



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES

**ACTIVOS TÉCNICOS Y RENTABILIDAD EN GRANJAS DE CERDO CON  
DIFERENTES PROTOCOLOS DE VACUNACIÓN.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA:**  
**ELIZABETH ARACELI QUEZADA FRAIDE**

EL CERILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MÉXICO, JUNIO 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES

**ACTIVOS TÉCNICOS Y RENTABILIDAD EN GRANJAS DE CERDO CON  
DIFERENTES PROTOCOLOS DE VACUNACIÓN.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA:**  
**ELIZABETH ARACELI QUEZADA FRAIDE**

**COMITÉ DE TUTORES:**  
**Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañuela**  
**Dra. Claudia Giovanna Peñuelas**  
**Dra. Esvieta Tenorio Borroto**

**EL CERILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MÉXICO, JUNIO 2019**

## **RESÚMEN**

Con el objetivo de evaluar el desempeño productivo y los costos de granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS y por paridad de la cerda, se analizaron los indicadores como: total de lechones nacidos, nacidos vivos, mortinatos, destetados, pesos al nacimiento y al destete, días de engorda y peso final así como, los costos por lechón destetado y cerdo finalizado, de dos granjas en régimen de semitecnificación: a) Protocolo 1 (P1), granja con vacunación a reproductoras y a lechones; y b) Protocolo 2 (P2), vacunación únicamente a cerdas reproductoras. Los indicadores productivos, hasta el destete, se evaluaron con un Diseño de medidas repetidas en el tiempo y los de engorda con un Análisis de varianza con comparación de medias. Los costos se determinaron utilizando la fórmula general de costos. Fue posible observar diferencias en los lechones nacidos totales y momias ( $P < 0.05$ ) a favor del P2, de lechones destetados, pesos al nacimiento y al destete a favor del P1 y sin diferencia en el resto de variables. Los cerdos finalizados en P1 tuvieron 12 días más de engorda y un peso final de 3.13 kg más que P2. Los costos por lechón destetado fueron de \$389.55 y \$424.25 Pesos Mexicanos, y el costo medio por día de engorda fueron de \$10.01 y \$11.43, respectivamente.

## **ABSTRACT**

In order to evaluate productive and cost production in swine farms with two different protocols of PRRS vaccination, indicators as total number of piglets born, borne alive, stillbirth, mummies, piglets weaned, weight at birth and weaned as well as weaned piglet and finished pig cost, were analyzed. Vaccination protocols were: P1, vaccination of sows and piglets and P2, only sows vaccination. Farrowing and weaning indicators were evaluated with a designs of repeated measures, and finishing indicators with a Variance Analysis with means comparisons. Costs were calculated using with the general cost formula. It was possible to identify  $P(0.05)$  differences in P2 in Total number of piglets born and mummies, Number of piglets weaned, weights at birth and weaned favor to P1, and no differences in the other variables. Finishing pigs in P1 was 12 days longer and 3.13 kg heavier than P2. Weaned piglets' cost were \$389.55 and

\$424.25 Mexican pesos, and average day finishing cost were \$10.01 and \$11.43, respectively.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma del Estado de México.

A los porcicultores de ambas granjas por las facilidades prestadas en apoyo a la realización del proyecto de investigación, al presente trabajo.

A la Dra. Claudia Giovanna Peñuelas Rivas y la Dra. Esvieta Tenorio Borroto por compartir sus conocimientos y por su asesoría.

Al Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda, por su apoyo, asesoría, conocimientos y su paciencia.

A Marco Antonio pues sin sus conocimientos y ayuda en todo momento esto no sería una realidad.

## CONTENIDO

|                            |       |    |
|----------------------------|-------|----|
| ÍNDICE DE CUADROS          | ..... | 5  |
| ÍNDICE DE FIGURAS          | ..... | 5  |
| RESUMEN                    | ..... | 3  |
| ABSTRACT                   | ..... | 3  |
| INTRODUCCIÓN GENERAL       | ..... | 6  |
| REVISIÓN DE LITERATURA     | ..... | 8  |
| JUSTIFICACIÓN              | ..... | 21 |
| HIPÓTESIS                  | ..... | 23 |
| OBJETIVOS                  | ..... | 24 |
| MATERIAL Y MÉTODOS         | ..... | 25 |
| RESULTADOS                 | ..... | 28 |
| DISCUSIÓN GENERAL          | ..... | 47 |
| CONSLUSIONES GENERALES     | ..... | 49 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | ..... | 50 |

## LISTA DE CUADROS

|  |       |    |
|--|-------|----|
| Cuadro 1. Clasificación de las piaras y transmisión del virus del PRRS | ..... | 16 |
| Cuadro 2. Protocolos de bioseguridad implementados en las granjas.     | ..... | 26 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |       |    |
|---|-------|----|
| Figura 1. Principales estados productores de carne de cerdo, 2014-2016. | ..... | 9  |
| Figura 2. Consumo per cápita de carne de cerdo en México, 2005-2016     | ..... | 10 |

## INTRODUCCION GENERAL

La evolución de la producción agropecuaria es resultado de diversos factores, asociados a las condiciones internas del sector como. la tecnología, el incremento en la productividad las condiciones laborales y a los movimientos cíclicos de la demanda relacionadas con las políticas económicas expansionistas o de estabilización (Escalante et al., 2008).

Las políticas relacionadas con el comercio exterior experimentaron notables cambios estructurales a partir de 1986. De manera general, se pasó de un modelo denominado de Desarrollo Estabilizador, de precios estables y bajo costo de capital, a la apertura de la competencia al exterior, con la supresión de los permisos de importación por aranceles y la siguiente reducción de los mismos, simplificación del marco regulador del comercio exterior e inversión extranjera y la negociación y firma de acuerdos comerciales (Mora 1996).

Después de la devaluación de fines de 1994 y continuada durante 1995, la economía entró en una fuerte recesión, cuyas características se manifestaron a través de sus principales variables macroeconómicas tales como: alta inestabilidad cambiaria y financiera (tasas de interés); contracción de la planta productiva, la “quiebra” y cierre de una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas; creciente desempleo; problemas financieros de la banca (falta de solvencia) y del público usuario (incapacidad de pago) y; en términos generales, una contracción de la producción nacional (Mora 1996).

Por su parte el sector porcino, al igual que la economía en su conjunto, experimentaron severas crisis económicas y financieras, con falta de recursos por parte de los productores para responder a las obligaciones, bajos niveles productivos y de eficiencia, que terminaron por desarticular la planta productiva del país (Bobadilla-Soto et al., 2010).

Diferentes son los factores que intervienen en la producción y productividad en una granja de producción de carne de cerdo. Dependiendo su enfoque, es la importancia y magnitud con la que se analiza. Desde el punto de vista Zootécnico, las principales metas serán destetar el mayor número de lechones con mayor peso y engordar el

mayor número de cerdos en el menor tiempo, esto por cerda, por año o por granja. Desde el punto de vista de salud animal, las metas se enfocarán principalmente en obtener cerdos sanos, inocuos y con el menor uso de medicamentos. En la esfera económica, las metas serán producir el mayor número de kilogramos de carne con el menor costo posible o con la mayor rentabilidad (Cedeño-Núñez, 2011).

Los factores anteriormente mencionados han presionado negativamente en la competitividad y rentabilidad de industria porcina en su conjunto. De aquí la necesidad constante de llevar a cabo análisis periódicos de rentabilidad y competitividad para hacer frente a los cambios que se presentan día con día (Cedeño-Núñez, 2011).

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Situación actual de la Porcicultura Nacional.**

El sector agropecuario mexicano ha enfrentado transformaciones profundas durante las tres últimas décadas. El continuo proceso de urbanización, el intenso proceso de globalización, las grandes transformaciones demográficas han configurado un nuevo entorno para el sector agropecuario (Escalante et al., 2005; 2007), el cual se caracteriza por cambios tecnológicos que redundan en mejoras de la productividad, nuevos cultivos se ajustan a las existencias de un mercado internacional, modificaciones genéticas que mejoran los productos, nuevos esquemas organizacionales que dinamizan las formas de comercialización y modifican los métodos de inserción en el mercado mundial, incluso, el surgimiento de nuevos esquemas de desarrollo rural (Escalante y Rello, 2000; Ibarra y Acosta, 2003).

En lo que respecta a la producción de carne por entidad federativa, se observa que el 67.3 por ciento de la producción nacional se concentra en cinco entidades. Durante 2015, en Jalisco se produjo el 19.5 por ciento del total nacional; en Sonora, el 17.3 por ciento; 12.2 por ciento en Puebla; 9.3 por ciento en Yucatán; y en Veracruz, el 9.0 por ciento de la producción nacional (FIRA 2016). La Figura 1 resume esta dinámica.

El consumo per cápita de carne de cerdo en México ha aumentado, entre 2006 y 2015, por lo que en 2016 se ubica en 18.0 Kg., igual que la carne de pollo que también presenta un incremento a una tasa media anual de 1.5 por ciento. Mientras que el consumo per cápita de la carne de bovino se ha reducido para el mismo periodo, es decir, muestra un comportamiento diferente, ya que la tasa media anual es de -2.0 por ciento (FIRA 2016).

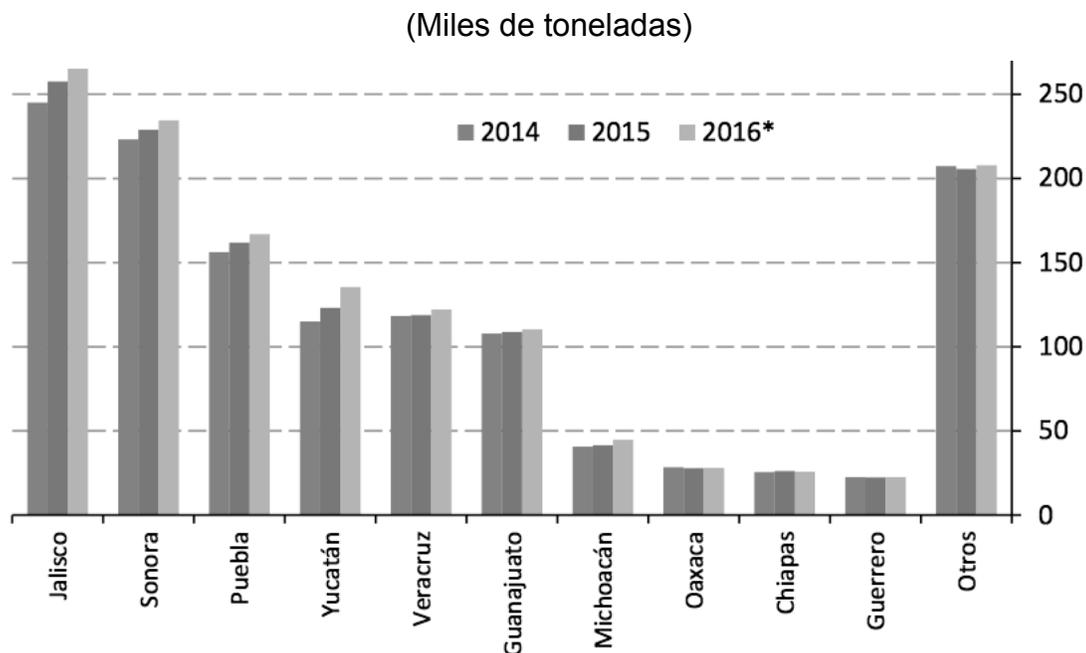
La Figura 2 muestra dicho comportamiento.

