



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

Determinación del costo de los diferentes protocolos de tratamientos para el control de un rebrote de Diarrea Epidémica Porcina (DEP) en una granja de ciclo completo.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD Y PRODUCCIÓN ANIMAL

P R E S E N T A :

N A N C Y P A U L I N A G A R C Í A C A N O R U B Í

Directora de Tesis:

Dra. María Elena Trujillo Ortega

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Comité Tutor:

Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda

Instituto de Ciencias Agropecuarias y rurales UAEM

Dra. Susana Elisa Mendoza Elvira

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Agosto 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

(")

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

La Diarrea Epidémica Porcina es una enfermedad entérica altamente contagiosa en los cerdos, que ha provocado grandes pérdidas económicas a la industria porcina a nivel mundial debido a que provoca mortalidad hasta del 100% en lechones infectados. Las medidas conocidas para el control de la Diarrea Epidémica Porcina, antes del desarrollo y lanzamiento de las vacunas para PED en el 2017 en México, fue el “feedback” o “licuado”, aunque fue una medida muy utilizada durante el brote de PED en el 2013, entre los diversos autores que lo recomiendan no hay una homogeneidad en el uso. Una de las principales desventajas de su uso como medida de control, es que puede ocasionar la transmisión de otras enfermedades presentes en el hato que no han sido previamente diagnosticadas. El objetivo del trabajo fue evaluar los costos de producción de un lechón destetado y determinar el número de cerdas que seroconvierten por el uso del inóculo cuantificado y feedback con diferentes vehículos, diferentes dosis y a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina. El estudio se realizó en el CEIEPP, granja de ciclo completo con 170 hembras, las cerdas fueron inmunizadas con diferentes protocolos de intervención, las cuales fueron dos variantes: a) Virus cuantificado con 4 vehículos diferentes (agua, leche, trigo y sin vehículo-directo); y b) “Feedback” o licuado intestinal, ambos a tres dosis diferentes. Se observó que entre feedback y el inóculo no hay una diferencia en el porcentaje de cerdas que seroconvierten, aunque el inóculo directo a 1 ml es el protocolo que mejor resultados se obtuvo, con 87.5% de cerdas que seroconvirtieron. La evaluación productiva, se realizó de tres formas distintas: a) Por semana de seroconversión; b) Por el tercio de la gestación; y c) Por número de parto de la carda. A todos los análisis productivos se les realizó el análisis de costos con énfasis en el lechón destetado. Se utilizó la fórmula general de costos propuestas por Luna y Rouco, en donde se obtuvo el costo y la utilidad del lechón destetado; tomando en cuenta que el precio del lechón destetado es de \$800.00 pesos.

ABSTRACT

Swine epidemic diarrhea is a highly contagious enteric disease in pigs, which has caused great economic losses to the pig industry worldwide because it causes mortality of up to 100% in infected piglets. The known measures for the control of swine epidemic diarrhea, before the development and launch of vaccines for PED in 2017 in Mexico, were the "feedback" or "liquefied", although it was a widely used measure during the PED outbreak in 2013, Among the various authors who recommend it, there is no homogeneity in use. One of the main disadvantages of its use as a control measure is that it can cause the transmission of other diseases present in the herd that have not been previously diagnosed. The objective of the work was to evaluate the production costs of a weaned pig and to determine the number of sows that were seroconverted by using the quantified inoculum and the feedback with different vehicles, different doses and at different times, against the pig epidemic. diarrhea. The study was carried out in the CEIEPP, a complete cycle farm with 170 females, the sows were immunized with different intervention protocols, which were two variants: a) Virus quantified with 4 different vehicles (water, milk, wheat and without direct vehicle)); and b) "Feedback" or intestinal liquefied, both at three different doses. It was observed that between the feedback and the inoculum there is no difference in the percentage of sows that seroconvert, although the direct inoculum at 1 ml is the protocol that obtained the best results, with 87.5% of sows that seroconverted. The productive evaluation was carried out in three different ways: a) Per week of seroconversion; b) For the third of gestation; and c) By number of birth of the card. To all the productive analyzes the cost analysis was carried out with emphasis on the weaned piglet. The general cost formula proposed by Luna and Rouco was used, where the cost and utility of the weaned piglet were obtained; taking into account that the price of the weaned piglet is \$ 800.00 pesos.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. Agente etiológico y epidemiología	3
2. Situación de PED en Estados Unidos.....	3
3. PED en México	4
4. Costo de una enfermedad	6
5. Control	7
III. JUSTIFICACIÓN	9
IV. HIPÓTESIS	10
V. OBJETIVOS GENERALES	11
VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
VII. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
7.1. Características del sitio de estudio	13
7.2. Características de la unidad productiva.....	13
7.3. Recopilación de los datos.....	14
7.4. Protocolos de intervención.....	14
7.4.1. Virus cuantificado	14
7.4.2. Feedback	15
7.5. Colección y procesamiento de muestras	16
7.5.1. Porcentaje y momento (tiempo en semanas) de la seroconversión	16
7.5.2. Análisis productivo y económico	17
7.6. Análisis estadístico	18
VIII. RESULTADOS	19
8.1. Porcentaje de Seroconversión	19
8.1.1. Momento (tiempo en semanas) de seroconversión.....	22

8.2. Productivo y económico	25
IX. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	32
X. REFERENCIAS	40

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	PÁGINA
➤ Gráfica 1. Precios mensuales promedio de carne de porcino del 2012 al 2016.	5
➤ Gráfica 2. Diagrama de los diferentes protocolos para el control del PED.	15
➤ Gráfica 3. Porcentaje de seroconversión con dos tratamientos (feedback e inóculo) en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.	21
➤ Gráfica 4. Porcentaje de seroconversión con cuatro diferentes vehículos del inóculo (agua, directo, leche y trigo) en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.	22
➤ Gráfica 5 Porcentaje de seroconversión de los cuatro diferentes vehículos del inóculo (agua, directo, leche y trigo) con tres diferentes dosis, en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.	23
➤ Gráfica 6. Porcentaje de seroconversión de las diferentes dosis del tratamiento feedback en cuatro diferentes tiempos posterior a los tratamientos.	24

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
➤ Cuadro 1. Porcentaje de seroconversión en los diferentes tratamientos contra PED.	18
➤ Cuadro 2. Porcentaje de seroconversión en los diferentes vehículos del inóculo.	18
➤ Cuadro 3. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de leche.	18
➤ Cuadro 4. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de trigo.	19
➤ Cuadro 5. Porcentaje de seroconversión las diferentes dosis del inóculo con vehículo directo.	19
➤ Cuadro 6. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de agua.	20
➤ Cuadro 7. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del feedback.	20
➤ Cuadro 8. Desempeño productivo y económico en cerdas de acuerdo con el tiempo de seroconversión.	25
➤ Cuadro 9. Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), de acuerdo con el tiempo de seroconversión.	26

- **Cuadro 10.** Desempeño productivo y económico en cerdas dependiendo el tercio de gestación que recibieron el tratamiento contra PED. 27
- **Cuadro 11.** Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), dependiendo el tercio de gestación que recibieron el tratamiento contra PED. 28
- **Cuadro 12.** Comparación de los parámetros productivos en cerdas de diferentes partos durante la administración de los diferentes tratamientos. 29
- **Cuadro 13.** Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), en cerdas de diferentes partos. 30

