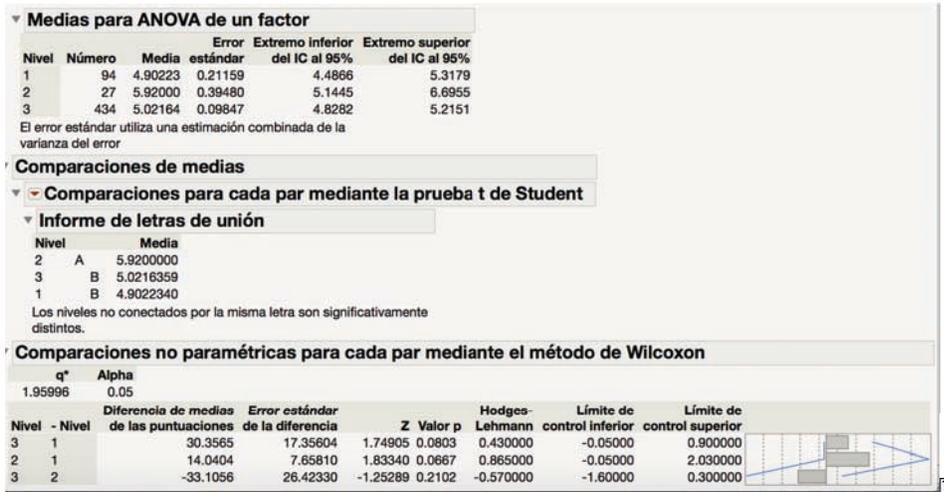
?

?

?

?

OTÍ VÍ 1-VU J X E GÓSTO U TS Q ESTO VETÓ: P TSTU ENVOTO P X SVU - TX VO... P P P H  
 TÓ: XTU TQ QXTO GHP ÓAX: T S H EVÓ: XG, h



?

?

OTÍ VÍ 1-VU J X E GÓSTO U TS Q ESTO VETÓ: P TSTU VU Q E... VHTÓ: XTU TQ QXTO GHP ÓAX: T S H EVÓ: XG, h

?



?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

OTÍ V56-#VUJ J GÓSTO EU TSQ ESTO VETÓ: E T3U VX:0SS XTSTQT:TE... 2 2 2 2  
 TÓ:XTU TQOAXTO#hT ÓAW: T3 h1 EVÓ: X0, h2

2

**Medias para ANOVA de un factor**

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
1	94	6.2554	0.23909	5.786	6.725
2	212	13.6887	0.15921	13.376	14.001
3	248	8.0304	0.14720	7.741	8.320

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

**Comparaciones no paramétricas para cada par mediante el método de Wilcoxon**

Nivel	- Nivel	Diferencia de medias de las puntuaciones	Error estándar de la diferencia	Z	Valor p	Hodges-Lehmann	Límite de control inferior	Límite de control superior
2	1	150.228	10.96379	13.7022	<.0001*	7.03000	6.57000	7.54000
3	1	92.307	11.97510	7.7083	<.0001*	2.17000	1.70000	2.62000
3	2	-229.996	12.43418	-18.4970	<.0001*	-5.15000	-5.60000	-4.70000



2

2

2

2