### **Efecto de las importaciones en la producción nacional.**

Sin determinar el nivel o importancia de las variables que actúan en la producción y comercio, el incremento en el volumen de importaciones porcinas ha venido a ocupar espacios que la porcicultura mexicana ha perdido, pues a pesar que la producción mexicana se encuentra en expansión no se cuenta con el abasto suficiente para

satisfacer la demanda principalmente de jamones y carne deshuesada siendo el principal importador Estados Unidos. Estas importaciones han ido en aumento desde 2011. En 2006 se importaban 321.7 miles toneladas y en 2015 llego a 722.6 miles de toneladas (FIRA, 2016).

Figura 1. Principales estados productores de carne de cerdo, 2014-2016.



Fuente: SIAP-SAGARPA.

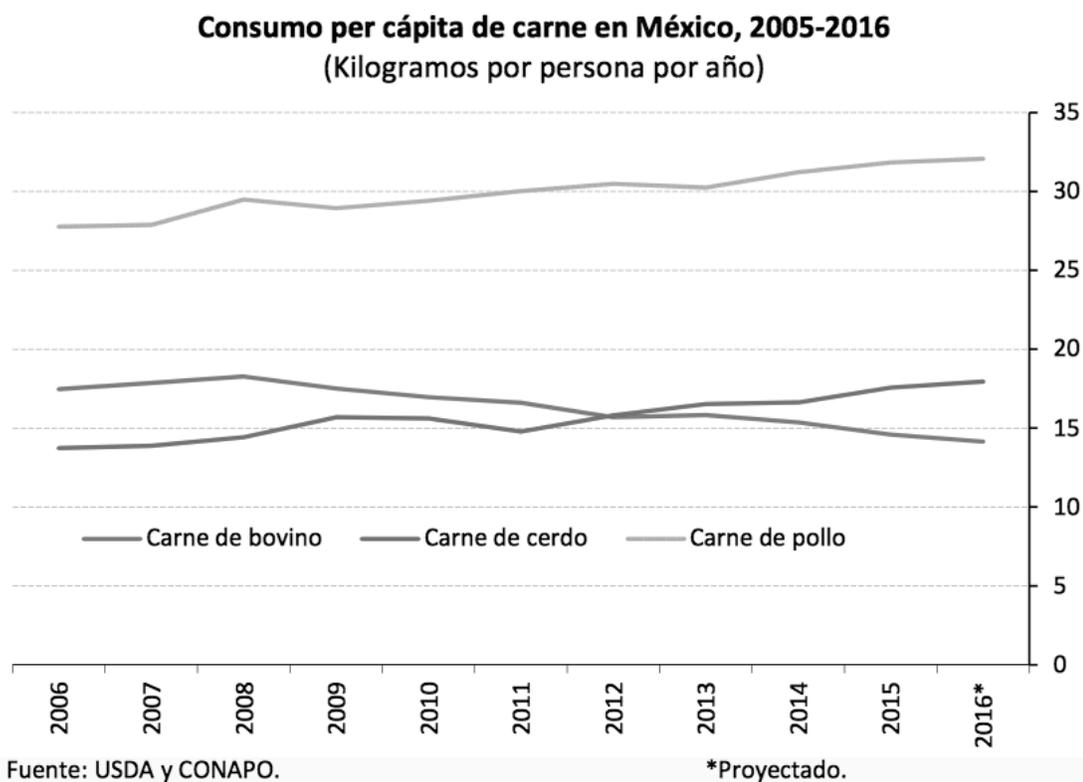
\*Proyectado.

Fuente: Citado por FIRA (2016).

### Características de la porcicultura.

En México al igual que en diferentes partes del mundo, el proceso de producción independientemente se encuentre o no integrada, suele clasificarse por su tipo de producción, tamaño de las unidades productivas, nivel de tecnificación, etc. pero se pueden resumir en dos tipos principales, por un lado, aquellas dedicadas a la cría de cerdos y por otro, las dirigidas a la engorda.

Figura 2. Consumo per cápita de carne en México, 2005-2016.



Fuente: Citado por FIRA (2016).

De acuerdo con Trujillo y Flores (1988), existen en México 5 tipos de producción porcina que son:

1. Granjas productoras de pie de cría.
2. Granjas de ciclo completo.
3. Granjas productoras de lechones.
4. Granjas de cebo.
5. Granjas de tipo familiar.

Estos autores también mencionan tres grandes sistemas de producción:

1. Porcicultura tecnificada.
2. Porcicultura “subtecnificada” o semitecnificada.
3. Porcicultura de subsistencia o de traspatio.

**Porcicultura tecnificada:** Está constituida por sistemas que utilizan e incorporan los avances tecnológicos de punta, el grado de integración vertical y horizontal es prácticamente total, iniciando con la cría de progenitores y líneas terminales garantizando la calidad de los animales destinados a cebo y la estandarización de los animales enviados al mercado. Disponen de fábricas para la elaboración de piensos, así como sistemas de alimentación automatizados y a nivel de transformación industrial, las grandes empresas cuentan con rastros o mataderos, principalmente de Tipo Inspección Federal (TIF) y la tendencia es incorporar obradores (salas de despiece), etc, permitiendo a este productor ofertar el producto que se está demandando y reteniendo el valor agregado que se genera. Los niveles de sanidad y las normas de bioseguridad se mantienen con estrictos estándares de calidad (SAGARPA, 1998).

La ubicación geográfica, es predominante en Sonora y Sinaloa, localizándose también en el Estado de México, Nuevo León, Querétaro, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Durango y Coahuila (SAGARPA, 1998).

**Porcicultura “subtecnificada” o semitecnificada:** Los niveles de tecnificación utilizados en este estrato son variables, la infraestructura y medidas sanitarias no son del todo adecuadas. Algunos elaboran su propio pienso, pero la mayoría utiliza alimento balanceado comercial, aumentando sus costes de producción. La industrialización es a través de mataderos municipales así como privados que atienden principalmente a mercados regionales y locales, pequeños centros urbanos y en ocasiones ciudades (SAGARPA, 1998).

Este sector tiende a disminuir. Con la ampliación de los canales modernos de distribución y su mayor cobertura territorial, puede incrementar su participación, y mantenerse en el mercado con la incorporación a esquemas de contratos con compañías tecnificadas o explorando nuevas tendencias de consumo como productos libres de antibióticos, socialmente responsables, con atención al cuidado y bienestar animal, entre otros. También es posible actuar en la modernización a través de la agrupación de productores a fin de alcanzar economías de escala que favorezcan su integración. El sistema Semitecnificado puede encontrarse en todo el territorio nacional

aunque su mayor significado se presenta en la región Centro y Sur del país (SAGARPA, 1998).

**Sistema de traspatio, rural o de autoabastecimiento:** Este sistema se utiliza en todas las zonas del país, tanto rurales como urbanas. Los indicadores de producción son bajos, las prácticas de manejo son deficientes, la sanidad es prácticamente nula.

El sistema participa en las cadenas productivas rurales, urbanas y suburbanas no formales, por lo que las variaciones en precios aparentemente no les afectan en demasía. Los principales caminos de transformación se lleva con matanza in situ y satisface pequeños mercados regionales, autoconsumo y venta a través de procesamiento a manera de platos preparados, “carnitas” principalmente (carne frita en manteca) o en menor proporción embutidos frescos.

Las unidades pequeñas y de traspatio, requieren una reevaluación en todos sentidos, no solo en indicadores técnicos sino además en cadenas de subproductos y la vinculación a proyectos (Suárez, 1995).

De acuerdo con Schwentesius y Gomez (1991), existen diferentes tipos de productores tales como:

1. Porcicultura de traspatio.
2. Porcicultura familiar con carácter comercial-estacional.
3. Porcicultura comercial de pequeños y medianos empresarios.
4. Porcicultura empresarial de grandes y pequeños productores.
5. Porcicultura de monopolios o grupos económicos.

Dicha clasificación, se basa en los criterios técnicos de la producción, nivel de integración al anterior sector porcícola (ciclo competo), principales actividades económicas de la unidad de producción y su orientación, nivel tecnológico, contratación de mano de obra asalariada, nivel de integración horizontal y vertical y comportamiento económico reciente.

De acuerdo con SAGARPA (1998), la porcicultura nacional tiene diferentes sistemas de producción asociados principalmente a rangos tecnológicos, adaptados a las distintas áreas geográficas en donde se desarrollen. La adopción de tecnología está vinculada principalmente a los niveles de productividad y rentabilidad, favoreciendo su permanencia en el sector, la competencia con productos de importación y la incursión en mercados del exterior.

Así la clasificación realizada por la Secretaría distingue tres diferentes categorías:

1. Tecnificado o Integrado.
2. Semitecnificado o Semi-integrado.
3. Traspatio (Familiar) o Autoabastecimiento.

Los dos primeros tienen una distribución espacial y geográfica muy definidas, la tercera, se practica en todas las regiones del país, encontrando inclusive núcleos y asociaciones de pequeños productores en áreas urbanas (Martínez, 2002).

### **Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino Definición**

Es la infección viral de más impacto económico en América del Norte al igual que en muchos países europeos. Como su nombre indica, el virus causa problemas de reproducción y afecta al sistema respiratorio.

### **Sinonimias**

Síndrome reproductivo y respiratorio porcino, Enfermedad de la oreja azul.

### **Etiología**

El síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) es un virus envuelto RNA, género Arterivirus y de la familia Arteroviridae. El virus se clasifica en dos tipos: Tipo 2 o norteamericano y Tipo 1 o europeo (Lelystad) (Allende et al., 1999; Snijder et al., 2013; Dea et al., 1996; Murtaugh et al., 1995; Nelsen et al., 1999). Existen diferencias genéticas y antigénicas entre ambos. El virus es muy susceptible al medio ambiente porcino y fácilmente inactivado por los desinfectantes comunes como formaldehído y fenoles y se caracteriza por su gran capacidad para mutar. El virus tiene una particular afinidad por las células del sistema inmune incluidos los macrófagos intravasculares

pulmonares (PIM, por sus siglas en inglés) y los macrófagos alveolares (PAM, por sus siglas en inglés), que se encuentran en el pulmón. El virus se multiplica dentro de los macrófagos produciendo más virus y las células mueren en el proceso. Destruye hasta el 40% de los macrófagos lo cual acaba con la mayor parte de los mecanismos de defensa del animal y permite que bacterias y otros virus proliferen y causen daño en el sistema respiratorio (Schwartz 2004).

