



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EFFECTO ECONÓMICO DEL VIRUS DEL SÍNDROME RESPIRATORIO Y  
REPRODUCTIVO PORCINO (PRRS) EN GRANJAS PORCINAS DE CICLO  
COMPLETO EN MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

**JOVANI AMADOR CRUZ**

Asesores:

M. en C. Juan Nava Navarrete

MVZ Juvencio García Sánchez

México D.F. 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 sueño.

## Agradecimientos:

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

Al Dr. Juvencio García Sánchez, gracias por su constante intereses en mi formación y tomarse el tiempo para corregir mi camino. Gracias también, por el apoyo en la obtención de la información para este trabajo y sus conocimientos.

Al Dr. José Iván Sánchez Betancourt, gracias por haberme brindado siempre el tiempo para solucionar problemas relacionados con el trabajo y por sus buenos consejos.

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 Alicia Sotomayor González y su familia, por apoyarme en la realización de este trabajo con su tiempo, cariño y dedicación.

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.

CONTENIDO:

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIÓN.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	22
ANEXOS.....	26

## Resumen

**Amador Cruz, Jovani. Efecto económico del virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS) en granjas porcinas de ciclo completo en México.**

(Bajo la Asesoría de MVZ MC Juan Nava Navarrete y MVZ Juvencio García ).

El presente trabajo, mide el impacto económico de la seroconversión al virus de PRRS en hembras de pie de cría y cerdos para abasto en granjas de ciclo completo en el centro del país. Se evaluaron parámetros reproductivos, productivos y económicos en hembras seropositivas, hembras seronegativas y hembras libres (referencia).

Se encontró diferencia estadística en el porcentaje de fertilidad con 73.21% para el grupo de hembras seropositivas y 83.58% para grupo seronegativo, la mortalidad predestete promedio de 3.18% para el grupo de referencia y 9.72% para el grupo de hembras seropositivas. La ganancia diaria con 712 gramos para el grupo seronegativo y con 571 gramos para el grupo seropositivo. La conversión alimenticia con un promedio de 4.81 para el grupo de cerdos seropositivos y con 3.77 para animales seronegativos. Finalmente en las variables económicas, el costo por kilogramo de cerdo de \$16.35 pesos para el grupo referencia en 2010 y \$22.23 pesos para el grupo de animales seropositivos ( $p=0.08$ ). Así como en el costo por cerda por año se presentó diferencia estadística ( $p=0.05$ ), \$2,220 pesos para el grupo referencia del 2010 y \$2,934 pesos para grupo seropositivo.

## **Abstract**

### **Economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRS) in full cycle pig farms in Mexico.**

This paper measures the economic impact of PRRS virus in female seroconverted breeding stock and pigs for slaughter in full cycle farms in the center of the country. Reproductive, productive and economic parameters were evaluated in females seropositive and seronegative female females free (reference).

Statistical difference was found in the percentage of fertility with 73.21% for the group of positive females and 83.58% for the negative group, the pre-weaning average mortality of 3.18% for the control group and 9.72% for the positive females group. The daily gain of 712 grams for the seronegative group and 571 grams for the seropositive group. Feed conversion with an average of 4.81 for the seropositive group of pigs and 3.77 for seronegative animals. Finally in economic variables, the cost per kilogram of pig \$16.35 pesos to the reference group in 2010 and \$ 22.23 pesos for the group of seropositive animals ( $p = .08$ ). Just as in cost per sow per year is statistically different ( $p = 0.05$ ), \$ 2.220 pesos for the reference group of 2010 and \$ 2.934 pesos for the seropositive group.

## **INTRODUCCIÓN**

El síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS por sus siglas en ingles: Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome) actualmente es la enfermedad más importante económicamente en la producción de cerdo a nivel mundial y se caracteriza principalmente por falla reproductiva en el último tercio de gestación y enfermedad respiratoria en cerdos de todas las edades.

Los primeros brotes con signos clínicos del virus de PRRS fueron reportados en U.S. al final de los años ochenta, pero la etiología de la enfermedad aun era desconocida, para entonces la enfermedad tuvo diferentes nombres, los mas usuales fueron enfermedad de la oreja azul y enfermedad misteriosa del cerdo(MSD).<sup>1,2</sup> Brotes similares fueron reportados en Alemania en 1990 y se dispersaron a todo Europa.. El agente etiológico del virus de PRRS fue identificado en Europa en 1991 y se denominó virus Lelystad, posteriormente se aisló en los E.U.A. y se le asignó el nombre de VR-2332.<sup>3,4</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. 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 Ingles: Indirect Fluorescent Antibody) encontrando 8.3% sueros positivos. En 1994, en muestras colectadas en rastro de cerdos para abasto de estimo una seroprevalencia de 4.4% (Correa et al.,1995). Un estudio hecho en 1995 en cerdas, encontró el 39.1% de muestras seropositivas pero sin signos clínicos de la enfermedad