LISTA DE ABREVIATURAS

- **ARN** Ácido ribonucleico
- **CEIEPP** Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina
- **CLD** Costo lechón destetado
- **CPA** Comisión México- Estados Unidos para la prevención de la fiebre aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales
- **CPM** Confederación de Porcicultores Mexicanos
- **DICC50%/ml.** Dosis infecciosa media en cultivo de células por mililitro
- **DRE** Días de Retorno al Estro post destete
- **EE. UU.** Estados Unidos
- **EVD** Epidemic Viral Diarrhea
- **F** Fertilidad
- **kb** kilobyte
- **LDttC** Lechones destetados por cerda
- **LNM** Lechones nacidos muerto
- **LNM_o** Lechones nacidos momias
- **LNT** Lechones nacidos totales
- **LNV** Lechones nacidos vivos
- **M** Proteína de membrana
- **% MD** Porcentaje de mortalidad previa al destete
- **ml** mililitros
- **n** número
- **OIE** Organización Mundial de Sanidad Animal
- **PCR** Reacción en cadena de la polimerasa
- **PCV2SI** Circovirus Porcino tipo 2
- **PED** Diarrea Epidémica Porcina
- **PRRS** Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino

- **PLDtt** Peso promedio del Lechón en Kg al Destete
- **PLN** Peso promedio del Lechón en Kg al Nacimiento
- **PMWS** Síndrome de Desgaste Multisistémico Post-destete
- **PVP** Parvovirus Porcino
- **S** Proteína spike
- **S.A. de C.V.** Sociedad anónima de capital variable
- **SAGARPA** Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- **SENASICA** Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
- **SNIIM** Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados
- **TGE** Gastro Enteritis Transmisible
- **ULD** Utilidad de lechón destetado
- **USDA** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

I. INTRODUCCIÓN

La Diarrea Epidémica Porcina es una enfermedad entérica altamente contagiosa en los cerdos, causada por el virus de la Diarrea Epidémica Porcina (1), PED por sus siglas en inglés, Porcine Epidemic Diarrhea. Es un virus ARN de aproximadamente 28kb de longitud, de cadena simple de sentido positivo con envoltura y se clasifica dentro de la familia *Coronaviridae*, del género *Alphacoronavirus* (2).

La vía oro-fecal es el medio principal de transmisión de virus de PED, las heces diarreicas, el vómito y otros fómites contaminados (como los remolques de alimento), pueden ser las principales fuentes de transmisión del virus (3). Otro reservorio posible para virus de PED incluye portadores, tales como cerdos viejos con una infección sintomática, en los que el virus se disemina de manera subclínica (4).

Desde la década de 1970, los brotes de virus PED mostraron el efecto financiero negativo en la industria porcina mundial ocasionando pérdidas tanto en las etapas de la lactancia al destete (alta mortalidad), como en crecimiento y finalización por los tiempos extras de alimentación, ocasionados por la diarrea y los vómitos causados por la PED con la consiguiente pérdida de producción (1,5).

En octubre de 2010, se identificó una variante altamente patógena de la cepa del virus de PED en China, y más tarde en mayo de 2013, esta misma variante causó enfermedad en EE.UU., que se extendió a Canadá y otros países de centro y Sudamérica (entre ellos, México), produciendo pérdidas en el sector porcino y convirtiéndose en un desafío para la industria porcina (6,7).

Los problemas reportados en presencia del virus de PED se producen en cerdos de todas las edades en donde la gravedad de los signos clínicos y la mortalidad parecen estar inversamente relacionados con la edad de los cerdos. La infección puede resultar en síntomas como diarrea acuosa, vómitos agudos, anorexia, deshidratación extensa, electrolitos sanguíneos desequilibrados y pérdida de peso

en cerdos de todas las edades, aunque la condición es especialmente grave en los lechones seronegativos, entre los que la tasa de morbilidad y mortalidad es de hasta el 100% (8).

Se estima que en los EE. UU., después de la primavera de 2013, el brote de PED afectó a más de 8,400 granjas, reduciendo el número de cerdos, perdiendo casi el 10% de su población porcina doméstica que asciende a aproximadamente 7 millones de lechones, en tan solo un período epidémico de un año (3,9) mientras que en México no existen datos oficiales que reporten las pérdidas por PED.

Las medidas conocidas para el control de la Diarrea Epidémica Porcina, antes del desarrollo y lanzamiento de las vacunas para PED en el 2017 en México, fue el “feedback” o “licuado”, el cual en condiciones de campo consiste en inmunizar a las cerdas, en donde se les da de comer intestino picado y/o las heces de los lechones infectados. Aunque fue una medida muy utilizada durante el brote de PED en el 2013, entre los diversos autores que lo recomiendan no hay una homogeneidad en el uso. Quintero,V. (2019) recomienda dar un macerado de los intestinos de los lechones afectados, con leche descremada y agua destilada durante 5 a 7 días (10), Chávez et al. (2018), utilizaron diferentes dosis (1 y 2 ml) en las cerdas (11), Travis et al. (2016), utilizaron agua como “vehículo” y dieron a las cerdas entre 118 ml a 236 ml (12). Una de las principales desventajas de su uso como medida de control, es que puede ocasionar la transmisión de otras enfermedades presentes en el hato que no han sido previamente diagnosticadas como son el caso del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS), Parvovirus porcino (PVP) o Circovirus (13).

Otro tratamiento que se ha descrito en diversos artículos es el aislamiento viral de PED, aunque al igual que el feedback, los diferentes autores tienen su propia forma de administrarlo a las cerdas, aun cuando se han reportado niveles de protección favorables, su preparación es complicada y costosa (8,14).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Agente etiológico y epidemiología

El virus del PED se identificó formalmente en Europa en la década de 1970 en Reino Unido y Bélgica, la cual se denominó “Epidemic Viral Diarrhea” (EVD). En 1976 se produjo una epidemia similar de diarrea viral en varios países europeos, y se denominó EVDII, desde entonces, la enfermedad ha sido reportada en muchos otros países europeos (6). En 1978, los científicos belgas recolectaron varias muestras de EVD, que posteriormente se demostró experimentalmente que era una nueva cepa de coronavirus que causa diarrea en cerdos y para 1982 la enfermedad fue designada como "Diarrea Epidémica Porcina" PED (8,15). Desde 1973, en China se han publicado informes donde se describe manifestaciones clínicas similares a las de Gastroenteritis Transmisible (TGE, por sus siglas en Inglés), pero no fue hasta 1984 que se identificó al patógeno (9,16).