El virus puede cruzar la placenta e infectar a los fetos cerca de los 70 días de gestación causando abortos en el tercer trimestre y lechones muertos o momificados. Una vez ha entrado en la granja tiende a quedarse y permanecer activo (Rowland 2010).

La situación clínica puede variar de una granja a otra ya que hay una enorme cantidad de cepas diferentes. muchas granjas en la actualidad se basan en su sistema de bioseguridad para la prevención del PRRS (Schwartz 2004).

### **Historia de la enfermedad**

El virus del Síndrome Reproductivo y respiratorio del Cerdo ha causado significativas pérdidas económicas en la Industria Porcina a nivel global (Qingzhan et al., 2015). El primer brote reconocido fue en 1980 en Estados Unidos (Kaffaber 1989; Loula 1991) .Sus signos clínicos incluyeron pérdidas reproductivas dramáticas, incremento de neumonías y reducción del crecimiento en los cerdos (Hill 1990).

El síndrome respiratorio y reproductivo del cerdo (PRRS, por sus siglas en inglés) es producido por un virus RNA del cual existen más de 5000 aislamientos que difieren en patogenicidad y en sus características genéticas. El (PRRSV) es un virus RNA clasificado en el orden Nidovirales, familia Arteriviridae y el género Arterivirus, capaz de infectar solamente a los cerdos (Benfield et al.,1992; Dea et al.,1992; Meulenberg et al., 1993). En las granjas porcinas en las que se introduce y permanece, produce una serie de trastornos, afecta a el hato reproductor y la engorda de distintas formas, actuando solo, lo que raramente ocurre o asociado a otros virus como el Circovirus Porcino tipo II (PCVII) y bacterias como son Pasteurella Multocida, Haemophilus Parasuis, Bordetella Bronchiseptica y Micoplasmas, principalmente Mycoplasma Hiopneumoniae

produciendo cuadros respiratorios (Holck et al., 2003). Por otra parte, puede asociarse a distintos tipos de salmonela y otros patógenos digestivos.

Al introducirse en una granja por distintos medios como son animales portadores, personas, vehículos, insectos, aves y el aire. Una vez en el interior permanece en sangre, saliva, calostro, leche, orina, heces y semen.

Los efectos clínicos iniciales del PRRS son altamente variables. En las reproductoras los signos iniciales son variables pero pueden incluir anorexia, fiebre y cianosis (Holtkamp et al., 2013). Esto puede ir seguido de un incremento en la mortalidad (1 a 2%), abortos tardíos (1 a 2%), partos prematuros (1 a 20%), en la camada al parto, lechones nacidos muertos y momias. Durante un brote agudo más de la mitad de las camadas puede ser afectadas (Holtkamp et al., 2013).

El PRRS produce en el hato reproductor partos prematuros 5 a 7 días antes de fechas esperada de mismo, los abortos son poco frecuentes aunque algunos aislamientos ocasionan síndrome de abortos y mortalidad de las hembras. En los primeros brotes los daños en el hato reproductor son grandes, aumentan las repeticiones irregulares (mortalidad embrionaria), disminuye el porcentaje de cerdas paridas en relación a las inseminadas, aumentan los lechones nacidos muertos o débiles y momificados, encontrándose además una alta mortalidad antes y después del destete (Keffaber 1989).

En la engorda, desde el destete hasta la finalización los signos clínicos están relacionados con problemas respiratorios que aumentan la mortalidad y afecta la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia (Holck et al., 2003; Holtkamp et al., 2013). Lo que aunado a la reducción de producción de las cerdas se concreta en menos cerdos vendidos por periodo con menor peso y mayor gasto para producirlos.

En general la infección primaria a nivel pulmonar afecta los macrófagos alveolares produciendo una respiración dificultosa. El PRRS es uno de los principales patógenos resultante en la enfermedad del complejo respiratorio porcino, este virus puede lograr sinergia con otra bacteria o virus respiratorio incluso en cerdos en crecimiento y finalización vacunados (Olanratmanee et al., 2014).

No hay que olvidar el comportamiento de los sementales con que se inseminan las cerdas ya sea con monta natural o Inseminación artificial porque ve muy disminuida su

función reproductiva. En los machos afectados puede producir letargia pero con frecuencia se muestran pocos signos clínicos aparentes (Morilla 2005; Holtkamp 2013). Luego de producido el brote, la producción de la granja tiende a mejorar paulatinamente (en 4 a 6 meses), no alcanzando los niveles de producción anteriores al brote. Por otra parte, al quedar el virus del PRRS circulando en la granja esta queda expuesta a rebrotes de la enfermedad (Holk et al., 2003; Morilla 2005).

Los patrones específicos de la transmisión del virus del PRRS se muestran en la siguiente Tabla 1.

### Lesiones

La infección generalmente resulta en lesiones severas en ganglios linfáticos y pulmón. Neumonía intersticial de distribución difusa multifocal o lobular. Los pulmones aparecen con manchas difusas de extensión variable. Las lesiones microscópicas incluyen neumonía intersticial no supurativa, encefalitis, miocarditis, rinitis y tal vez lesiones en ganglios linfáticos (Schwartz 2004).

Cuadro1. Clasificación de las piaras y transmisión del virus del PRRS.

| Hato Reproductor                               | Cerdos en Crecimiento | Transmisión           | Objetivos de Intervención               |
|--|-----------------------|-----------------------|---|
| Positivo <sup>1</sup> , Inestable <sup>2</sup> | Positivo, Inestable   | Vertical y Horizontal | Estabiliza el hato Reproductor          |
| Positivo, Estable <sup>3</sup>                 | Positivo, Inestable   | Horizontal            | Estabiliza el cerdo en crecimiento      |
| Positivo, Estable                              | Negativo              | Ninguno               | Elimina el virus en el hato reproductor |
| Negativo <sup>4</sup>                          | Negativo              | Ninguno               | Prevención                              |

Fuente: Holck y Polson (2003).

*1. Están/o han sido previamente infectados por el virus PRRS. 2. Inestabilidad denota que el virus esta circulando en o entre las etapas de producción (entre cerdos y/o entre cerdos y cerdas). 3. La estabilidad denota que el virus no esta circulando con o entre las etapas de producción. 4. No infectados con el virus del PRRS.*

En las momias y los lechones nacidos muertos no se encuentran lesiones aparentes, pero en algunas ocasiones el cordón umbilical está segmentado con hemorragias. Otras infecciones son comunes en cerdos con PRRS. El diagnóstico diferencial de enfermedades respiratorias incluye lesiones o co-infecciones causadas por virus de Influenza, *Streptococcus suis*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Salmonella choleraesuis*, *Haemophilus parasuis*, *Pasteurella multocida*, *Circovirus porcino*, *Coronavirus porcino* y *Actinobacillus pleuroneumoniae* (Schwartz 2004).

### **Diagnóstico**

El diagnóstico presuntivo se basa en el deterioro de la producción y necropsias de animales que mueren o se sacrifican.

Para confirmar la presencia del virus se pueden utilizar diversos métodos como son: aislamiento del virus, seroneutralización o pruebas que detecten la presencia de anticuerpos neutralizantes contra el virus no antes de 35 a 42 días de la presentación del brote, estas pruebas (las más utilizadas) se conocen como seroperfiles debiéndose analizar los sueros de animales tanto del hato reproductor como la engorda.

Recientemente se han desarrollado un número significativo de pruebas con mayor especificidad a nivel molecular.

### **Control**

Las granjas que no han sido afectadas deben tomar medidas para tratar de evitar la entrada del virus del PRRS, que en general se conocen como medidas de Bioseguridad.

Estas medidas comprenden:

- Sistema Todo dentro todo fuera en todas las áreas de la granja.
- Limpiar, lavar y desinfectar, tanto las instalaciones como los vehículos de transporte de animales.
- Todas las herramientas utilizadas en cada área de la granjas, deben ser desinfectadas para reducir el riesgo de contaminación.
- Personal, las manos, overol y botas pueden servir de vehículo mecánico.
- Control de insectos.
- Sistemas de filtración de aire en las instalaciones.

- Fábrica de alimentos.
- Laguna de deyecciones.
- Eliminación de cadáveres.

Las granjas que ya han tenido brotes deben aplicar todas las medidas anteriormente mencionadas y además establecer medidas de control, como son producir su pie de cría, introducir por un cierto periodo semen de bancos libres de PRRS, trasladar los lechones destetados a una granja alterna y finalizarlos en ella. Esto último por un periodo mínimo de 6 a 8 semanas esto para granjas que tienen todos sus animales en él mismo predio.

De igual manera se debe complementar lo mencionado anteriormente con un programa de vacunación. Existe vacunas inactivadas y a virus vivo modificado, comprobándose que las primeras no inducen ninguna protección -anticuerpos- (Mengeling 2005).

### **Vacunaciones**

Se deben utilizar vacunas a virus vivo modificado.

Al producirse el primer brote se debe vacunar el hato reproductor (excluyendo los machos) en forma masiva, independientemente de la etapa del ciclo reproductivo en que se encuentre y re vacunar entre 3 y 4 semanas después. Luego de ello se deben vacunar las cerdas cada 3 o 4 meses. Las cerdas de reemplazo antes de la incorporación al hato reproductor, la engorda se debe vacunar en la etapa de destete en forma continua. En adelante se continuará o no con la vacunación por lo menos hasta que la granja sea “estable” y se haya escogido alguno de los métodos para erradicar la enfermedad. A este respecto las experiencias no aseguran mucho éxito, por la gran variabilidad del virus y las distintas vías de entrada en las granjas sobre todo en las zonas de alta densidad de cerdos.

Las vacunas que se utilicen deben tener un alto parentesco genético con el virus que produce el brote, este debe oscilar entre el 84% y el 88%.

### **Vacunas**

En el mercado nacional se cuenta con tres vacunas para inmunizar los animales de las granjas, estas son:

Prim Pac PRRS.

- Vacuna a virus vivo modificado contra el virus del PRRS.

- Laboratorio: MSD Salud Animal.
- Fórmula. Cada dosis contiene : virus vivo modificado de PRRS tipo 2, cepa Nebraska atenuada  $\geq 4.0 \log_{10}$  TCID 50. Excipiente c.b.p. 1 dosis.
- Forma Farmacéutica: Pastilla liofilizada.
- Dosis y vía de administración: 1 ml. de la vacuna mediante inyección intramuscular.