(Weimersheimer et al., 1995). Sin embargo, un estudio realizado entre 1995 y 1996 reportan signos clínicos, sueros positivos y aislamiento del virus en cinco estados en México (Ramírez et al., 1997). En 1997, se muestrearon 40 granjas, la seroprevalencia de la enfermedad fue de 78% usando los resultados de la prueba de ELISA (Morilla et al., 1997). En este mismo año, otros investigadores corroboraron la evidencia clínica del virus de PRRS en México (Carvajal, 1997) y otros reportes de evidencia clínica y serológica se presentaron después de esto( Carvajal et al., 1999; González y Quintero, 1997). 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 (Lager and Mengeling, 2000).<sup>5</sup> En la actualidad, el virus de PRRS es endémico en la población porcina mundial, sin embargo, varios países, entre ellos Suecia, Suiza, Nueva Zelanda y Australia dicen ser libres de la enfermedad.<sup>6</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 producir signos clínicos similares, los dos grupos solo comparten cerca del 70% de similitud en sus nucleótidos.<sup>7-9</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 nucleocapside 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 ingles: Open Reading Frame).<sup>10</sup> Es del orden de los Nidovirales, de la Familia Arteriviridae, del genero Arterivirus.<sup>11,2</sup> Los arterivirus como el virus del

PRRS, Virus de la deshidrogenasa láctica del ratón(LDV),virus de la fiebre hemorrágica del simio(SHFV) y el virus de la enteritis equina(EAV) poseen novedosas y graves propiedades relacionadas con la patogénesis viral, incluyendo replicación citopática en lo macrófagos, la capacidad para generar una infección persistente, así como generar una grave enfermedad. La base mecánica de persistencia depende de una combinación de factores que incluyen: (1) un virión con estructura compleja que posee una superficie fuertemente glicosilada, (2) re-dirección de la respuesta humoral hacia proteínas no superficiales, (3) la deriva antigénica y genética, y (4) subversión de la inducción de genes de interferón.<sup>12</sup> Las propiedades de los arterivirus son la habilidad para producir viremia prolongada, infecciones persistentes y replicarse en los macrofagos.<sup>13</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>14</sup>

Entre los signos clínicos después de la infección se incluyen las fallas reproductivas, y el incremento en la mortalidad de cerdos jóvenes como resultado de una enfermedad respiratoria severa manifestada principalmente en neumonía posdestete y un retraso en el crecimiento.<sup>12,15</sup> Sin embargo, dentro de un sistema de producción, 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),<sup>12</sup> 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>16</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, fallas reproductivas como retrasos en el estro, repeticiones, partos prematuros, abortos en el último tercio de la gestación, fetos deshidratados, mortinatos, camadas de lechones débiles al nacimiento; por lo que se incrementa la mortalidad perinatal.<sup>17</sup> El virus de PRRS ocasiona alta mortalidad predestete, en lechones que se infectaron en útero provocando inmunosupresión y en consecuencia aumento en la susceptibilidad a otras enfermedades principalmente respiratorias en cerdos destetados. La enfermedad clínica causada por el virus de PRRS es altamente variable entre granjas, sugiriendo que el virus no se comporta de manera estable.<sup>2, 18</sup> En una granja 1,117 hembras en producción con signos clínicos típicos del virus de PRRS, 216 hembras abortaron (19.33%) y hubo una mortalidad predestete de hasta 75.56%.<sup>19</sup>

El impacto económico anual en los Estados Unidos (EE. UU.) reportado por Neumann y colaboradores (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 de cerdo.<sup>20</sup> Un estudio publicado en 2011, en el International PRRS Symposium por Holtkamp y colaboradores, indica que el costo anual para la industria porcina de EE. UU. es 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>21</sup> Otro estudio realizado en Holanda, por Nieuwenhuis y colaboradores (2012), evaluó el efecto económico en nueve granjas de pie de cría infectadas por el virus de PRRS, 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, en un periodo de 18 semanas que duro el brote, por la reducción del número de cerdos vendidos por hembra de 1.7 en promedio, 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>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.<sup>23</sup> En el Simposio Internacional del “Virus de PRRS: ayer, hoy y mañana” C.U, México 2012, Herrera estima 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>24</sup> En otro estudio realizado por Herrera en 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, estima por vientre \$2,768, el costo extra que se tuvo por cerdo para abasto fue de \$147 pesos. La granja 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>25</sup> El estudio

presentado por Pérez, en este foro, estima 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>26</sup>

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México informó que el Producto Interno Bruto Nominal (PIBN) a precios de mercado se ubicó en 14.5 billones de pesos durante el tercer trimestre de 2011. Las actividades primarias (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) generaron 3.8% del PIB Nominal a precios básicos, lo que equivale a \$535,397 millones de pesos, donde la ganadería generó 152,345 millones de pesos representando el 1.05% respecto del PIB Nominal y el 28.45% respecto al sector primario.<sup>27</sup> La producción de carne de cerdo aportó el 20.40% del volumen y el 21.45% del valor de la carne en México en 2011 con 1, 201, 998 toneladas de carne en canal (15, 927,148 cabezas sacrificadas) generando \$37, 738, 565 miles de pesos ocupando así el 14.28% del total de la producción pecuaria del país. Se tenían 15, 547,260 cabezas de cerdos en México (preliminares) en 2011, de las cuales se estima que 1, 500,000 son cerdas en producción.<sup>28</sup> El inventario de cerdos de EE.UU. al primero de Diciembre del 2012 fue de 66.3 millones de animales, 5.82 millones son de pie de cría y 60.5 millones para abasto.<sup>29</sup> El sector porcino de Estados Unidos generó en el año 2011, ingresos por \$21,000,730,060 dólares. El inventario de cerdos en México es una cuarta parte del inventario de EE.UU. aproximadamente y el impacto económico causado por el virus de PRRS en ambos países de acuerdo al tamaño de su ganado porcino son coincidentes.<sup>30</sup>