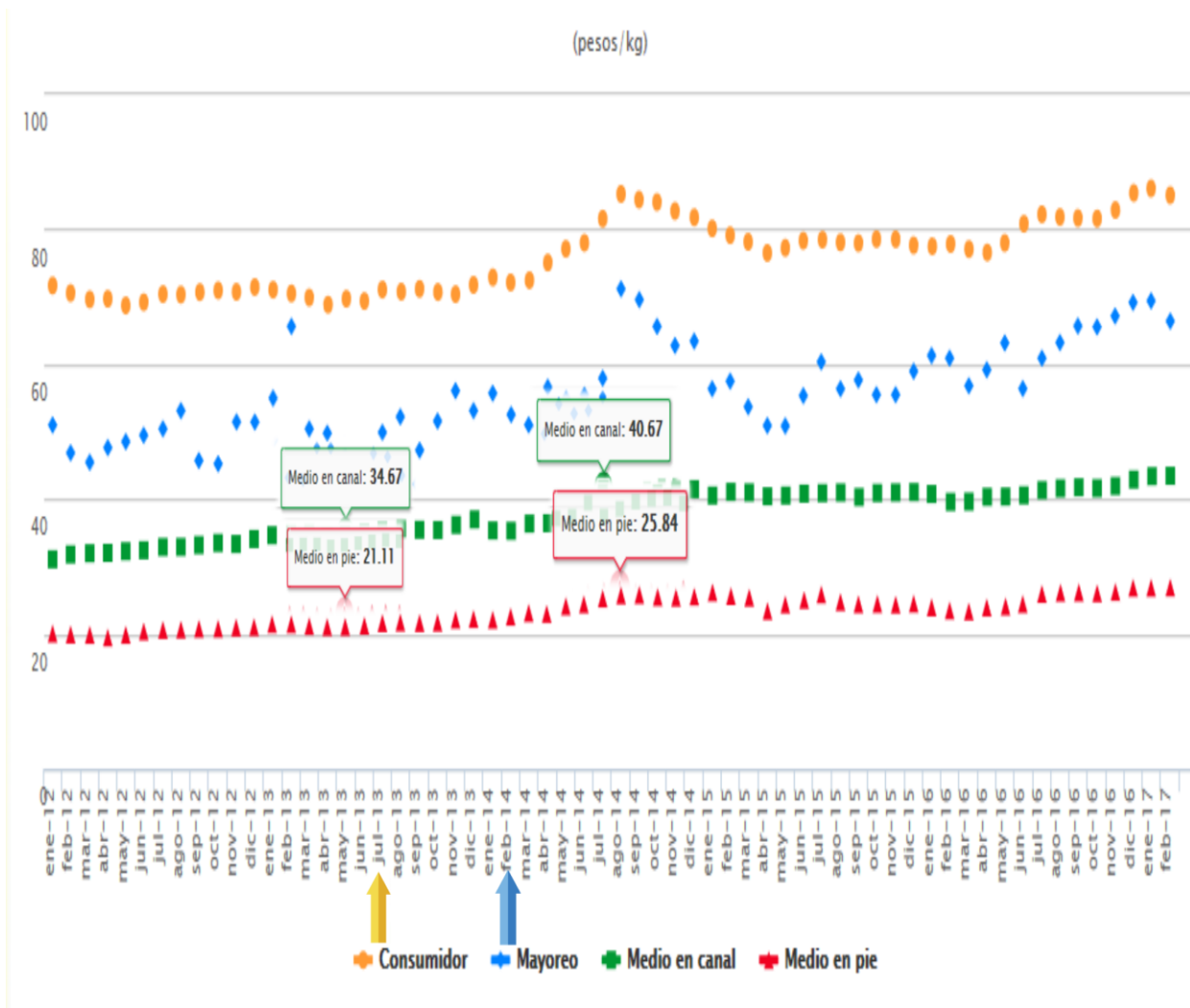
2. Situación de PED en Estados Unidos

Se estima que en los EE. UU. después de la primavera de 2013, el brote de PED afectó a más de 8,400 granjas, reduciendo el número de cerdos, perdiendo casi el 10% de su población porcina doméstica que asciende a 7 millones de lechones aproximadamente, en tan solo un período epidémico de un año (3,9). En junio de 2014, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos emitió una Orden Federal, por lo que las enfermedades entéricas por coronavirus porcino, es una enfermedad de declaración obligatoria (2) en Estados Unidos, y se estableció el lavado y desinfección de los vehículos para evitar el traslado del virus, se distribuyó entre los productores una guía rápida para la vigilancia epidemiológica; además, el diagnóstico se fortaleció con técnicas de biología molecular (17).

3. PED en México

El primer caso reportado de PED en México fue por el Laboratorio de Investigación Aplicada, S.A. de CV el día 30 de julio de 2013. A través de un ensayo inmunocromatográfico, el día 08 de agosto se emitió el diagnóstico confirmatorio por medio de la técnica de PCR, por parte del laboratorio de bioseguridad nivel 3, de la Comisión México-Americana para la Erradicación de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas CPA (18). La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) reportó en el 2013 que México presentaba brotes del mortal virus de la diarrea epidémica porcina PED en 17 estados de los 19 a los que se le realizaron pruebas. Los estados en los que se identificaron casos positivos de PED fueron: Aguascalientes, Baja California, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Veracruz. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) informó que muestras en las entidades de Yucatán y Oaxaca dieron negativo para la enfermedad (17,19).

La presencia de PED en México ocasionó que en el 2014 hubiera un alza en los precios de venta de cerdo en pie y en canal (Grafica 1), aunado a grandes pérdidas económicas como resultado de las tremendas pérdidas de lechones en la industria porcina (20).



Gráfica 1. Precios mensuales promedio de carne de porcino del 2012 al 2016. La flecha amarilla señala el primer caso reportado de PED en México por el laboratorio de Investigación Aplicada, S.A. de CV, a través de un ensayo inmunocromatográfico, la flecha azul señala la fecha donde varias unidades de producción porcina comienzan a reportar problemas por PED en México. Fuente: SNIIM (2016).

En México el Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Enrique Martínez y Martínez, expuso que la incidencia era mínima, ya que representaba el 0.00005 por ciento con relación al inventario de 16 millones de cabezas de ganado porcino del país. En un comunicado, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria expuso que del total de muestras (2 mil 309) tomadas entre agosto del 2013 y mayo de 2014 en granjas de ciclos completos (engorda, crianza y mataderos), únicamente 770 casos resultaron positivos de las 2 mil 309 muestras que se levantaron. La Confederación de Porcicultores Mexicanos (CPM) menciona que dicha enfermedad, únicamente afecta a los animales pequeños y que sólo afectó a 101 granjas de las poco más de 20 mil unidades de producción, por lo que la obtención de carne de cerdo no se ve afectada. La agrupación de los porcicultores aseveró que en coordinación con la Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), se tomaron las medidas necesarias desde el brote de la enfermedad.

4. Costo de una enfermedad

Los costos que se generan por enfermedades en brote en el ganado porcino generalmente se han calculado a través de hojas de cálculo de presupuesto parcial, basado en un marco básico descrito por McInerney (1992). Por ejemplo, en 1999, Bennett desarrolló un modelo estático de presupuesto parcial para estimar los costos directos de 30 enfermedades diferentes del ganado en Gran Bretaña (21). Meuwissen (1999) utilizó un marco de análisis de presupuesto parcial para construir “*EpiLoss*”, que es un modelo de simulación de enfermedades utilizado para determinar los costos directos y las pérdidas consiguientes atribuidas a un brote de fiebre porcina clásica (22). Alarcón (2013), desarrolló un modelo de simulación epidemiológica estocástica para determinar los costos netos de producir un cerdo enfermo con Síndrome de Desgaste Multisistémico Post-destete (PMWS) o infecciones subclínicas de *Circovirus Porcino* tipo 2 (PCV2SI), Éstas estimaciones de costos fueron utilizadas para identificar la rentabilidad de las estrategias de control alternativas (23). Sin embargo, los costos económicos de un brote de PED,

incluidos las pérdidas de producción y los gastos en estrategias de intervención de PED, no son abundantes en la literatura especializada, por lo que este tipo de análisis se pueden y deben implementar.

Debido a las grandes pérdidas económicas y de producción en regiones de Asia y países como EE. UU. y México, los porcicultores, médicos veterinarios y algunas otras agrupaciones están haciendo grandes esfuerzos para el control de la enfermedad. Para prevenir y controlar al virus de PED se han diseñado y aplicado medidas estrictas de bioseguridad que reducen la entrada o re-entrada del virus y detienen la circulación dentro de las granjas. Las medidas usadas para el control de PED han sido medidas de manejo sanitarias, control de entradas de animales, registro de visitantes, baño obligatorio antes de ingresar a las instalaciones, utilizar botas y overoles limpios, control de todo tipo de vehículos, fómites, higiene y desinfección intensa, manejo todo dentro-todo fuera en la explotación, tapetes sanitarios, desinfección periódica de corrales, bioseguridad, monitoreo, vacunación e inmunización (2,24).