#### Ingelvac PRRS MLV.

- Vacuna a virus vivo modificado contra el virus del PRRS.
- Laboratorio: Boehringer Ingelheim.
- Fórmula. Cada dosis contiene: Min.  $10 \times 4,9$  DITC 50 de virus vivo atenuado del PRRS cepa ATCC VR 2332  $10 \times 4,9$  DICC 50 (DICC 50: dosis infectiva 50% en cultivo celular) desarrollado en una línea celular continua.
- Forma farmacéutica: Pastilla liofilizada.
- Dosis y vía de administración: 2ml. por vía intramuscular.

#### Fostera PRRS.

- Vacuna a virus vivo modificado de la enfermedad de PRRS.
- Laboratorio: Zoetis.
- Fórmula. cada dosis contiene virus vivos modificados de la enfermedad de PRRS cepa P129.
- Forma farmacéutica: Pastilla liofilizada.
- Dosis y vía de administración: 2 ml. por vía intramuscular.

### **Costos de producción**

Existe en la literatura, diferentes modelizaciones y modificaciones a la Estructura General de costos. La propuesta de Muñoz y Rouco (1995), permite evaluar el efecto tanto técnico como económico, con énfasis en las unidades de venta obtenidos por ciclo/año.

La propuesta es:

$$TC = F + V$$

donde: TC=coste de lechón destetado, F=costes fijos y V=costes variables.

Los costes fijos se formaron por:  $F = L + S + Co + R + A + Fi + CO + Ot$

donde: L= costes laborales, S=costes de suministros, Co=costes de energía y combustible, R=reparación y mantenimiento, A=amortización de los activos fijos, CO=costes de oportunidad y Ot=otros costes menores.

Los costes variable se conformaron por las partidas:

$$V=((AR+AM+AV+AMV+AL+M+CO)/(TOTCER*W))*z$$

donde: AR=costes de amortización de los reproductores, AM=alimentación de las cerdas, AMV=alimentación del verraco, AV=amortización de el verraco, AL=alimentación de los lechones, M=medicaciones, T=transporte, CO=costes de oportunidad, TOTCER=número total de cerdas en la explotación, W=Factor de ponderación en virtud de que todos los costes variables se referirán a la unidad de producción de un lechón comercial y z=número de lechones destetados.

La depreciación de los animales reproductores se calculará de la siguiente manera:

$$AR=(PH-(PD-1(-MORR)))/(PARM/PAR)-REP$$

donde: PH=precio de compra de la cerda, PD=precio de desecho de la cerda, MORR=mortalidad de reproductoras expresado en porcentaje, PARM=número promedio de partos de las cerdas, PAR=número de partos por cerda y año y REP=reemplazos de reproductoras.

El promedio de nacimientos por hato reproductor puede ser calculado en cualquier momento de la producción, en nuestro caso, antes, durante y después del brote de PED, sin importar la etapa fisiológica en que se encuentren las cerdas.

$$PARM = \sum(CER * n)/TOTCER$$

donde: CER=el número de cerdas y n=número de parto.

PAR=365/(114,5+LAC+INT)\*(1-NAB+VAC/CUB)), LAC=duración de la lactancia, INT=intervalo destete-cubrición fértil, NAB=número total de abortos, VAC=número de cerdas vacías, CUB=número de cubriciones realizadas. A su vez, INT está formado por la suma de los intervalos destete primera cubrición (INT1), p. 100 de primeras repeticiones\*21 (INT2), p. 100 segundas repeticiones\*42 (INT3), p. 100 de terceras repeticiones\*63 (INT4) y p. 100 de repeticiones acíclicas días medios de aparición.

REP=PAR/PARM y el factor de ponderación es:  $w = PAR * VIV * (1 - MOR)*(1-MORT)$

donde: PAR=número de partos por cerda y año, VIV=lechones nacidos vivos por parto, MOR=mortalidad en lactación, MORT=mortalidad en transición destete-lechón comercial expresada en puntos porcentuales.

Para el cálculo de costos de cerdo cebado las fórmulas son:

$F = F = L + S + Co + R + A + Fi + CO + Ot$ , aplicable para el proceso de engorda y  $V = ((M + AL + CO) / w) * z$ , aplicable al proceso de engorda, donde z es el número de lechones engordados.

## JUSTIFICACIÓN

El virus de PRRS causa un significativo incremento en los costos de producción (Linhares et al., 2015). Las pérdidas económicas afectan a la industria porcina a nivel mundial (Jiwoon et al., 2017). La infección con virus de PRRS está asociada con falla reproductiva en cerdas y deficiencia respiratoria en cerdos en crecimiento (Zimmerman et al., 2012). La mutación y recombinación son dos mecanismos de evolución comunes al virus del PRRS que pueden aumentar su capacidad de supervivencia e incrementar su virulencia (Gorbalenya et al., 2006, Domingo et al.1997).

En los cerdos en crecimiento se exagera la interacción del virus de PRRS y otros agentes infecciosos presentes en la población, disminuyendo la velocidad de crecimiento, aumentando la conversión alimenticia e incrementa la mortalidad (Holtkam et al., 2013).

El virus de PRRS en su forma aguda dura de 2 a 4 meses en el interior de la granja y en forma crónica puede durar en ocasiones años (Morilla 2005).

Las características del ciclo del virus en las piaras (Otake et al.,2002) son que:

- El virus puede entrar en una pira por hembras de reemplazo, machos y semen contaminado.
- Existen sub poblaciones de cerdos infectados y no infectados en la misma pira.
- La infección viral se exagera con el hacinamiento y mezcla de animales en cualquier etapa.
- En el pie de cría hay grupos de hembras portadoras y susceptibles, por tanto, el mal manejo exagera la infección viral.
- El virus de PRRS puede persistir en las cerdas y los animales hasta por 100 días o más.
- El virus se transmite de manera vertical a los lechones a través del calostro y leche.
- En la línea de producción hay animales portadores que inducen una infección horizontal cada vez que se mezclan los animales ya sea durante el destete, crecimiento, desarrollo o engorda.

- Cepas diferentes de manera genética del virus del PRRS coexisten en una piara, lo cual podría interferir en el establecimiento de la inmunidad de piara y la exacerbación de la enfermedad.

Las estrategias de control son comúnmente empleadas para disminuir las pérdidas económicas (Linhares et al., 2015). La vacunación con la vacuna a virus vivo modificado de tipo comercial, ha sido usada para controlar la enfermedad en las granjas porcinas (Jiwoon et al., 2016).

La recomendación es empezar por el control en el pie de cría y no tratar de eliminar el virus en los cerdos de la línea de producción (engorda), Si los procedimientos para estabilizar el pie de cría dan resultado, la piara se torna inactiva, en la cual los cerdos de la línea de producción son seronegativos o algunos presenten anticuerpos (Morilla 2005). En algunos casos la vacunación de los lechones es también necesaria.

Es por lo tanto neceser, evaluar los casos particulares donde se lleven o implementen protocolos de vacunación y auditar el correcto funcionamiento y desempeño de dichos protocolos.

## **HIPÓTESIS**

El protocolo de vacunación contra el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino determina los resultados de producción y los días a mercado.

## **OBJETIVOS**

### General

- Evaluar el efecto productivo y en días a mercado de dos protocolos de vacunación contra la enfermedad de Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.

### Específicos

- Evaluar la información productiva de dos protocolos de vacunación contra la enfermedad de Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.

- Evaluar la información económica de dos protocolos de vacunación contra la enfermedad de Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Descripción General de las Granjas**

De acuerdo a la clasificación de SAGARPA las dos granjas porcinas evaluadas son de ciclo completo semitecnificadas en un solo sitio.

### **Localización**

Las dos granjas se encuentran ubicadas en la denominada zona del altiplano. Una de ellas en el estado de Hidalgo con un clima templado seco, temperatura media anual de 14°C y precipitación pluvial anual en alrededor de 610 mm. La otra en el Estado de México con un clima templado semi seco, temperatura media anual de 16 a 17°C y precipitación pluvial anual de alrededor de 500 a 700 mm.

### **Información utilizada**

La información se obtuvo de dos granjas con inventarios de 480 y 180 cerdas reproductoras respectivamente.

Los datos registrados y analizados se tomaron a partir de los registros individuales por cerda, en un histórico de su vida productiva siendo el último dato registrado los partos del primer semestre de 2017.

Los indicadores técnicos analizados fueron:

- Lechones nacidos totales.
- Lechones nacidos vivos.
- Lechones nacidos muertos.
- Momias.
- Lechones destetados.
- Peso de los lechones al nacimiento.
- Peso de los lechones al destete.
- Edad de los cerdos al rastro.
- Peso de los cerdos al rastro.

Estas granjas cuentan con un diagnóstico positivo a PRRS desde 2003 implementándose en ambas un calendario de vacunación cada 4 meses en el hato reproductor. Para el protocolo de Vacunación 1, se consideró a la granja en donde se

vacunan además de las cerdas, la vacunación de los lechones a los 21 días de edad, aproximadamente. Para el protocolo de vacunación 2, se consideró a la granja que solo vacuna a las cerdas reproductoras.

Ambas ocupan la vacuna comercial Ingelvac PRRS MLV de 50 dosis, de Laboratorios Boehringer Ingelheim Vetmedica Inc., la cual es una vacuna a virus vivo modificado siendo la dosis por animal de 2ml.

En la Cuadro 2, se resume las medidas básicas de bioseguridad implementadas.

Cuadro 2. Protocolos de bioseguridad implementados en las granjas.

| CONCEPTO                      | A  | B  |
|-------------------------------|----|----|
| Muro Perimetral               | SI | SI |
| Vado Sanitario                | SI | NO |
| Embarcadero                   | SI | SI |
| Lavado Desinfección Vehiculos | SI | NO |
| Lavadora                      | SI | SI |
| Lab. Proceso de semen         | SI | SI |
| Corrales Reemplazos           | SI | SI |
| Local Detección Celos         | SI | SI |
| Área Gestación                | SI | SI |
| Maternidades                  | SI | SI |
| Área Destete                  | SI | SI |
| Fabrica Alimentos             | SI | SI |

Tipo genético de los animales que se utilizan.

- 1) Hembras. Cruzamiento indistinto entre Landrace y Yorkshire (F1), algunas puras para producir los machos maternales y terminales.
- 2) Machos. La mayoría de razas terminales, Duroc x Pietrain, Pietrain y Duroc y los menos Landrace y Yorkshire para producir las madres de las cerdas de reemplazo.

Ambas granjas producen sus hembras y machos realizando la mejora genética con semen de bancos acreditados, nacionales o del extranjero lo que abarata el costo de los animales y previene la introducción de enfermedades a la granja.