Nieuwenhuis y colaboradores (2012) analizaron los parámetros productivos durante el brote y los compararon con los parámetros antes del brote y muestran una disminución de 8 % en LNV, del 2% en el índice de partos y de 18% en cerdos vendidos por hembra, un aumento en la mortalidad predestete de 36% y de 167% en mortalidad

postdestete.<sup>22</sup> En el trabajo realizado por Holtkamp y colaboradores (2011), en el área de maternidad, se calculó una pérdida de \$74.16 dólares por camada, \$45 dólares 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 pérdidas de \$6.01 dólares por cabeza, \$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 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 por la ganancia diaria de peso por \$1.44 dólares.<sup>21</sup>

## **HIPÓTESIS**

La seropositividad al virus de PRRS en hembras afecta negativamente los parámetros reproductivos y productivos generando una disminución del diez por ciento en los parámetros económicos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Medir el efecto de la seroconversión en los parámetros productivos, reproductivos y económicos en granjas de ciclo completo.

### **Específicos**

- Evaluar parámetros reproductivos y productivos en hembras con y sin presencia del virus de PRRS.
- Comparar los costos y beneficios entre grupos, utilidades y rentabilidad por kilogramo producido y por hembra al año.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### Obtención de datos

Se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal, comparativo y observacional, basado en la recopilación de información de 570 hembras en producción. Pertenecen a dos granjas localizadas en el estado de Hidalgo, cuentan con un sistema de producción de ciclo completo, con planta de alimentos en la granja, el mismo sistema de alimentación, mismos proveedores, mismo manejo, misma genética y mismo asesor porcino.

La información se obtuvo a partir de los registros productivos, de las áreas de maternidad, gestación, servicios, destete y engorda. Adicionalmente se analizaron los registros económicos de ambas granjas para los periodos 2009 y 2010. La mayor parte de los datos se almacenaron en el programa PigChamp ®1985 del cual fueron descargados para ser evaluados mensualmente.

### Organización de los datos

Para la comparación de parámetros reproductivos y productivos del pie de cría se organizaron tres tratamientos:

- Grupo 1: Animales seropositivos al virus de PRRS en el 2010.
- Grupo 2: Referencia, animales libres del virus de PRRS durante 2009 y 2010.
- Grupo 3: Animales sin infección del virus de PRRS en el 2009 con posterior seroconversión en 2010.

Los parámetros productivos de la línea de producción y económicos se analizaron a partir de cuatro tratamientos:

- Grupo I: Animales libres del virus de PRRS en 2009 con posterior infección.
- Grupo II: Referencia en 2009, animales libres del virus de PRRS en 2009.
- Grupo III: Referencia en 2010, animales libres del virus de PRRS en 2010.
- Grupo IV: Animales con seroconversión al virus de PRRS en 2010.

Se incluyeron grupos de referencia, ya que para el análisis es indispensable contar con un grupo que comparta no solo características intrínsecas de la granja sino comparta además aquellas relacionadas con los mercados de insumos y productos en los que se desempeñan.

Se cuenta con resultados serológicos de la prueba de ELISA que confirman la presencia de anticuerpos contra el virus de PRRS en los animales infectados, en los animales libres, estudios de laboratorio donde se solicitó la prueba de RT-PCR confirman la ausencia del antígeno.

## Parámetros evaluados

En el Cuadro 1. Se presentan los parámetros reproductivos, productivos y económicos evaluados, mismos que la literatura menciona que pueden verse afectados por la seroconversión al virus de PRRS.

Cuadro 1. Parámetros evaluados por áreas y económicos.	
Área	Parámetros afectados
<b>Pie de cría</b>	
Reducción de no. partos	% de fertilidad(% de fert.)
	Intervalo entre partos (Iptos)
Numero de lechones	Lechones nacidos total (LNT)
	Lechones nacidos vivos (LNV)
Mortinatos	Lechones nacidos muertos (LNM)
	% de LNM
Aumento de momias	Lechones nacidos momia (LNMo)
	% de LNMo
Retraso en el crecimiento	Peso al nacimiento (PN)
Mortalidad en maternidad	Lechones destetados (LD)
	% de mortalidad en maternidad (% M. en Mat.)
<b>Línea de producción</b>	
Mortalidad en cerdos	% de Mortalidad en destete (% de M. en D.)
Retraso en el crecimiento	Conversión alimenticia(CA)
	Ganancia diaria de peso en destete(GDP)
	Kilogramos producidos por hembra al Año (Kg/h/a)
	Cerdos vendidos por hembra al año( Cer/h/a)
<b>Económicos</b>	<b>Definición:</b>
Costo por kilogramo	Resulta de la sumatoria de los costos fijos y variables*/ el numero de kilogramos producidos
Costo por hembra al año	Resulta de la sumatoria de los costos fijos y variables*/ el numero de hembras
Ingreso por hembra al año	Resulta de los kilogramos de cerdo vendido en pie y los desechos por el precio de venta**
Utilidad por hembra al año	Es la diferencia que existe entre los costos y los ingresos por cerda al año
Rentabilidad por hembra al año	Es el resultado de la división de la utilidad entre los costos por cerda al año

\* El precio del alimento se fijó para evitar posibles fluctuaciones en ambos periodos.