5. Control

Durante el brote del 2013 debido a la ausencia de vacunas específicas y diagnóstico durante el brote de PED, la práctica que se realizó para inmunizar a las cerdas fue la aplicación del “feedback” o “licuado” que consiste en la ingesta de intestino delgado, contenido gástrico y diarrea de los cerdos que presentan signos clínicos de PED en las primeras 6 a 12 horas, esto varía dependiendo el autor. Una de las principales desventajas de su uso como medida de control, es que puede ocasionar la transmisión de otras enfermedades presentes en el hato que no han sido previamente diagnosticadas.(13)

En México la primera vacuna para PED que se autorizó por SENASICA fue en el 2017, mientras que en EE. UU. se otorgó la licencia desde septiembre de 2014 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA (24,25).

Las vacunas que se comercializan en México se administran por vía intramuscular son inactivadas y poseen virus completo con dos proteínas virales neutralizantes, proteína S y M. La proteína S tiene una gran relevancia ya que es la que interviene en la unión virus-célula, también induce anticuerpos. La proteína M es la más abundante y permite el ensamblaje del virus e induce anticuerpos (15). Se ha observado que la estrategia actual de vacunación para PED aumenta el estrés en las cerdas preñadas debido al momento de vacunación. Aunque la mayoría de las granjas porcinas siguen esta estrategia de vacuna, su efectividad no se ha evaluado para PED (26).

Otro tratamiento que se ha descrito en diversos artículos es el aislamiento viral de PED, aunque al igual que el feedback, los diferentes autores tienen su propia forma de administrarlo a las cerdas, aun cuando se han reportado niveles de protección favorables, su preparación es complicada y costosa (8,14).

III. JUSTIFICACIÓN

El virus del PED es una enfermedad importante en la producción porcina, ya que causa grandes pérdidas económicas. Para poder realizar la toma de decisiones en una granja se debe contar con estudios que permitan conocer el efecto de la enfermedad en la producción y por consecuencia su impacto económico, con el fin de poder realizar la mejor toma de decisiones para obtener la mayor rentabilidad en las empresas. En la actualidad se han implementado varias medidas de control contra la PED, como son el “feedback”, vacunación e inóculo cuantificado específico, con el objetivo de erradicar completamente la infección por el virus de PED en granjas infectadas, en las cuales se desconoce la rentabilidad y efectividad de estas medidas recomendadas para tratarla.

IV. HIPÓTESIS

No existen diferencias en el número de cerdas con seroconversión por el uso del inóculo cuantificado con diferentes vehículos, diferentes dosis y a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina.

No existen diferencias en el desempeño productivo ni en los costos de producción en lechones destetados por el uso de inóculo cuantificado con diferentes vehículos, ni diferentes dosis, así como a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina.

V. OBJETIVOS GENERALES

- Determinar el número de cerdas con seroconversión por el uso del inóculo cuantificado con diferentes vehículos, diferentes dosis y a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina.
- Evaluar los costos de producción de un lechón destetado por el uso del inóculo cuantificado con diferentes vehículos, diferentes dosis y a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina.

VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de cerdas con seroconversión con diferentes vehículos, diferentes dosis y a diferentes tiempos, ante la enfermedad de Diarrea Epidémica Porcina.
- Evaluar el comportamiento reproductivo de la cerda y su camada, antes, durante y después de un rebrote de Diarrea Epidémica Porcina por el uso del inóculo cuantificado a diferentes dosis y a diferentes tiempos.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Características del sitio de estudio

El CEIEPP está ubicado en Jilotepec, en la carretera de Jilotepec-Morales kilómetro 2. El municipio se localiza en la parte noreste del Estado de México, colindando al norte con el estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Chapa de Mota y Timilpan, al este con los municipios de Villa del Carbón y Soyaniquilpan de Juárez y al oeste con los municipios de Polotitlán y Aculco.

El municipio tiene un clima templado subhúmedo con una temperatura media anual entre los 12 °C y 18°C. En meses fríos la temperatura puede alcanzar los -3°C y en temporada de calor las temperaturas rara vez superan los 23°C; en años recientes reportan un incremento de la temperatura durante el verano, alcanzando alrededor de los 30°C. La precipitación promedio anual es de 750 milímetros. Se encuentra a una altura de 1,670 metros sobre el nivel del mar.

7.2. Características de la unidad productiva

La granja es de ciclo completo con 170 hembras promedio en el inventario, cruza de Landrace x Yorkshire. Opera como un centro de enseñanza e investigación y comercializa cerdo para el abasto, pie de cría y semen, así como diversos productos cárnicos.

Las cerdas tienen un ciclo productivo de 21 semanas con una lactancia de 21 días. En promedio tiene nueve servicios y ocho partos semanales. Se clasifica como intensiva semitecnificada con cuatro salas de maternidad con ocho jaulas cada una, área de gestación temprana y avanzada, planta de alimentos, área de separación de sólidos y un área de composta. Las medidas de bioseguridad practicadas es cambiarse de ropa y calzado antes de ingresar a las maternidades, control de roedores, barda perimetral, vado y arco sanitario con aspersion en la entrada de la granja, vado sanitario en la entrada de todas las áreas.

Las cerdas de reemplazo reciben inmunización contra influenza, rinitis atrófica (*Pasteurella multocida* tipo D, *Bordetella bronchiseptica*) Parvovirus, *Leptospira* y *Erisipella* entre los 140-200 días de edad, las cerdas en producción se vacunan en sabana cada 6 meses contra influenza y cada 4 meses contra Parvovirus, *Leptospira* y Erisipela. La línea de producción no recibe vacunación.

7.3. Recopilación de los datos

La información se obtuvo a partir de los registros productivos, de las áreas de maternidad, gestación, servicios y destete, correspondientes al rebrote de PED, del 23 de septiembre de 2017 a 17 de junio de 2018 (40 semanas).

7.4. Protocolos de intervención

Las cerdas fueron inmunizadas con diferentes protocolos de intervención contra el PED el 26 de enero del 2018.

Dos variantes fueron utilizadas: a) Virus cuantificado el cual se encontraba a 4°C, con 4 vehículos diferentes (agua, leche, trigo y sin vehículo-directo) los vehículos estaban a temperatura ambiente; y b) “Feedback” o licuado intestinal, ambos a tres dosis diferentes (Gráfica 2).

Los grupos de cerdas para los diferentes protocolos fueron heterogéneos de acuerdo con la edad, número de parto (1° al 10°) y periodos de gestación, por medidas de control y manejo todas las cerdas fueron inoculadas, ya que la granja dio como positivo al virus de PED.

7.4.1. Virus cuantificado

El Laboratorio de Virología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, proporcionó el virus cuantificado de PED, el cual fue obtenido del aislamiento viral de muestras positivas de pulmón provenientes del brote mexicano de PED del año 2014 en células VERO identificado

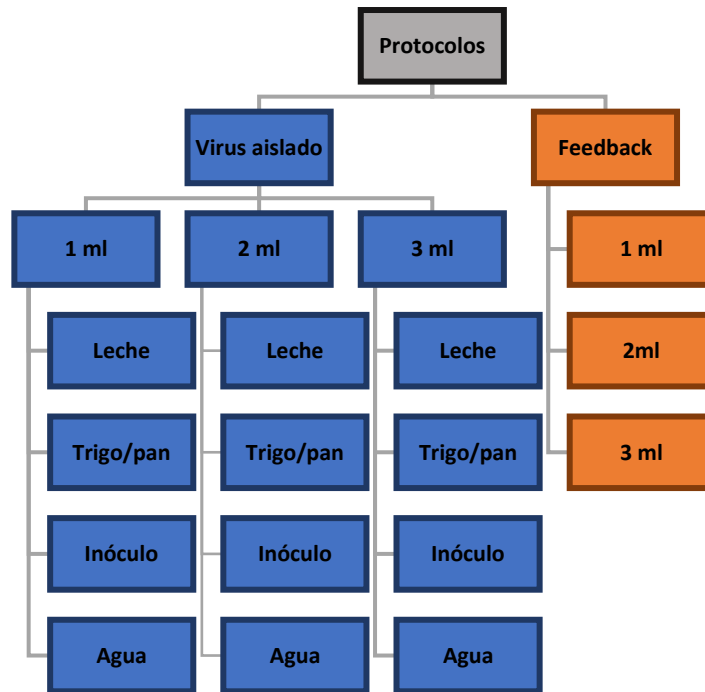
en el Gen Bank con el número de acceso KM044335.1, que tiene una concentración de 1×10^8 DICC₅₀%/ml (27).