### **Fabricación de alimento**

Ambas granjas fabrican los alimentos que se ofrecen utilizando “núcleos” de tipo comercial siendo la presentación de este alimento terminado en harina con excepción de los preiniciadores los cuales son peletizados y son adquiridos en distribuidoras de alimentos de distintas empresas.

Núcleos o bases. Son un producto ya preparado que aporta parte de los aminoácidos necesarios, vitaminas y minerales.

Se utilizan pasta de soya, de canola, sorgo y maíz.

### **Vacunaciones**

La granja con el protocolo de vacunación 1, vacuna a sus reproductoras en “sabana” cada 4 meses con una vacuna comercial a virus vivo modificado utilizando la del Laboratorio Boehringer Ingelheim Vetmedica. Inc y los lechones al momento de destete.

La granja con protocolo de vacunación 2, vacuna a sus reproductoras en “sabana” cada 4 meses con una vacuna comercial a virus vivo modificado utilizando la del Laboratorio Boehringer Ingelheim Vetmedica. Inc.

Los análisis de costos se realizaron utilizando la modificación a la fórmula general de costos de Muñoz y Rouco (1995).

Para determinar las diferencias en productividad de las cerdas por parto (paridad) y por tipo de protocolo de vacunación, se utilizó un diseño de Medidas Repetidas en el Tiempo. Se determinó la mejor estructura de covarianza y para determinar la significancia se utilizó una prueba de Tuckey ajustada (Kraemer 1956). Por su parte, para los datos productivos de la engorda, se utilizó un análisis de varianza para las variables días a venta y peso al sacrificio.

## RESULTADOS

### Envío de artículo a la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias

Monday, May 20, 2019 at 2:31:33 PM Central Daylight Time

---

**Asunto:** [RMCP] Envío recibido

**Fecha:** lunes, 20 de mayo de 2019, 14:25:34 hora de verano central

**De:** MVZ. Arturo García Fraustro

**A:** Francisco Ernesto Martínez Castañeda

Francisco Ernesto Martínez-Castañeda:

Hemos recibido y agradecemos el envío de su manuscrito: "Desempeño productivo y costos de granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS" a la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. A través del sistema de gestión de revistas online usted podrá seguir su progreso del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/author/submission/5377>

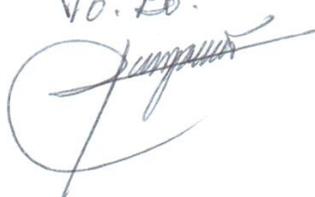
Nombre de usuario: 

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as a [cienciaspecuarias@inifap.gob.mx](mailto:cienciaspecuarias@inifap.gob.mx). Gracias por tener en cuenta nuestra revista para difundir su trabajo.

MVZ. Arturo García Fraustro  
Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias

---

Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias  
<http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/>

Vo. Bo.  


Desempeño productivo y costos de granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS.

Productive and economic performance of swine farms with different PRRS vaccination protocols.

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el desempeño productivo y los costos de granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS y por paridad de la cerda, se analizaron los indicadores como: total de lechones nacidos, nacidos vivos, mortinatos, destetados, pesos al nacimiento y al destete, días de engorda y peso final así como, los costos por lechón destetado y cerdo finalizado, de dos granjas en régimen de semitecnificación: a) Protocolo 1 (P1), granja con vacunación a reproductoras y a lechones; y b) Protocolo 2 (P2), vacunación únicamente a cerdas reproductoras. Los indicadores productivos, hasta el destete, se evaluaron con un Diseño de medidas repetidas en el tiempo y los de engorda con un Análisis de varianza con comparación de medias. Los costos se determinaron utilizando la fórmula general de costos. Fue posible observar diferencias en los lechones nacidos totales y momias ( $P < 0.05$ ) a favor del P2, de lechones destetados, pesos al nacimiento y al destete a favor del P1 y sin diferencia en el resto de variables. Los cerdos finalizados en P1 tuvieron 12 días más de engorda y un peso final de 3.13 kg más que P2. Los costos por lechón destetado fueron de \$389.55 y \$424.25 Pesos Mexicanos, y el costo medio por día de engorda fueron de \$10.01 y \$11.43, respectivamente.

## Abstract

In order to evaluate productive and cost production in swine farms with two different protocols of PRRS vaccination, indicators as total number of piglets born, borne alive, stillbirth, mummies, piglets weaned, weight at birth and weaned as well as weaned piglet and finished pig cost, were analyzed. Vaccination protocols were: P1, vaccination of sows and piglets and P2, only sows vaccination. Farrowing and weaning indicators

were evaluated with a designs of repeated measures, and finishing indicators with a Variance Analysis with means comparisons. Costs were calculated using with the general cost formula. It was possible to identify  $P(<0.05)$  differences in P2 in Total number of piglets born and mummies, Number of piglets weaned, weights at birth and weaned favor to P1, and no differences in the other variables. Finishing pigs in P1 was 12 days longer and 3.13 kg heavier than P2. Weaned piglets' cost were \$389.55 and \$424.25 Mexican pesos, and average day finishing cost were \$10.01 and \$11.43, respectively.

### Introducción

El virus del Síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRSV) del cerdo ha causado significativas pérdidas económicas en la industria porcina en todo el mundo (1). Las pérdidas van desde 75 mil euros en una granja de mil cerdas con una infección “ligera” hasta pérdidas de 698 mil euros (2). Es una enfermedad causada por un *Arterovirus* que emergió a finales de la década de los años ochenta en EEUU (3) y posteriormente en Europa, se dispersó rápidamente y se volvió enzótica en la población de cerdos de el mundo entero (4). La enfermedad se presenta con una gran variedad de signos que reflejan la virulencia de la cepa y que se relacionan con la etapa fisiológica de los animales, su estado inmunológico y la presencia de otras enfermedades (5). El cuadro se presenta en dos fases; la primera tiene una duración aproximada de 2 semanas, se caracteriza por una viremia aguda que causa anorexia y letargia, así como pirexia, taquipnea y disnea e hiperemia cutánea con extremidades cianóticas. La segunda fase, que puede iniciar antes que la primera se haya completado y puede durar hasta 4 meses se caracteriza por la falla reproductiva,

principalmente en las cerdas que fueron infectadas durante su tercer tercio de gestación (4), mientras que genera un cuadro respiratorio en cerdos en crecimiento (5). La enfermedad es causada por un virus RNA del cual existen dos variedades; cepas clásicas (C-PRRSV) y cepas de alta virulencia (HP-PRRSV) (7). También es clasificado de acuerdo a sus variaciones genéticas y diferencias antigénicas en dos tipos; PRRSV-1, el tipo europeo y PRRSV-2, el tipo norteamericano (8). La salud de los animales se puede complicar cuando el virus se asocia con otros patógenos como: Circovirus Porcino tipo II (PCV2), Pasteurella Multocida, Haemophilus Parasuis, Bordetella Bronchiseptica y Micoplasmas (9, 10, 11).

Luego de producido el brote, la producción de la granja tiende a mejorar paulatinamente (en 4 a 6 meses), no alcanzando los niveles de producción anteriores al brote. Por otra parte, al quedar el PRRSV circulando en la granja ésta queda expuesta a rebrotes de la enfermedad y existe persistencia del virus en los hatos porcinos (11).

Los resultados de las intervenciones para reducir el costo de la enfermedad, principalmente en las etapas de engorda han sido positivas, pero han dejado y causado mayores pérdidas en crianza. En 2005, las pérdidas en el hato reproductor fueron equivalentes al 12% del total del costo del PRRS, mientras que, en 2011, el costo en el hato reproductor ascendió a 45% (12).

El impacto negativo del PRRS en el margen económico por cerdo producido ha estimulado a incrementar los esfuerzos para controlar y eventualmente erradicar la enfermedad. Se asume que el control del virus de PRRS descansa en aspectos como diagnóstico temprano y monitoreo, bioseguridad, manejo del hato e inmunización (13).

El PRRS es un modelo hospedero/virus en el cual la enfermedad es determinada por la patogenicidad del virus, la susceptibilidad del hato reproductor y el fenotipo, la presión de co-infecciones bacterianas y las condiciones ambientales (14).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño productivo y los costos de producción por lechón destetado y cerdo finalizado en granjas porcinas con diferentes protocolos de vacunación al virus del PRRS.

### Material y Métodos

El estudio se realizó en dos granjas, que de acuerdo a la clasificación general tecnológica de SAGARPA, corresponden a granjas Semitecnificadas. Las granjas se localizan en el Altiplano. Una en el estado de Hidalgo con un clima templado seco, temperatura media anual de 14°C y precipitación pluvial anual en alrededor de 610 mm. La otra en el Estado de México con un clima templado semi seco, temperatura media anual de 16 a 17°C y precipitación pluvial anual de alrededor de 500 a 700 mm.

La información se obtuvo de dos granjas con inventarios de 480 y 180 cerdas reproductoras respectivamente. Los datos registrados y analizados se tomaron a partir de los registros individuales por cerda, en un histórico de su vida productiva siendo el último dato registrado los partos del primer semestre de 2017. Los indicadores técnicos analizados fueron: Lechones nacidos totales, Lechones nacidos vivos, Lechones nacidos muertos, Momias, Lechones destetados, Peso de los lechones al nacimiento, Peso de los lechones al destete, Edad de los cerdos al rastro, Peso de los cerdos al rastro, Las granjas tienen diagnóstico positivo a PRRS desde 2003 implementándose en ambas un calendario de vacunación. Para el protocolo de vacunación 1 (P1), se consideró a la granja en donde se vacunan además de las cerdas reproductoras, la

vacunación de los lechones a los 21 días de edad, aproximadamente. Para el protocolo de vacunación 2 (P2), se consideró a la granja que solo vacuna a las cerdas reproductoras. La vacunación en cerdas reproductoras en ambas granjas es cada cuatro meses en "sábana". Las dos utilizan la vacuna comercial Ingelvac PRRS MLV, de Laboratorios Boehringer Ingelheim Vetmedica Inc., la cual es una vacuna a virus vivo modificado siendo la dosis por animal de 2ml.

Ambas granjas tienen similar esquema de bioseguridad, genética y alimentación.

Los análisis de costos se realizaron utilizando la modificación a la fórmula general de costos de Muñoz y Rouco (15).

$$TC=F+V$$

donde: TC=costo de lechón destetado, F=costos fijos y V=costos variables.

Los costos fijos se formaron por:  $F=L+S+Co+R+A+Fi+CO+Ot$

donde: L= costos laborales, S=costos de suministros, Co=costos de energía y combustible, R=reparación y mantenimiento, A=amortización de los activos fijos, CO=costos de oportunidad y Ot=otros costos menores.