\*\*El precio de venta se fijó para evitar posibles fluctuaciones en ambos periodos.

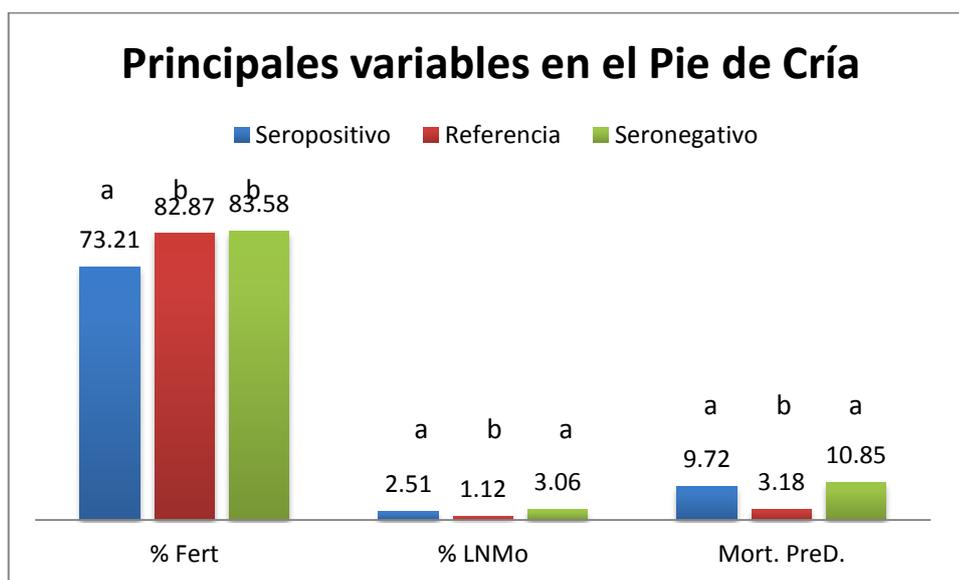
### Análisis estadístico

Los parámetros reproductivos, productivos y económicos se compararon con el análisis de varianza para identificar las diferencias entre las medias. Se realizó la prueba complementaria tukey utilizando el programa PASW STATISTICS 18, para conocer las diferencias de medias entre grupos.

## Resultados

### Evaluación del Pie de Cría

En la Gráfica 1. se observan, los principales resultados encontrados, en las variables medidas en el pie de cría. El resto de las variables evaluadas se pueden observar en los Anexo 1-12.



Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.  
Gráfica 1. Variables en el Pie de Cría.

La variable fertilidad presentó una disminución en las hembras seropositivas, en comparación con las hembras seronegativas de 10.37 puntos porcentuales. Asimismo se observó un incremento en el porcentaje de lechones nacidos momias de 1.39 puntos en el grupo de hembras seropositivas en comparación con las hembras referencia. Finalmente el porcentaje de mortalidad predestete fue mayor en el grupo de hembras seropositivas en 6.54 puntos porcentuales en comparación a las hembras de referencia.

No se encontró evidencia estadística en el resto de las variables evaluadas.

## Evaluación de la línea producción

En el Cuadro 2. se observan los principales resultados encontrados en los parámetros evaluados de la línea de producción. En los Anexos 13-17 se muestran el resto de las variables evaluadas.

Cuadro 2. Variables evaluadas en la línea de producción.				
Variable	Grupo seronegativo en 2009	Grupo referencia en 2009	Grupo referencia en 2010	Grupo seropositivo en 2010
GDP Eng	0.712 a	0.563 b	0.51 b	0.571 b
CA Eng	3.77 a	3.37 a	4.04 ab	4.81 b

Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.

La prueba estadística ANOVA mostró diferencia en las variables ganancia diaria de peso en engorda (GDP Eng) con 141 gramos promedio menos para el grupo de hembras seropositivas respecto al grupo de hembras seronegativas. El resultado más destacado en esta sección lo presentó la variable conversión alimenticia en engorda (CA Eng) que mostró un incremento de 1.04 kilogramos de alimento consumido por cada kilogramo de carne producida en los animales del grupo seropositivo con respecto del tratamiento seronegativo. Cabe mencionar que también se encontró diferencia con el grupo referencia en 2009.