7.4.2. Feedback

Para la preparación del feedback se utilizó el raspado intestinal de lechones sacrificados, que presentaban diarreas en las últimas cuatro horas, la proporción que se utilizó fue de una camada por medio litro de leche evaporada, con una consistencia líquida y no pastosa.

Los protocolos fueron los siguientes:

- Protocolo 1: Virus aislado administrado en leche 1 ml – 8 cerdas
- Protocolo 2: Virus aislado administrado en leche 2 ml – 6 cerdas
- Protocolo 3: Virus aislado administrado en leche 3 ml – 10 cerdas
- Protocolo 4: Virus aislado administrado en trigo 1 ml – 8 cerdas
- Protocolo 5: Virus aislado administrado en trigo 2 ml – 8 cerdas
- Protocolo 6: Virus aislado administrado en trigo 3 ml – 10 cerdas
- Protocolo 7: Virus aislado administrado directo 1 ml – 8 cerdas
- Protocolo 8: Virus aislado administrado directo 2 ml – 8 cerdas
- Protocolo 9: Virus aislado administrado directo 3 ml – 10 cerdas
- Protocolo 10: Virus aislado administrado en agua 1 ml – 7 cerdas
- Protocolo 11: Virus aislado administrado en agua 2 ml – 8 cerdas
- Protocolo 12: Virus aislado administrado en agua 3 ml – 9 cerdas
- Protocolo 13: Feedback 1 ml – 7 cerdas
- Protocolo 14: Feedback 2 ml – 7 cerdas
- Protocolo 15: Feedback 3 ml – 10 cerdas



Gráfica 2. Diagrama de los diferentes protocolos para el control del PED.

7.5. Colección y procesamiento de muestras

7.5.1. Porcentaje y momento (tiempo en semanas) de la seroconversión

Posterior a la administración de los diferentes protocolos de intervención, en la semana 2, 4, 8 y 13 se tomaron muestras sanguíneas a las cerdas, en tubos para recolección de muestras sanguíneas sin aditivo. Estas muestras se transfirieron en cajas de hielo entre 2–8 ° C al Laboratorio de Virología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se centrifugaron a 1,200 rpm durante 15 minutos en una centrífuga refrigerada y se almacenaron a -20°C hasta su posterior procesamiento.

Las muestras se procesaron mediante la técnica de ELISA del Kit ID Screen® PEDV indirect (ID-VET), con las especificaciones del proveedor, ID Screen® PEDV Indirecto - IDVet (28). La prueba de ELISA se utilizó con el fin de monitorear la

inmunización de las hembras y poder identificar a las hembras que seroconvertían con los diferentes protocolos, vehículos y dosis de una manera rápida y fácil.

7.5.2. Análisis productivo y económico

Para poder alimentar el modelo económico propuesto por Luna y Rouco 1995 (29), y calcular el costo de cada una de las intervenciones es necesario contar con los datos de respuesta sin ajustar, tal cual como vienen de la granja, mismos que serán presentados en resultados.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- Rendimiento de la camada
 - Lechones Nacidos Totales (LNT)
 - Lechones Nacidos Vivos (LNV)
 - Lechones Nacidos Muertos (LNM)
 - Lechones Nacidos Momias (LNMo)
 - Peso promedio del Lechón en Kg al Nacimiento (PLN)
- Rendimiento al destete
 - Lechones Destetados por Cerda (LDttC)
 - Porcentaje de Mortalidad Previa al Destete (%MD)
 - Peso promedio del Lechón en Kg al Destete (PLDtt)
- Rendimiento de la hembra al destete
 - Fertilidad real (F), %
 - Días de Retorno al Estro post destete (DRE)

Los LNT se definió como la suma de cerdos nacidos vivos y aquellos nacidos muertos. Los LNM se definieron como la suma de la cantidad de cerdos nacidos muertos sin contar a los momificados. El % mortalidad previa al destete que se tomó en el presente trabajo es la que se encuentra en los registros del CEIEPP, el cual es ocasionado por diversas causas no específicamente por PED, este se calculó como el número de cerdos que murieron antes del destete dividido por el número

de cerdos nacidos vivos, multiplicado por 100 para sacar el porcentaje. El porcentaje de fertilidad real se calculó como el número de cerdas que quedaron gestantes dividido por el número de cerdas que se cubrieron, multiplicado por 100 para sacar el porcentaje.

La evaluación productiva y económica, se realizó de tres formas distintas: a) Por semana de seroconversión; b) Por el tercio de la gestación; y c) Por número de parto de la carda.

Semana de seroconversión: Las cerdas se clasificaron en cinco grupos dependiendo la semana de muestreo que marcaron seroconversión positiva, posterior a la administración de los protocolos.

Tercio de la gestación. Las cerdas se clasificaron dependiendo del tercio de la gestación, durante el cual estuvieron expuestas al tratamiento contra PED, el grupo 1 son todas aquellas cerdas que estuvieron expuestas durante el primer tercio, en el segundo grupo las de segundo tercio y en el tercer grupo las de tercer tercio de gestación.

Número de parto. Las cerdas se clasificaron según el número de parto en el que estaban cuando recibieron los diferentes tratamientos contra PED.

A todos los análisis productivos se les realizó el análisis de costos con énfasis en el lechón destetado. Se utilizó la fórmula general de costos propuestas por Luna y Rouco 1995 (29), en donde el costo de cada protocolo de intervención para el presente trabajo se consideró como costo de oportunidad y se tomó el mismo valor para ambos tratamientos.

7.6. Análisis estadístico

Los datos se analizaron por medio de estadística descriptiva.

VIII. RESULTADOS

8.1. Porcentaje de Seroconversión

En el cuadro 1 se presenta la estadística descriptiva para la seroconversión de las cerdas que recibieron los diferentes tratamientos para PED, mostrando el número de cerdas y porcentaje de seroconversión.

Cuadro 1. Porcentaje de seroconversión en los diferentes tratamientos contra PED.

	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
Inóculo	100	69	31	69
Feedback	24	15	9	62.5

El cuadro 2 se presentan los resultados por tipo de vehículo que se utilizó (leche, trigo, agua y directo) sin diferenciar la dosis administrada.

Cuadro 2. Porcentaje de seroconversión en los diferentes vehículos del inóculo.

Inóculo	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
Leche	24	15	9	62.50
Trigo	26	10	16	38.46
Directo	26	19	7	73.08
Agua	24	15	9	62.50

El cuadro 3 presenta los resultados de seroconversión por efecto de la dosis (1, 2 y 3 ml) para el vehículo leche se tiene las cerdas inoculadas con vehículo leche.

Cuadro 3. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de leche.

Inóculo Leche				
Dosis	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
1	8	5	3	62.50
2	6	4	2	66.67
3	10	6	4	60.00

En el cuadro 4 se observa el porcentaje de seroconversión del inóculo con vehículo de trigo. Las cerdas con dosis de 2 ml seroconvirtieron 12.5% más que las de dosis 1 y 20% más que las de dosis de 3 ml.

Cuadro 4. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de trigo.