Los costos variable se conformaron por las partidas:

$$V=((AR+AM+AV+AMV+AL+M+CO)/(TOTCER*W))*z$$

donde: AR=costos de amortización de los reproductores, AM=alimentación de las cerdas, AMV=alimentación del verraco, AV=amortización de el verraco, AL=alimentación de los lechones, M=medicaciones, T=transporte, CO=costos de oportunidad, TOTCER=número total de cerdas en la explotación, W=Factor de ponderación en virtud de que todos los costos variables se referirán a la unidad de producción de un lechón comercial y z=número de lechones destetados.

La depreciación de los animales reproductores se calculará de la siguiente manera:

$$AR=(PH-(PD-1(-MORR)))/(PARM/PAR)-REP$$

donde: PH=precio de compra de la cerda, PD=precio de desecho de la cerda, MORR=mortalidad de reproductoras expresado en porcentaje, PARM=número promedio de partos de las cerdas, PAR=número de partos por cerda y año y REP=reemplazos de reproductoras.

El promedio de nacimientos por hato reproductor puede ser calculado en cualquier momento de la producción, en nuestro caso, antes, durante y después del brote de PED, sin importar la etapa fisiológica en que se encuentren las cerdas.

$$PARM = \sum(CER * n)/TOTCER$$

donde: CER=el número de cerdas y n=número de parto.

$PAR=365/(114,5+LAC+INT)*(1-NAB+VAC/CUB)$ , LAC=duración de la lactancia, INT=intervalo destete-cubrición fértil, NAB=número total de abortos, VAC=número de cerdas vacías, CUB=número de cubriciones realizadas. A su vez, INT está formado por la suma de los intervalos destete primera cubrición (INT1), p. 100 de primeras repeticiones\*21 (INT2), p. 100 segundas repeticiones\*42 (INT3), p. 100 de terceras repeticiones\*63 (INT4) y p. 100 de repeticiones acíclicas días medios de aparición.

$REP=PAR/PARM$  y el factor de ponderación es:  $w = PAR * VIV * (1 - MOR)*(1-MORT)$

donde: PAR=número de partos por cerda y año, VIV=lechones nacidos vivos por parto, MOR=mortalidad en lactación, MORT=mortalidad en transición destete-lechón comercial expresada en puntos porcentuales.

Para el cálculo de costos de cerdo cebado las fórmulas son:

$F = F = L + S + Co + R + A + Fi + CO + Ot$ , aplicable para el proceso de engorda y  $V = ((M + AL + CO) / w) * z$ , aplicable al proceso de engorda, donde z es el número de lechones engordados.

Para determinar las diferencias en productividad de las cerdas por parto (paridad) y por tipo de protocolo de vacunación, se utilizó un diseño de Medidas Repetidas en el Tiempo. Se determinó la mejor estructura de covarianza y para determinar la significancia se utilizó una prueba de Tuckey ajustada (16). Por su parte, para los datos productivos de la engorda, se utilizó un análisis de varianza para las variables días a venta y peso al sacrificio.

## Resultados

### Productividad

Las dos granjas analizadas presentaron similares niveles tecnológicos, de genética de los animales, de alimentación, de manejo productivo y sanitario, a excepción de los protocolos de vacunación contra PRRS. El Cuadro 1 resume el desempeño productivo de las cerdas reproductoras y sus lechones entre protocolos de vacunación. Destaca que a pesar de que el Protocolo 2 (P2) fue mejor en el número de lechones nacidos totales ( $P < 0.05$ ) el número de lechones destetados fue favorable ( $P > 0.05$ ) para el Protocolo 1 (P1).

En este sentido, el número de lechones nacidos totales por paridad solo fue diferente en cerdas en su primer parto ( $P < 0.05$ ) con valores de  $10.14 \pm 0.11$  y  $11.28 \pm 0.16$  para los protocolos 1 y 2, respectivamente. Igualmente, se observaron diferencias en el número de momias en la paridad uno ( $0.36 \pm 0.03$  y  $0.66 \pm 0.05$ ) y paridad cinco ( $0.36 \pm 0.03$  y  $0.66 \pm 0.05$ ); el número de lechones destetados en las paridades dos ( $9.19 \pm 0.11$  y

8.01±0.14) y paridad tres (9.30±0.13 y 7.89±0.17) a favor del P1 (Cuadro 2). En relación con los pesos de la camada al nacimiento, el desempeño fue mejor para P1 en las paridades uno a la cinco. El peso de la camada al destete sin embargo, solo fue diferente, a favor de P1 en las paridades una a la tres.

El número de lechones nacidos totales en la granja con el P1, registró un incremento en las paridades 2, 3, 4 y 5, con respecto al parto 1 ( $P<0.05$ ). Los valores fueron: 10.14±0.11, 10.84±0.16, 11.38±0.15, 11.56±0.17 y 11.23±0.21, respectivamente. En la granja con el P2, no hubo diferencia en el indicador. El número de momias en P1, no presentó diferencias, por su parte, el número de momias bajo P2 fue diferente ( $P<0.05$ ) en los partos 1, 6 y 7. Los valores fueron de: 0.66±0.05 (parto uno), 0.43±0.05, 0.36±0.09 y 0.44±0.11. El desempeño en lechones destetados para P1 fue diferente en los partos 2 y 3 con respecto a parto 1, mientras que no se registraron diferencias en este indicador para los cerdos en P2. Los pesos al nacimiento en P1 registró una disminución en los partos 2, 3, 4 y 5 ( $P<0.05$ ) y sin diferencia en P2. Finalmente los pesos de la camada al destete se comportaron de manera regular, con diferencias en los lechones destetados bajo P1 en los partos 2 y 3, con relación a parto 1 y en P2, la diferencia se observó en la paridad cinco.

Para el caso de engorda los días a venta registrados fueron de 181.08±5.01 y 168.81±4.81 para P1 y P2 respectivamente ( $P<0.05$ ); el peso final fue de: 95.46±3.27 y 92.28±3.93 ( $P<0.05$ ), respectivamente.

Los costos de producción por lechón destetado en P1 fue de \$389.55 pesos y de \$424.25 para P2. El 93.62% del total de los costos fueron costos variables para el P1 mientras que para el P2, los costos variables fueron de 96.27%.

El desempeño económico en engorda fue de \$1,812.81 para P1 y de \$ 1,930.07 para P2. Con estos indicadores el costo medio por día de engorda fue de \$10.01/día para P1 y \$11.43/día.

#### Discusión

Al desglosar los datos por parámetro por granja y por paridad y comparándolos con el conglomerado de producción de PIC (17) para México, las granjas se encuentran 2.75 y 2.2 lechones nacidos totales menos, para la Granja con P1 y P2, respectivamente. Para el número de lechones nacidos vivos la diferencia fue de -2.18 y 2.23, lechones destetados fue de -1.95 y -2,58, respectivamente. Igualmente, el peso al destete fue menor en las granjas analizadas: -470 y -360 grs.

Las diferencias en estos resultados en general sugieren que el Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRS) al afectar a las reproductoras puede atravesar la placenta al rededor del día 70 de la gestación provocando que se presenten partos prematuros, por un lado, y por el otro, una mayor cantidad de lechones nacidos muertos y momias. Igualmente es posible registrar un aumento de mortalidad pre destete, significando un menor número de lechones destetados (18, 12). Aún cuando la literatura menciona que una granja afectada en un lapso de seis meses regresa a una “relativa normalidad” (12) hay algunas granjas en donde esta enfermedad se encuentra de forma crónica (18). El virus del PRRS además al crear sinergia con otros virus o bacterias cualquiera de ellas puede ser la causante de mayor mortalidad en lactancia (19).

En cuanto al desempeño en la engorda, tomando como referencia los resultados promedio de PIC (17) para México, la diferencia en edad fue de 18 días más para P1 y 6 días más para P2, sin embargo 23.63 Kg. para T1 y 26.81 Kg. para T2.

El PRRS afecta a los cerdos de la engorda produciendo enfermedades de tipo respiratorio con lesiones pulmonares permitiendo además que otras enfermedades virales o/o bacterianas se asocien a esta como pueden ser Influenza, Streptococcus suis, Mycoplasma hyopneumoniae, Salmonella cholerasuis, Haemophilus parasuis, Pasteurella multocida, Circovirus porcino, Coronavirus porcino, Actinobacillus pleuroneumoniae (19, 12). Estas enfermedades enlentecen el crecimiento de los cerdos y la ganancia diaria disminuye, aumentando los días al rastro.

Agradecimientos y conflicto de interés.

A los productores por su apoyo y disposición. Al CONACyT por la beca para la realización de los estudios de la MVZ Quezada.

No existe ni existió conflicto de interés alguno.

#### Literatura Citada

1. Lunney JK, Benfield D a, Rowland, RRR. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: an update on an emerging and re-emerging viral disease of swine. Virus Res 2010;154, 1–6.
2. Nauthes H, Alarcon P, Rushton J, Jolie R, Fiebig K, Jimenez M, Geurts V, Nathues. Cost of porcine reproductive and respiratory syndrome virus at individual farm level – An economic disease model. Prev Vet Med 2017;142:16-29.
3. Keffaber KK. Reproductive failure of unknown etiology. Amer Assoc Swine Pract 1989;1:1-10.

4. Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW Editores. Diseases of swine. 10a edición. Estados Unidos. Wiley-Blackwell. 2012.
5. Wang G, Yu Y, He X, Wang M, Cai X. Zimmerman JJ. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection of bone marrow: Lesions and Pathogenesis. Vir Res 2019
6. Oh T, Kim H, Park KH, Jeong J, Yang S, Kang I, Chae C. Comparison of four commercial PRRSV MLV vaccines in herds with co-circulation of PRRSV-1 and PRRSV-2. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 2019 63:66-73
7. Wang G, Yu Y, Zhang C, Tu Y, Tong J, Liu Yonggang, Chang Y, Jiang C, Wang S, Zhou E, Cai X. Immune responses to modified live virus vaccines developed from classical or highly pathogenic PRRSV following challenge with highly pathogenic PRRSV strain. Dev Comp Immuno 2016 62 1-7
8. Chen Y, Zhiqing Y, Heyou Y, Yingfang W, Xiaoliang H, Qi L, Chihai J, Junmin H, Qiwei D, Yixin L, Mengkai C, Shuyi H, Chunquan M, Guihong Zhang. The phosphorylation of the N protein could affect PRRSV virulence in vivo. Vet Mic 2019; 231:226-231.
9. Yin SH, Xiao CT, Gerber PF, Beach NM, Meng XJ, Halbur PG, Opriessnig T. Current porcine circovirus type 2a (PCV2a) or PCV2b infection increases the rate of amino acid mutations of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) during serial passages in pigs. Vir Res 2013 178:445-451
10. Li J, Wang S, Li C, Wang C, Liu Y, Wang G, He X, Hu L, Liu Y, Cui M, Bi C, Shao Z, Wang X, Xiong T, Cai X, Huang L, Weng C. Secondary *Haemophilus parasuis* infection

enhances highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus (HP-PRRSV) infection-mediated inflammatory responses. *Vet Microbiol* 2017 204:35-42.