## Evaluación económica

Los resultados de los parámetros económicos que se evaluaron se muestran en el

Cuadro 3 y Gráfica 2:

<b>Cuadro 3. Valores del costo por kilogramo, costo por hembra e ingreso por hembra</b>				
<b>Variable</b>	<b>Grupo seronegativo en 2009</b>	<b>Grupo referencia en 2009</b>	<b>Grupo referencia en 2010</b>	<b>Grupo seropositivo en 2010</b>
Costo/kilogramo	19.5 ab	18.62 ab	16.35 a	22.23 b
Costo/Hembra/año	2995.41 a	2149.4 b	2220.53 b	2934.51 a
Ingreso/cerda/año *	3711.26 a	3808.16 a	4229.3 a	3475.84 a

Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.

\*El precio de venta del kilogramo de cerdo en pie fue igual en toda la evaluación para evitar posibles variaciones por período.

Se presentó un aumento en el costo de producción por kilogramo de cerdo producido y vendido (CostKg) de \$5.88 pesos (35.96 %) para el grupo seropositivo en comparación al grupo referencia en 2010 ( $p=0.08$ ). El costo por cerda al año (C/cer) presentó un aumento de \$713.98 pesos (32.15 %) en el grupo de hembras seropositivas en comparación al grupo referencia en 2010. El ingreso por cerda al año presentó una disminución de \$754 pesos en el grupo seropositivo respecto al grupo referencia en 2010 y de \$236 pesos respecto al grupo seronegativo, sin encontrar diferencia estadística entre los grupos.

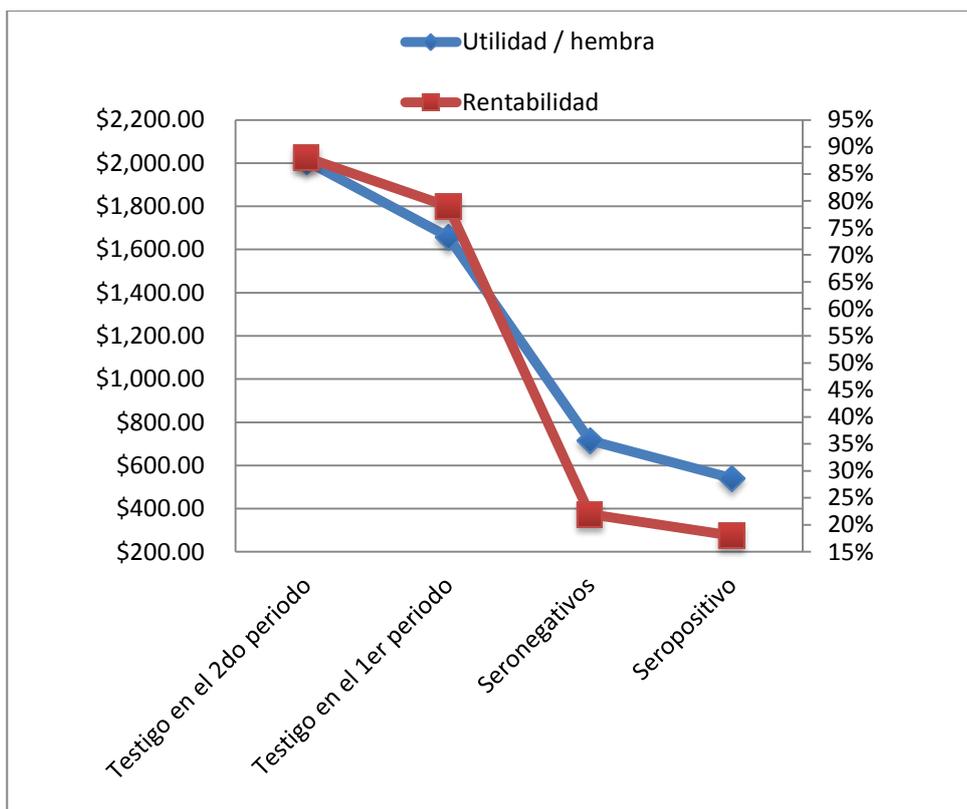


Figura 2. Valores de variables utilidad por hembra al año y rentabilidad por hembra al año .

El grupo de hembras seropositivas mostró una reducción en la utilidad de 73.05% en comparación a las hembras referencia en 2010, es decir \$1,467.45 pesos menos por hembra al año. La rentabilidad por hembra al año (R/cer) para el grupo de hembras seropositivas fue 79.54% menor que el grupo de hembras referencia en 2010 y pasó de 88 a 18 puntos porcentuales por hembra al año.

En los Anexos 18-23 se puede observar las variables económicas evaluadas de manera detalla.

## DISCUSIÓN

La importancia económica de la presencia del virus de PRRS en las explotaciones porcinas de México, muestra indicios similares a los reportados por diferentes autores en diferentes países, es así que en el presente trabajo se encontró una reducción en las utilidades obtenidas en el grupo de hembras seropositivas de entre \$174.53 y \$1,467.45 pesos por hembra al año, respecto a los tratamientos de hembras negativas, coincidente con los resultados del estudio publicado por Derald Holtkamp *et al.* (2012), sobre el impacto económico causado por el virus de PRRS en EE.UU. que reportan pérdidas promedio por \$114.71 dólares por hembra al año.<sup>21</sup>