Inóculo Trigo				
Dosis	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
1	8	3	5	37.50
2	8	4	4	50.00
3	10	3	7	30.00

El inóculo directo, fue el vehículo que mayor seroconversión presentó (73.08%), en el cuadro 5 se observa que el valor más alto fue con 1 ml. La diferencia entre la dosis 1 y 2 fue de 25 puntos porcentuales.

Cuadro 5. Porcentaje de seroconversión las diferentes dosis del inóculo con vehículo directo.

Inóculo Directo				
Dosis	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
1	8	7	1	87.50
2	8	5	3	62.50
3	10	7	3	70.00

En el cuadro 6 se muestra el porcentaje de seroconversión del inóculo con agua que fue el más errático, con valores de 33% hasta 85%.

Cuadro 6. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del inóculo con vehículo de agua.

Inóculo Agua				
Dosis	n	Seropositivas	Seronegativas	Seroconversión (%)
1	7	6	1	85.71%
2	8	6	2	75.00%
3	9	3	6	33.33%

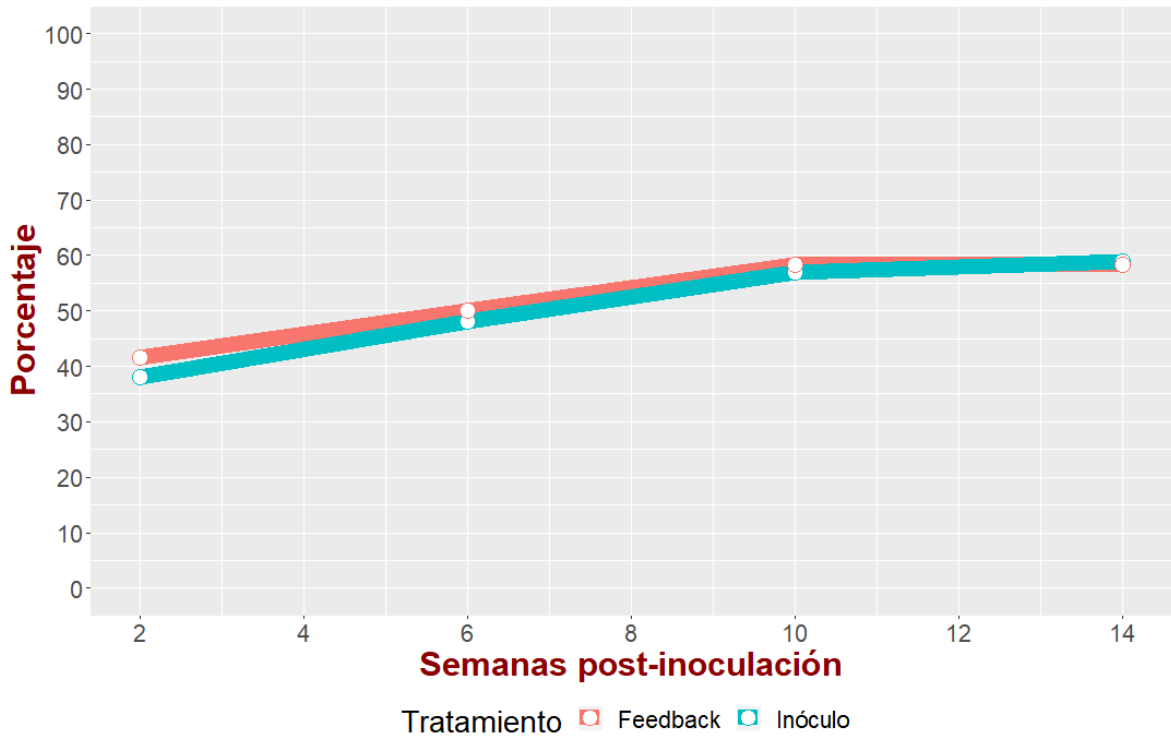
En el cuadro 7, se observan los resultados del “Feedback” con porcentajes de seroconversión variables.

Cuadro 7. Porcentaje de seroconversión en las diferentes dosis del feedback.

Feedback				
Dosis	n	Seropositivas	Seronegativas	Porcentaje de seroconversión %
1	7	6	1	85.71
2	7	4	3	57.14
3	10	4	6	40.00

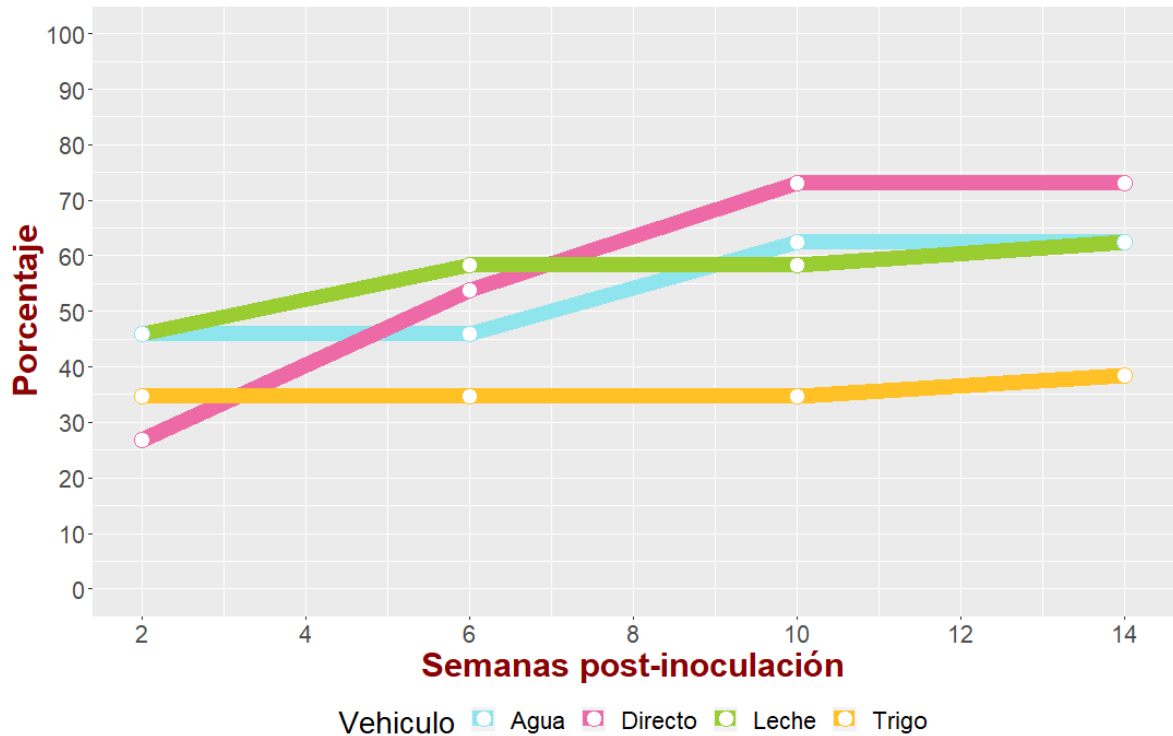
8.1.1. Momento (tiempo en semanas) de seroconversión

En la gráfica 3 se comparan los cuatro momentos o tiempos (semana 2, 6, 10, 14 post infección) en que ocurrió la seroconversión postratamiento (inóculo o feedback) sin distinguir los vehículos o dosis administradas