11. Willis RW, Zimmerman JJ, Yoon KJ, Swenson SL, McGinley MJ, Hill HT, Platt KB, Christopher-Hennings J, Nelson EA. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: a persistent infection. *Vet Microbiol* 1997;55:231-240.

12. Holtkamp DJ, Kliebenstein JB, Neumann EJ, Zimmerman JJ, Rotto HF, Yoder TK, Wang C, Yeske PE, Mowrer CL, Haley CA. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States Pork producers. *J S Ha Prod* 2013;21(2):72-84

13. Pileri E, Mateu E. Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Vet Res* 2016;47:108-121.

14. Drigo M, Giacomini E, Lazzaro M, Pasotto D, Bilato D, Rueggeri J, Boniotti MB, Alborali GA, Amadori M. Comparative evaluation of immune responses in swine in PRRS-stable unstable herds. *Vet Immunol Immunopatol* 2018;200:32-39.

15. Muñoz LA, Rouco YA. Análisis de costos de producción de lechón comercial en explotaciones tipo de la Región de Murcia. *Archivos de Zootecnia*; 1995;44:391-402.

16. Kramer CY. Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications. *Biometrics* 1956;12:307–310.

17. PIC. Análisis de la industria porcina en Latinoamérica. *PIC* 2017;15:1-20.

18. Morilla A. Manual para el control de las enfermedades infecciosas de los cerdos. 2a Edición. Ed. Manual Moderno. 2005. 315 pp.

19. Schwartz KJ. Swine Disease Manual, Third Edition, Edited by: K.J. Schwartz. 2004.  
pp 192.

### Cuadros y gráficas

Cuadro 1. Comparación de resultados protocolo de vacunación

|                                 | Tratamiento |            |
|---------------------------------|-------------|------------|
|                                 | 1 (n=1658)  | 2 (n=972)  |
| Lechones nacidos totales        | 10.88±0.10  | 11.43±0.12 |
|                                 | P<0.0006    |            |
| Lechones nacidos vivos          | 10.13±0.13  | 10.08±0.15 |
|                                 | P>0.05      |            |
| Mortinatos                      | 0.50±0.04   | 1.00±0.12  |
|                                 | P>0.05      |            |
| Momias                          | 0.34±0.03   | 0.50±0.03  |
|                                 | P<0.0001    |            |
| Lechones destetados             | 8.94±0.08   | 8.31±0.09  |
|                                 | P<0.0001    |            |
| Peso de la camada al nacimiento | 14.11±0.13  | 12.44±0.10 |
|                                 | P<0.0001    |            |
| Pesa de la camada al destete    | 52.33±0.52  | 49.53±0.59 |
|                                 | P<0.0005    |            |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Cuadro 2. Desempeño reproductivo en el tiempo

|          | Número de Paridad |              |              |              |              |              |              |              |
|----------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          | 1                 |              | 2            |              | 3            |              | 4            |              |
|          | 1<br>(n=493)      | 2<br>(n=261) | 1<br>(n=401) | 2<br>(n=204) | 1<br>(n=284) | 2<br>(n=160) | 1<br>(n=208) | 2<br>(n=125) |
| Tratami  |                   |              |              |              |              |              |              |              |
| ento     |                   |              |              |              |              |              |              |              |
| Lechon   | 10.14±            | 11.28±0      | 10.84±0      | 10.86±0      | 11.38±0      | 11.54±0      | 11.56±0      | 11.77±       |
| es       | 0.11              | .16          | .16          | .18          | .15          | .20          | .17          | 0.23         |
| nacidos  |                   |              |              |              |              |              |              |              |
| totales  |                   |              |              |              |              |              |              |              |
|          | P<0.0001          |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              |
| Lechon   | 9.39±0.           | 9.65±0.      | 10.44±0      | 9.59±0.      | 10.57±0      | 10.53±0      | 10.56±0      | 10.34±       |
| es       | 17                | 23           | .19          | 26           | .22          | .29          | .26          | 0.33         |
| nacidos  |                   |              |              |              |              |              |              |              |
| vivos    |                   |              |              |              |              |              |              |              |
|          | P>0.05            |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              |
| Mortinat | 0.38±0.           | 0.93±0.      | 0.31±0.      | 0.81±0.      | 0.46±0.      | 1.12±0.      | 0.46±0.      | 0.95±0.      |
| os       | 03                | 07           | 03           | 12           | 06           | 19           | 05           | 09           |
|          | P>0.05            |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              |
| Momias   | 0.36±0.           | 0.66±0.      | 0.32±0.      | 0.43±0.      | 0.38±0.      | 0.53±0.      | 0.51±0.      | 0.55±0.      |
|          | 03                | 05           | 04           | 05           | 04           | 06           | 05           | 07           |
|          | P<0.0001          |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              | P>0.05       |              |
| Lechon   | 8.70±0.           | 8.27±0.      | 9.19±0.      | 8.01±0.      | 9.30±0.      | 7.89±0.      | 9.23±0.      | 8.46±0.      |
| es       | 10                | 14           | 11           | 14           | 13           | 17           | 15           | 20           |
| desteta  |                   |              |              |              |              |              |              |              |
| dos      |                   |              |              |              |              |              |              |              |

|            | P>0.05   |         | P<0.0001 |         | P<0.0001 |         | P>0.05   |        |
|------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|
| Peso de    | 13.55±   | 12.49±0 | 14.70±0  | 12.40±0 | 14.77±0  | 12.79±0 | 14.69±0  | 12.82± |
| la         | 0.14     | .20     | .16      | .22     | .19      | .25     | .21      | 0.28   |
| camada     |          |         |          |         |          |         |          |        |
| al         |          |         |          |         |          |         |          |        |
| nacimiento |          |         |          |         |          |         |          |        |
| nto        |          |         |          |         |          |         |          |        |
|            | P<0.0001 |         | P<0.0001 |         | P<0.0001 |         | P<0.0001 |        |
| Pesa de    | 51.80±   | 46.21±0 | 55.18±0  | 46.34±0 | 55.47±0  | 46.94±1 | 54.36±0  | 50.39± |
| la         | 0.59     | .81     | .66      | .92     | .78      | .03     | .90      | 1.16   |
| camada     |          |         |          |         |          |         |          |        |
| al         |          |         |          |         |          |         |          |        |
| destete    |          |         |          |         |          |         |          |        |
|            | P<0.0001 |         | P<0.0001 |         | P<0.0001 |         | P>0.05   |        |

Continúa..

..continuación

|                                 | Número de Paridad |           |           |           |           |           |
|---------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                 | 5                 |           | 6         |           | 7         |           |
| Tratamiento                     | 1 (n=144)         | 2 (n=98)  | 1 (n=93)  | 2 (n=76)  | 1 (n=34)  | 2 (n=48)  |
| Lechones nacidos                | 11.23±0.2         | 11.71±0.2 | 10.90±0.2 | 11.70±0.2 | 10.10±0.4 | 11.29±0.3 |
|                                 | 1                 | 6         | 6         | 9         | 2         | 6         |
|                                 | P>0.05            |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |
| Lechones nacidos vivos          | 10.24±0.3         | 10.40±0.3 | 10.24±0.3 | 10.05±0.4 | 9.20±0.62 | 9.99±0.53 |
|                                 | 1                 | 8         | 9         | 3         |           |           |
|                                 | P>0.05            |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |
| Mortinatos                      | 0.47±0.06         | 1.08±0.12 | 0.53±0.08 | 1.13±0.15 | 0.89±0.23 | 0.81±0.13 |
|                                 | P>0.05            |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |
| Momias                          | 0.36±0.03         | 0.66±0.05 | 0.32±0.04 | 0.36±0.09 | 0.18±0.12 | 0.44±0.11 |
|                                 | P<0.006           |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |
| Lechones destetados             | 9.05±0.18         | 8.67±0.22 | 8.46±0.23 | 8.59±0.25 | 8.67±0.37 | 8.29±0.31 |
|                                 | P>0.05            |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |
| Peso de la camada al nacimiento | 14.55±0.2         | 12.33±0.3 | 13.62±0.3 | 12.73±0.3 | 12.89±0.5 | 12.48±0.4 |
|                                 | 6                 | 1         | 2         | 6         | 3         | 4         |
|                                 | P<0.0001          |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |

|            |           |           |           |           |           |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Pesa de la | 52.14±1.0 | 52.89±1.3 | 48.07±1.3 | 51.41±1.4 | 49.30±2.1 | 52.55±1.8 |
| camada al  | 8         | 1         | 3         | 8         | 8         | 5         |
| destete    | P>0.05    |           | P>0.05    |           | P>0.05    |           |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

## DISCUSION GENERAL

Los resultados obtenidos en esta investigación representan la producción de las hembras en su vida productiva (todas las paridades). Las dos unidades de producción analizadas son de ciclo completo con auto reemplazo y cuentan con instalaciones para cada una de las áreas (gestación, maternidad, destetes y engorda).

En el desempeño reproductivo al comparar los resultados globales de ambas granjas con el Comparador de datos Productivos BD Porc 2017 y PIC 2018.

En el caso de lechones nacidos totales BD Porc tiene un promedio de 14.55 animales, para P1 la diferencia existente es de 3.67 para P2 3.12 animales respectivamente.

Para los lechones nacidos vivos por camada la diferencia para P1 es de 3.23 y para P2 es de 3.28 animales. Lechones destetados por camada granja P1 tiene 2.58 y P2 3.21 animales menos por camada respectivamente. El peso al destete tomando como referencia PIC México 2018, granja P1 son 360 gr. y P2 260 gr. de diferencia.

En la engorda la diferencia en edad al mercado es para P1 de 0.22 días y P2 12.49 días y la diferencia en peso es P1 21.84 Kg y P2 de 25.02 kg.

Ambas granjas se encuentran por abajo de los promedios de PIC y BD Porc. Esto sugiere que el síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo al afectar a las reproductoras produce abortos casi a término, partos prematuros aumento de nacidos muertos y momias (Anon 1991). En los lechones lactantes se incrementa la mortalidad por infecciones secundarias prevalentes en la granja (Anon 1991). Los lechones nacen débiles y con bajo peso y la baja producción láctea incrementa la mortalidad además del bajo peso al destete (Morilla 2005).