El presente estudio demuestra que existe un aumento en el costo de producción por kilogramo de cerdo producido y vendido (CostKg) en el grupo seropositivo de \$2.73 pesos en comparación al grupo seronegativo y de \$5.88 pesos con el grupo referencia en 2010. El promedio de peso a la venta de los animales para abasto es de 89 Kg, por lo tanto, por cada cerdo vendido se tiene un aumento promedio en el costo de producción de \$242.97 pesos y \$523.32 pesos, respectivamente, por la reducción en la fertilidad y aumento en la mortalidad predestete. El estudio realizado por Neumann *et. al* (2005) sobre el impacto económico del virus de PRRS en EE.UU. reporta un aumento en el costo de producción por cerdo para abasto de \$3.28 hasta \$28.30 dólares y un costo por hembra al año va desde \$27.61 dólares hasta \$156.60 dólares.<sup>20</sup>

Los resultados del costo de producción presentados en este estudio, coinciden únicamente con el rango superior reportado por Neumann, ya que en el análisis de este indicador se encontró un incremento de entre \$242.97 y \$523.32 pesos por cerdo de 89 kilogramos producido. El costo por cerda en el grupo de hembras seropositivas mostró un incremento de \$713.98 pesos en comparación al grupo de hembras referencia en

2010, esto nos indica que en una granja de mil hembras reproductoras el costo anual por la presencia del virus de PRRS es de \$713,980 pesos que se encuentra en el mismo rango reportado por Neumann *et al* (2005), sin embargo es inferior al resto de los reportes realizados en los años noventas por diversos autores y Herrera y Pérez en el 2012<sup>25, 26</sup>, que mencionan un efecto en el costo de producción por hembra al año que va desde el incremento de \$100 dólares hasta \$510 dólares. Hoefling (1990) estimó el costo de un brote 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.<sup>31</sup> Polson *et al.* (1992) estimaron \$236 dólares por hembra al año y Dee *et al.* (1997) estimaron \$228 dólares por hembra al año.<sup>32, 33.</sup>

Los parámetros reproductivos muestran que la fertilidad disminuyó en 10.37% en las hembras seropositivas en comparación con las hembras seronegativas. Esto coincide con la disminución en la fertilidad reportada después de un brote de PRRS en una granja de ciclo completo de 35.8% por Z. Pejsak *et al.* (1997) y con Neumann *et al.* (2005) que mencionan una disminución en la fertilidad del 10.92 % en granjas de EE.UU.<sup>20, 34</sup>

La evaluación del porcentaje de lechones nacidos momias fue 1.39 puntos porcentuales mayor en el grupo de hembras seropositivas en comparación con las hembras referencia, cabe destacar que el análisis de este parámetro según lo presentado en el estudio realizado en granjas de ciclo completo, el porcentaje varía con respecto al tiempo, posterior al brote en granja con un rango de 2.54 % a 21.8 % en los primeros dos meses y estabilizándose entre 6.6 % a 3.2 % en los meses posteriores.<sup>34</sup>

El porcentaje de mortalidad predestete es mayor en el grupo de hembras seropositivas en comparación a las hembras referencia con 6.54 %. Indicando que la infección con el

virus de PRRS ocasiona un incremento en la mortalidad predestete coincidiendo con Z. Pejsak *et al.* (1997).<sup>19</sup> Los parámetros productivos y reproductivos del grupo testigo coinciden por los reportados por Trujillo *et al.* (2002).<sup>35</sup> La fertilidad que obtuvo Nava *et al.* (2009) de granjas semitecnificadas en las regiones más representativas de la producción de cerdo de México fue de 80 % a 85 % coincidiendo con la obtenida en nuestro estudio.<sup>36</sup>

Referente a los parámetros productivos en la línea de producción, la ganancia diaria de peso en engorda (GDP Eng) encontrada es menor en el grupo de hembras seropositivas que el grupo de hembras seronegativas en 141 gramos. La conversión alimenticia en engorda (CA Eng) es mayor en el grupo de hembras seropositivas en comparación al grupo de hembras seronegativas y el grupo de hembras referencia, con 1.04 kilogramos y 1.45 kilogramos respectivamente. Los resultados presentados por Derald Holtkamp *et al.* (2012) coinciden con los encontrados en este estudio, en donde la ganancia diaria de peso se ve disminuida en las granjas infectadas y la conversión alimenticia incrementa en animales enfermos debido a la presencia del virus de PRRS en granja.<sup>21</sup>

## **CONCLUSIÓN**

Este estudio demuestra que los parámetros reproductivos y productivos de una granja se ven afectados por la presencia del virus de PRRS, lo cual de manera directa genera una repercusión económica aumentando el costo de producción por cerdo para abasto y el costo por cerda al año. Indirectamente se presenta decremento en los ingresos de las empresas porcinas afectadas con el virus de PRRS generando un efecto negativo en la utilidad y rentabilidad de las granjas.