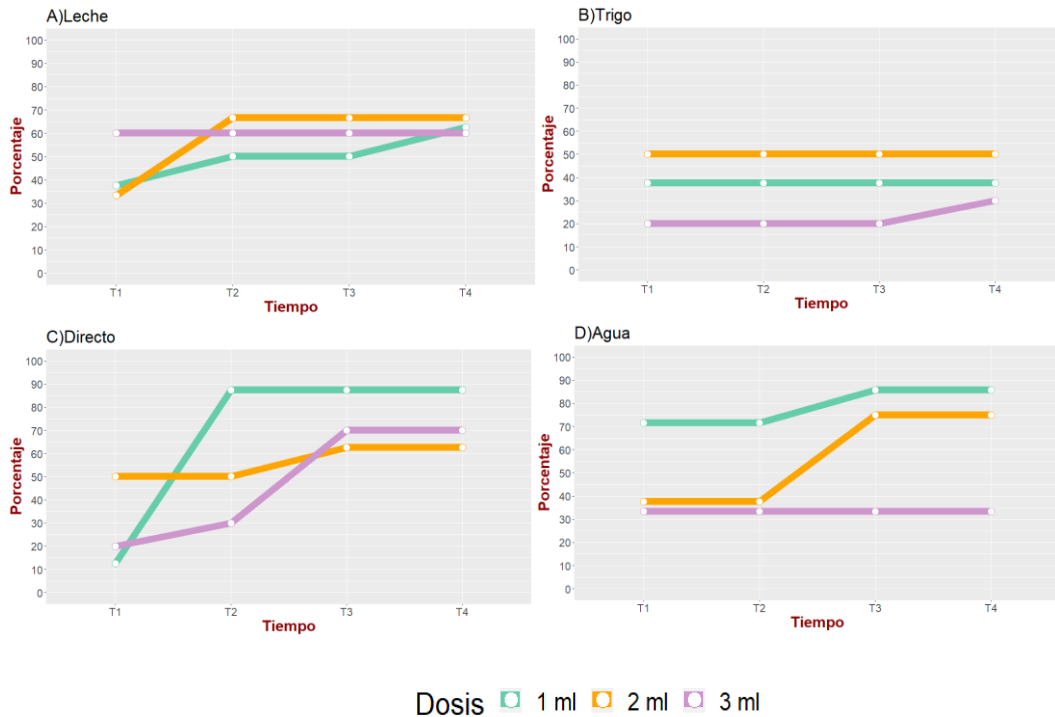
Gráfica 3. Porcentaje de seroconversión con dos tratamientos (feedback e inóculo) en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.

La gráfica 4 incorpora el comportamiento de seroconversión en el tiempo de los vehículos del inóculo, sin hacer diferencia en las dosis.



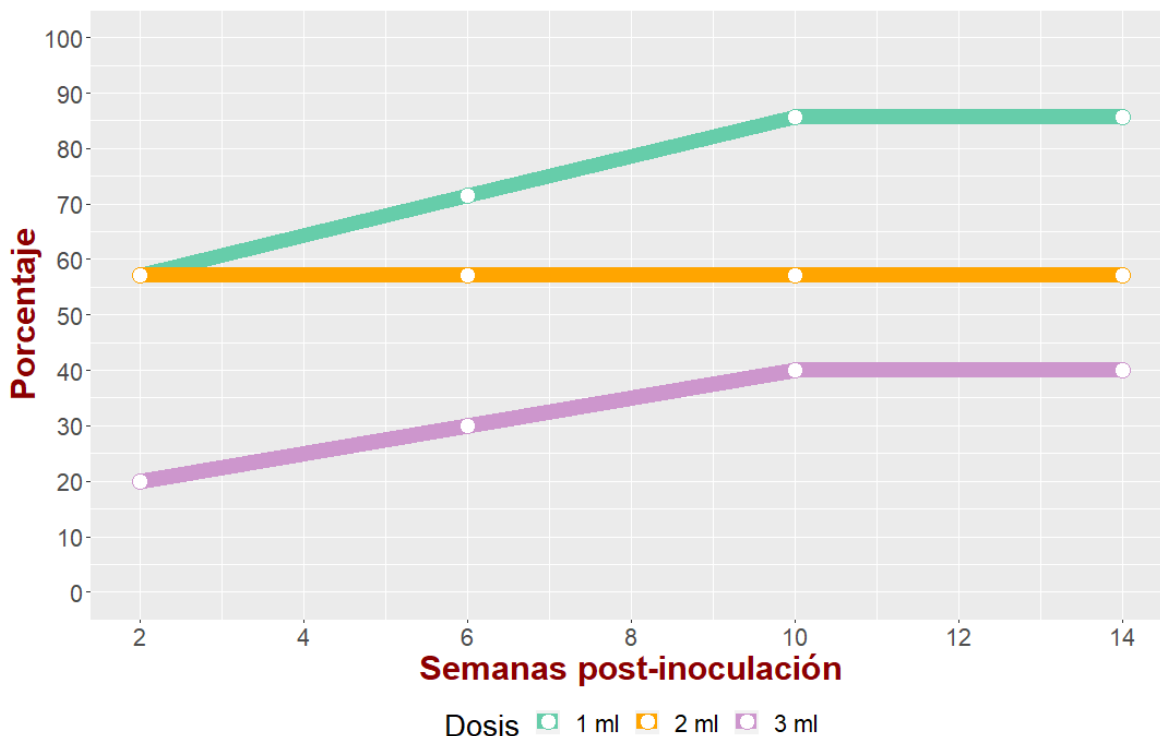
Gráfica 4. Porcentaje de seroconversión con cuatro diferentes vehículos del inóculo (agua, directo, leche y trigo) en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.

En la gráfica 5 se observa en conjunto el porcentaje de seroconversión de las cerdas que recibieron inóculo con los diferentes vehículos y dosis.



Gráfica 5 Porcentaje de seroconversión de los cuatro diferentes vehículos del inóculo (agua, directo, leche y trigo) con tres diferentes dosis, en cuatro diferentes tiempos posterior a la administración de los tratamientos.

En la gráfica 6 se hace la comparación del porcentaje de seroconversión del feedback con las diferentes dosis usadas.



Gráfica 6. Porcentaje de seroconversión de las diferentes dosis del tratamiento feedback en cuatro diferentes tiempos posterior a los tratamientos.

8.2. Productivo y económico

En el cuadro 8 se presenta el desempeño productivo con lo cual se alimentó el modelo económico dependiendo el momento en que seroconvirtieron las 120 cerdas que recibieron los tratamientos contra PED sin hacer ninguna diferencia entre estos tratamientos.

Cuadro 8. Desempeño productivo y económico en cerdas de acuerdo con el tiempo de seroconversión.

	Semanas post-inoculación				Sin
	2	6	10	14	
n	49	14	17	3	37
LNT	12.06	13.07	12.88	11.66	11.49
LNV	10.39	11.21	10.65	10	9.95
LNM	1.27	1.21	1.82	1.67	0.97
LNM _o	0.41	0.64	0.41	0	0.56
PLN	1.52	1.43	1.57	1.49	1.46
LDttC	7.69	8.14	7.24	6	6.65
MD (%)	24.34	21.41	20.61	43.03	29.85
PLDtt	6.05	5.74	6.92	6.70	6.12
F (%)	93.88	100	88.23	100	83.78
DRE	19.76	24.92	26	5.33	22.63
CLD (\$)	432.67	404.65	433.00	478.00	464.39
ULD* (\$)	367.33	395.35	367.00	322.00	355.61

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNV= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNM_o= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

En el cuadro 9 se muestra las mismas 120 cerdas que recibieron los tratamientos contra PED, pero ahora haciendo una diferencia entre aquellas que recibieron feedback y aquellas que recibieron el inóculo.

Cuadro 9. Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), de acuerdo con el tiempo de seroconversión.