La edad y peso de los animales al rastro expresado en los resultados es menor al evaluado por PIC 2018. El síndrome reproductivo y respiratorio porcino produce que la mortalidad en la población en engorda se incrementa por las infecciones respiratorias secundarias pre existentes que cursan con fiebre, anorexia, letargia, tos, neumonía y mortalidad, los cerdos que no mueren crecen de forma más lenta lo cual hace que los grupos sean dispares (Morilla 2005). Algunas de las enfermedades con las cuales el

virus de PRRS hace sinergia son Circovirus Porcino tipo II que produce desmedro en los cerdos.

## CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros reproductivos, aun cuando ambas granjas mantienen un calendario de vacunación cada cuatro meses:

Las hembras de reemplazo no son vacunadas en ocasiones al ingresar al hato reproductor lo que crea sub poblaciones de cerdos infectados y no infectados en la misma piara.

Al relajar el calendario de vacunación de PRRS permite que la población susceptible aumente permitiendo que el virus circule nuevamente.

Ambas granjas no reconocen las ventajas de implementar mejores medidas de bioseguridad.

No se respetan los espacios por animal lo que provoca hacinamiento en todas las áreas de las granjas.

Falta de limpieza en las instalaciones en general.

Falta de equipo como bebederos, comederos, jaulas, calentadores.

Empleados insuficientes en toda la granja.

Esto aunado a que ambas granjas son viejas y poco modernizadas pueden llegar a establecer que aunque tienen años tratando de controlar el PRRS no lo han logrado.

## REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS

Allende, R; Lewis, T.L. Lu, Z; Rock, D. L; Kutish, G. F.; Ali, A; Doster, A. R; Osorio, F. A. 1999. North American and European porcine reproductive and respiratory syndrome viruses differ in non-structural protein coding regions. *Journal Gen Virol* 80: 307-315.

Anon. 1991. Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS): Conclusions, In: The new pig disease. porcine reproductive and respiratory syndrome. A report on the seminar/workshop held in Brussels on 29-30 April 1991 and organized by the European Commission (Directorate General for Agriculture). 1991: 82-86.

Benfield, D.A; Nelson, E; Collins, J.E; Harris L; Goyal, S.M; Robison, D; Christianson, W.T; Morrison, B.B; Goryca, D; Chladek, D. 1992. Characteristics of swine infertility and respiratory syndrome (SIRS)virus (isolate ATCC VR-2332). *Journal Veterinary Diagn. Invest.* 4:127-133.

Bobadilla-Soto, E.E; Espinoza-Ortega, A; Martínez-Castañeda, F.E. 2010. Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 1(3):251-268.

Cedeño-Núñez, C.A. 2011. Rentabilidad de granjas porcinas del Norte del Estado de México. Tesis de Maestría. UAEMex. pp. 58.

Dea, S.A; Bilodeau, R; Athanassious, R; Sauvageau, R.A; Martineau, G.P. 1992. Swine reproductive and respiratory syndrome in Quebec: isolation of an enveloped virus serologically-related to Lelystad virus. *Canadian Veterinary Journal.* 33:801-808.

Dea, S; Gagnon, C.A; Mardassi, H; Milane, G. 1996. Antigenic variability among North American and European strains of porcine reproductive and respiratory syndrome virus as defined by monoclonal antibodies to the matrix protein. *Journal Clinic of Microbiolgy.* 34: 1488-1493.

Dee S, et al. 1995. A possible explanation for the inability to control PRRS in large herds: the theory of subpopulations. *Leman AD: Swine Conf Minnesota*; 22:130.

Domingo, E; Holland, J. J. 1997. RNA virus mutations and fitness for survival. *Annu. Rev. Microbiol.* 51:151-178.

Escalante, R, I; Catalán, H; Galindo, L. 2005. "Evolución del producto del sector agropecuario mexicano, 1960-2002: algunas regularidades empíricas ", *Cuadernos Desarrollo Rural*. No. 54 87-112 pp.

Escalante, R; Catalán, H. 2008. Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos. *Facultad de Economía, UNAM*. 350:19 pp.

Escalante, R; Catalán, L; Galindo, L; Reyes, o. 2007. "Desagrarización en México tendencias actuales y retos hacia el futuro", *Documentos de trabajo, México*.

Escalante, S; Rello, F; Rello, R. 2000. "El sector agropecuario mexicano: los desafíos del futuro", *Comercio Exterior*, vol.50, No.11.

FIRA Panorama Agroalimentario. Carne de cerdo 2016. 34 pp.

Gorbalenya, A.E; Enjuanes, L; Ziebuhr, J; Snijder, E. J. 2006. Nidovirales: evolving the largest RNA virus genome. *Virus Res.* 117: 17-37.

Hill, H. 1990. Overview and history of mystery swine disease (swine infertility/respiratory syndrome). *Proc. Mystery Swine Dis Committee Meeting*. 29-31.

Holck, J; Polson, D. 2003. The Financial Impact of PRRS Virus. *PRRS Compendium Producer Edition*. Chapter six.

Holtkamp, D; Yeske, P; Polson, D; Melody, J; Philips, R. 2010. A prospective study evaluating duration of swine breeding herds PRRS virus-free status and its relationship with measured risk. *Preventive Veterinary Medicine* 96:186-193.

Holtkamp, D., Kliebenstein, J., Neumann, E., Zimmerman, J., Rott, H., Yoder, T., Wang, Ch., Yeske, P., Mowrer, Ch., Haley, Ch. 2013. Assessment of economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States pork producers. *Journal of Swine Health and Production* 21:72-84.

Ibarra, D; Acosta, A. 2003. "El dilema campesino", *Investigación económica*, vol. LXII, No. 245.

Jiwoon, J; Kyuhyung, C; Ikjae, K; Changhoon, P; Chanhee, C. 2016. Evaluation of 20 year old porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) modified live vaccine (Ingelvac PRRS MLV) against two recent type 2 PRRS virus isolates in South Korea. *Veterinary Microbiology* 192:102-109.

Jiwoon, J; Seem, K; Kee, H; Ikjae, K; Su-Jin, P; Changhoon, P; Chanhee, C. 2017. Evaluation of effect of a porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) modified-live virus vaccine on sow reproductive performance in endemic PRRS farms. *Veterinary Microbiology* 208: 47-52.

Keffaber, K,K. 1989. Reproductive failure of unknown etiology. *AASP News*. 1:1-10.

Linhares, D; Johnson, C; Morrison, R. 2015. Economic Analysis of Vaccination strategies for PRRS Control. *Plos One*.

Linhares, D,C,L; Torremorell, M; Joo, H,S; Morrison, R,B. 2012. Infectivity of PRRS virus in pig manure at different temperature. *Veterinary Microbiology*. Volume 160, No. 1-2 pages 23-28.

Loula, T. 1991. Mystery pig disease. *Agri-Practice*. 12:23-24.

Martinez, C. F. E. 2002. Indicadores productivos y de sustentabilidad económica en granjas porcinas en el norte del Distrito Federal (Tesis Maestria). Estado de México. Colegio de Posgraduados.

Mengeling, W. 2005. The porcine reproductive and respiratory syndrome quandary. Part I: Fact versus speculation. *Journal of Swine Health and Production*; 13(2) : 91-95.

Mengeling, W. 2005. The porcine reproductive and respiratory syndrome quandary. Part II: Vaccines and vaccination strategy. *Journal of Swine Health and Production*; 13(3): 152-156.

Meulenbergh, J.J; Julst, M.M; de Meijer, E. J; Moonen, P.I; den Besten, A; de Khuyver, E.P; Wensvoort, R; Moormann, R.J. 1993. Lelystad virus, the causative agent of porcine epidemic abortion and respiratory syndrome (PEARS), is related to LDV and EAV. *Virology* 192: 62-72.

Morilla, A. 2005. Manual para el control de las enfermedades infecciosas de los cerdos. 2a Edición. Ed. Manual Moderno. 315 pp.

Muñoz, L.A. Rouco, Y.A. 1995. Análisis de costes de producción de lechón comercial en explotaciones tipo de la Región de Murcia. *Archivos de Zootecnia*, 44, 391-402.

Murtaugh, M.P; Elam, M.R; Kakach, L.T; 1995. Comparison of the structural protein coding sequences of the VR-2332 and Lelystad virus strains of the PRRs virus. *Arch. Virol.* 140: 1451-1460.

Nelsen, C.J; Murtaugh, M. P; Faaberg, K. S; 1999. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus comparison: divergent evolution on two continents. *Journal Virology* 73: 270-280.

Olanratmanee, E,O; Thanawongnuwech, R; Kunavongkrit, A; Tummaruk, P. 2014. Reproductive performance of sows with and without PRRS modified live virus vaccination in PRRS-virus-seropositive herds. *Tropical Animal Health and Production*. Volume 46, pages 1001-1007.

Otake, S; Dee, S, A; Rosoow, K, D.2002. Transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by needles. *Veterinary Record* 150: 114-115 pp.

PIC. Análisis de la industria porcina en Latinoamérica. *PIC* 2018;16:1-30.

Rowland, R.R.R. 2010. The interaction between PRRSV and the late gestation pig fetus. *Virus Research* 154(1-2):114-22.

Rowland, R,R,R; Lunney, J, K; 2017. Alternative strategies for the control and elimination of PRRS. *Veterinary Microbiology* 209; 1- 4.

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Situación actual y perspectivas de la producción de carne de porcino en México 1990-1998. México. 1998.

Schwartz K,J. 2004. *Swine Disease Manual, Third Edition*, Edited by: K.J. Schwartz.192 pp.

Schwentenius, R. R. y M.A. Gómez C. 1991. La porcicultura mexicana ante la posible firma de un tratado de libre comercio con EUA y Canadá. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la agroindustria y de la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. México. 54 pp.

Snijder, E. J; Kikkert, M; Fang, Y. 2013. Arterivirus molecular biology and pathogenesis. *Journal Gen. Virol.* 94: 2141-2163.

Suárez, B. 1995. La porcicultura de traspatio y su potencialidad. En: Kato, M. (Coordinador). *La producción porcícola en México: contribución al desarrollo de una visión integral.* UAM-UMSNH. México. 173-195.

Trujillo, O.M.E; J. Flores, C. 1988. *Producción Porcina.* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 351pp.

Zimmerman, J, J; Benfield, D, A; Dee, S, A; Murtaugh, M, P; Stadejek, T; Stevenson, G, W; Torremorell, M; 2012. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (porcine arterivirus), In: Zimmerman, J, J; Karriker, L, A; Ramirez, A; Schwartz, K, J; Stevenson, G, W. (Eds.), *Diseases of Swine.* 10 th ed. Wiley-Blackwell, Ames. 461-486 pp.

Zimmerman J, Yoon K, Stevenson G, Dee A, 1998. *The 1998 PRRS compendium; a comprehensive reference on porcine reproductive and respiratory syndrome for pork producers, veterinary practitioners, and researchers.* Iowa, USA: National Pork Producers Council, 118p.