La disminución de \$586.40 pesos promedio por cerda al año en la utilidad de granjas infectadas se encuentra principalmente por el efecto negativo en la conversión alimenticia de la engorda, que requieren 1.04 kilogramos de alimento extra para producir los mismos kilogramos de carne que una granja negativa al virus y adicionalmente, la afección en el pie de cría por la disminución de la fertilidad y sus consecuencias finales de un envío menor de animales y kilogramos al año, el aumento en el gasto de insumos para reproducción y el incremento de días abiertos en granja.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. J. Zimmerman and Kyoung-Jin Yoon: Historical Overview.2003 PRRS Compendium. J. Zimmerman; 2003:1-6.
2. W.L. Mengerin, K.M.Lager, A.C. Vorwald. The effect of porcine parvovirus and porcine respiratory and reproductive syndrome virus on porcine reproductive performance.*Animal reproduction science*(60-61): 2000: 199-2110.
3. 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.
4. Benfield DA, Nelson E, Collins JE, Harris L, Goyal SM, Robison D,Christianson WT, Morrison RB, Gorcyca D, Chladek D:Characterization of swine infertility and respiratory syndrome(SIRS) virus (isolate ATCC VR-2332). *J Vet Diagn Invest* 1992, 4:127-133.
5. J. Zimmerman and Kyoung-Jin Yoon: PRRS: Clinical Presentation in Mexico.2003 PRRS Compendium. M.A. Carvajal; 2003: 57-259.
6. J.G. Cho, S.A. Dee . Porcine reproductive and respiratory syndrome virus / *Theriogenology* 66 (2006) 655–662.
7. Allende R, Kutish GF, Laegreid W, Lu Z, Lewis TL, Rock DL,Friesen J, Galeota JA, Doster AR, Osorio FA: Mutations in the genome of porcine reproductive and respiratory syndrome virus responsible for the attenuation phenotype. *Arch Virol* 2000, 145:1149-1161.
8. Nelsen CJ, Murtaugh MP, Faaberg KS: Porcine reproductive and respiratory syndrome virus comparison: divergent evolution on two continents. *J Virol* 1999, 73:270-280.

9. 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.
10. Dokland T: The structural biology of PRRSV. *Virus Res* 2010, 154:86-97.
11. Pagina de la taxonomia viral:<http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?version=2011>
12. 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
13. P.G.W Plagemann, V. Moennig. Lactate dehydrogenase-elevating virus, equine arteritis virus, and simian hemorrhagic fever virus: A new group of positive stranded RNA viruses. *Adv Virus Res* **41** (1992), pp.99-192.
14. Cho JG, Dee SA. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus. Swine Disease Eradication Center. University of Minnesota College of Veterinary Medicine.
15. Snijder EJ, Spaan WJM: Arteriviruses. *Fields Virology*. Lippincott Williams and Wilkins; 2007: 1337 – 1355.
16. T. Opriessnig, L. G. Gimenez-Lirola, P. G. Halbur: Polymicrobial respiratory disease in pigs. *Animal Health Research Reviews* 12(2); 133–148
17. J. Shin, J. Torrison, C. Choi, S. Gonzalez, B. Crabo, T. Molitor: Monitoring of porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in boars. *Veterinary Microbiology* 55(1997) 337-346.
18. C. M. Evans, G.F. Metdley, E.L. Green: Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSv) in GB pig herds: farm characteristic associated with heterogeneity in seroprevalence. *BMC Vet Res*. 2008;4:48

19. Zygmunt Pejsak, Tomasz Stadejek, Iwona 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.
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. Holtkamp D, Kliebenstein J, Johnson C, Mabry J, Neumann E, Bush E, Seitzinger A and Green A Impact of PRRS on the Cost of US Pig Production. 2012.
22. 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.
23. Zuleyka 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.
24. Herrera AM. Impacto económico de la enfermedad de PRRS en granjas porcinas. *Simposio internacional de PRRS*. Ciudad de México (2012).
25. Herrera AM. Impacto económico de la enfermedad de PRRS en granjas porcinas (2). *Simposio internacional de PRRS*. Ciudad de México (2012).
26. Pérez LA. Impacto Económico del PRRS y el Retorno a la Inversión de las Intervenciones. *Simposio internacional de PRRS*. Ciudad de México (2012)
27. <http://www.inegi.org.mx>
28. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

29. Quarterly Hogs and Pigs (December 2012). USDA, National Agricultural Statistics Service.
- Liga: <http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/HogsPigs/HogsPigs-12-28-2012.pdf>
30. Meat Animals Production, Disposition, and Income 2011 Summary (April 2012). USDA, National Agricultural Statistics Service.
31. D. Hoefling . Overview and history of SIRS. *Proc Ann Meet Livest Conserv Inst.* (1992) 239-242.
32. 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.
33. 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
34. Zygmunt Pejsak and Iwona Markowska-Daniel. Losees due to Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome in a large swine farm. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.* 20 (1997) 345-352.
35. Trujillo Ortega Maria Elena, Martinez Gamba Roberto y Herradora Lozano Marco: La piara reproductora: Evaluación de la hembra. M.E. Trujiilo; 2002: 217-225.
36. 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.

## ANEXOS:

<b>Anexo 1. Variables evaluadas en el Pie de Cría.</b>			
<b>Variable</b>	<b>Grupo seropositivo</b>	<b>Grupo referencia</b>	<b>Grupo seronegativo</b>
% Fert	73.21 a	82.87 b	83.58 b
Int. / partos	149.26 a	145.83 a	148.22 a
LNT	10.27 a	10.16 a	10.41 a
LNV	9.54 a	9.50 a	9.28 a
LNM	0.1 a	0.04 a	0.3 b
% LNM	4.12 a	4.91 a	6.01 b
LNM <sub>o</sub>	.07 a	1.5 b	.08 a
% LNM <sub>o</sub>	2.51 a	1.12 b	3.06 a
PNC	13.5 a	13.75 a	14.15 a
LD	8.58 a	8.54 a	8.13 b
Mort. PreD.	9.72 a	3.18 b	10.85 a

Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.

<b>Anexo 2. Porcentaje de fertilidad</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
1	112	73,214286	
2	24		82,875000
3	80		83,587500

<b>Anexo 3. Intervalo entre partos</b>		
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
2	24	145,833333
3	70	148,228571
1	98	149,265306

<b>Anexo 4. LNT</b>		
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
2	24	10,166667
1	112	10,276786
3	80	10,412500

<b>Anexo 5. LNV</b>		
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
3	80	9,287500
2	24	9,500000
1	112	9,544643

<b>Anexo 6. LNM</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
2	24	,041667	
1	112	,107143	
3	80		,300000

<b>Anexo 7. Porcentaje de LNM</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
1	112	4,125000	
2	24	4,916667	4,916667
3	80		6,012500

<b>Anexo 8. LNMo</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
1	112	,071429	
3	80	,087500	
2	24		1,500000

<b>Anexo 9. Porcentaje de LNMo</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
2	24	1,125000	
1	112		2,508929
3	80		3,062500

<b>Anexo 10. Peso al Nacimiento</b>		
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05
		1
1	112	13,500000
2	24	13,750000
3	80	14,150000

<b>Anexo 11. Lechones Destetados</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
3	80	8,137500	
2	24		8,541667
1	112		8,580357

<b>Anexo 12. Mortalidad predestete</b>			
PRRS	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
2	22	3,181818	
1	106		9,726415
3	80		10,850000

<b>Anexo 13. Variables evaluadas en la línea de producción</b>				
Variable	Grupo seronegativo en 2009	Grupo referencia en 2009	Grupo referencia en 2010	Grupo seropositivo en 2010
GDP Dest	0.454 a	0.519 b	0.543 b	0.46 a
CA Dest	1.808 a	1.491 b	1.683 ac	1.651 c
GDP Eng	0.712 a	0.563 b	0.51 b	0.571 b
CA Eng	3.77 a	3.37 a	4.04 ab	4.81 b

Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.

<b>Anexo 14. GDP en destete</b>			
Grupo	N	Subconjunto de alfa = 0.05	
		1	2
I	12	.4545578100	
IV	12	.4600496883	
II	12		.5191529192
III	12		.5435905000
Sig.		.984	.396

<b>Anexo 15. CA en destete</b>				
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
II	12	1.491571358		
IV	12		1.651798792	
III	12		1.683104942	1.683104942
I	12			1.808397192
Sig.		1.000	.918	.064

<b>Anexo 16. GDP en engorda</b>			
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
III	12	.5106099858	
II	12	.5636351275	
IV	12	.5717599500	
I	12		.7127045417
Sig.		.526	1.000

<b>Anexo 17. CA en engorda</b>			
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
II	12	3.370209100	
I	12	3.777612058	
III	12	4.045466167	4.045466167
IV	12		4.818722933
Sig.		.224	.132

<b>Anexo 18. Variables económicas evaluadas</b>				
<b>Variable</b>	<b>Grupo seronegativo en 2009</b>	<b>Grupo referencia en 2009</b>	<b>Grupo referencia en 2010</b>	<b>Grupo seropositivo en 2010</b>
Costo/ Kg	19.50 ab	18.62ab	16.35 a	22.23b
Costo/ Hembra	2995.41 a	2149.40 b	2220.53 b	2934.51 a
Ingreso/ cerda	3711.26 a	3808.16 a	4229.3 a	3475.84 a
Utilidad / hembra	715.85 ab	1658.56 bc	2008.77 c	541.32 a
Rentabilidad	0.22 a	0.79 b	0.88 b	0.18 a

Las medias de los grupos que comparten literal, no muestran diferencia estadística significativa.

<b>Anexo 19. Costo por Kilogramo</b>		
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
III	12	16.355524417
II	12	18.626143250
I	12	19.505467083
IV	12	22.238080917
Sig.		.084

<b>Anexo 20. Costo por cerda</b>			
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
II	12	2149.402567	
III	12	2220.530142	
IV	12		2934.517000
I	12		2995.410225
Sig.		.975	.984

<b>Anexo 21. Ingreso por cerda</b>		
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
IV	12	3475.844108
I	12	3711.268700
II	12	3808.159742
III	12	4229.309542
Sig.		.398

<b>Anexo 22. Utilidad por cerda</b>				
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
IV	12	541.327097833		
I	12	715.858374792	715.858374792	
II	12		1658.75	1658.75
III	12			2008.77
Sig.		.972	.102	.819

<b>Anexo 23. Rentabilidad por cerda</b>			
Grupo	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
4	12	.182947	
1	12	.228903	
2	12		.798752
3	12		.883820
Sig.		.993	.960