	Semanas post-inoculación								Sin	
	2		6		10		14			
	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino
n	10	39	2	12	2	15	1	2	7	30
LNT	10.9	12.36	13	13.08	13	12.87	11	12	13	11.13
LNv	9.1	10.72	11.5	11.17	10.5	10.67	10	10	11.71	9.53
LNM	1.4	1.23	0.5	1.33	1	1.93	1	2	0.43	1.1
LNMo	0.4	0.41	1	0.58	1.5	0.27	0	0	0.86	0.5
PLN	1.59	1.50	1.43	1.43	1.51	1.58	1.29	1.59	1.37	1.48
LDttC	7.8	7.67	9	8	4	7.67	8	5	7.14	6.53
MD (%)	21.19	25.19	0	24.98	9.72	22.06	20	54.55	34.13	28.86
PLDtt	5.66	6.17	7.53	5.58	5.63	7.02	6.71	6.68	6.37	6.06
F (%)	90.00	94.87	100	100	100	86.66	100	100	100	80.00
DRE	28.14	17.8	6	26.63	29	25.57	5	5.5	40.29	17.68
CLD (\$)	472.43	423.98	387.02	407.61	541.50	425.31	439.43	509.08	408.99	480.39
ULD* (\$)	327.57	376.02	412.98	392.39	258.50	374.69	360.57	290.92	391.01	319.61

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNv= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNMo= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

En el cuadro 10 se observa el efecto en los parámetros productivos y económicos de las cerdas dependiendo el momento del tercio de gestación en que se les administró el tratamiento contra PED.

Cuadro 10. Desempeño productivo y económico en cerdas dependiendo el tercio de gestación que recibieron el tratamiento contra PED.

	Primer tercio	Segundo tercio	Tercer tercio
n	40	20	32
LNT	12.05	12	12.87
LNV	10.45	9.95	11.16
LNM	1.18	1.6	1.22
LNMo	0.43	0.45	0.50
PLN	1.48	1.50	1.49
LDttC	8.4	8	7.06
MD (%)	16.60	15.56	32.99
PLDtt	6.64	6.23	5.96
F(%)	92.5%	95%	87.5%
DRE	16.88	17.59	28.19
CLD (\$)	420.88	440.96	423.24
ULD* (\$)	379.12	359.04	376.76

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNV= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNMo= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

En el cuadro 11 se observan las mismas cerdas del cuadro 10, pero en esta ocasión se dividen para comparar los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo).

Cuadro 11. Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), dependiendo el tercio de gestación que recibieron el tratamiento contra PED.

	Primer tercio		Segundo tercio		Tercer tercio	
	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino
n	10	30	0	20	1	31
LNT	11.6	12.2	-	12	14	12.84
LNV	10.3	10.5	-	9.95	12	11.13
LNM	0.6	1.37	-	1.6	1	1.23
LNM _o	0.7	0.33	-	0.45	1	0.48
PLN	1.42	1.50	-	1.50	1.54	1.48
LDttC	7.7	8.63	-	8	0	7.29
MD (%)	18.82	15.86	-	15.56	100	30.83
PLDtt	6.78	6.60	-	6.23	0	5.96
F (%)	100	90	-	95	100	87.1
DRE	29.67	12.08	-	17.59	26	28.27
CLD (\$)	435.07	416.58	-	440.96	4,853.79	419.83
ULD* (\$)	364.93	383.42	-	359.04	-4853.79	380.17

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNV= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNM_o= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

En el cuadro 12 se muestran los grupos de cerdas de diferentes partos, sin diferenciar los tratamientos, mientras que en el cuadro 13 se diferencia los dos tratamientos a las que fueron expuestas.

Cuadro 12. Comparación de los parámetros productivos en cerdas de diferentes partos durante la administración de los diferentes tratamientos.

	Número de parto de la cerda				
	1	2	3	4	5 o mas
n	63	10	8	14	26
LNT	11.37	12.8	13	14.36	11.69
LNV	9.92	10.7	10.88	12	9.92
LNM	1.02	1.7	1.38	2.07	1.15
LNM _o	0.48	0.4	0.75	0.27	0.62
PLN	1.50	1.41	1.62	1.47	1.5
LDttC	7.42	7.3	8.38	9.21	6.30
MD (%)	22.92	30.07	21.53	21.4	33.85
PLDtt	5.78	7.17	6.92	6.65	6.07
F (%)	90.48	90	100	92.86	88.46
DRE	30.31	12.1	8	16.14	12.44
CLD (\$)	450.88	430.62	409.64	373.67	473.07
ULD* (\$)	349.12	369.38	390.36	426.33	326.93

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNV= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNM_o= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

Cuadro 13. Desempeño productivo y económico en cerdas con los dos diferentes tratamientos (feedback, inóculo), en cerdas de diferentes partos.

	Número de parto de la cerda									
	1		2		3		4		5 o mas	
	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino	FB	Ino
n	16	47	1	9	0	8	0	14	5	21
LNT	12	11.15	12	12.89	-	13	-	14.36	11.8	11.67
LNV	10.31	9.79	11	10.67	-	10.88	-	12	10.2	9.86
LNM	1.06	1	1	1.78	-	1.38	-	2.07	0.6	1.29
LNMo	0.63	0.36	0	0.44	-	0.75	-	0.27	1	0.52
PLN	1.50	1.50	1.30	1.43	-	1.62	-	1.47	1.48	1.50
LDttC	7.69	6.85	7	7.33	-	8.38	-	9.21	6.4	6.29
MD (%)	20.07	23.95	18.18	31.39	-	21.53	-	21.4	30.19	34.73
PLDtt	5.82	5.77	8.29	7.03	-	6.92	-	6.65	6.42	6
F (%)	93.75	95.74	100	88.89	-	100	-	92.86	100	85.71
DRE	39	27.41	5	12.89	-	8	-	16.14	9	13.58
CLD (\$)	434.94	465.31	428.32	430.90	-	409.64	-	373.67	462.37	475.16
ULD* (\$)	365.06	334.69	371.68	369.10	-	390.36	-	426.33	337.63	324.84

n= número de cerdas; LNT= lechones nacidos totales; LNV= lechones nacidos vivos; LNM= lechones nacidos muertos; LNMo= lechones nacidos momias; PLN= peso promedio del lechón en Kg al nacimiento; LDttC= lechones destetados por cerda; MD= mortalidad al destete; PLDtt= peso promedio del lechón en Kg al destete; F= fertilidad; DRE= días de retorno al estro post destete CLD= costo lechón destetado; ULD= utilidad lechón destetado; * precio del lechón destetado: \$800.00 M/N.

IX. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La Diarrea Epidémica Porcina es una enfermedad que desde que se presentó en el 2013 en América ha causado pérdidas económicas en la industria porcina a nivel mundial; al ser una enfermedad nueva en el país y no contar con las pruebas de diagnóstico ni tratamientos específicos, para el control de la enfermedad, las medidas propuestas se basaron en la aplicación de técnicas poco evaluadas como el feedback, a pesar de que en el 2017 se autoriza las vacunas para PED en México, muchas unidades de producción porcina siguen optando por utilizar el feedback debido a su bajo costo (30).

Quintero (10) , Chávez et al., (11), Travis et al., (12), entre otros recomiendan el uso de feedback, aunque cada autor tiene su propio protocolo para tratar el PED. Ninguno de ellos menciona su efectividad, por lo que en el presente trabajo se probaron diferentes protocolos de feedback y otros tratamientos contra PED, para comprobar su efectividad.

Respecto a la seroconversión, Diel et al., (31) mencionan que los ensayos serológicos se han utilizado ampliamente para evaluar la eficacia de los nuevos prototipos de vacunas o estrategias de tratamiento, también menciona que en estudios realizados en PED, en promedio los anticuerpos se detectan por primera vez en el suero entre los días 6 y 14 después del contacto con el virus. En el presente trabajo se encontró que a partir de la segunda semana un pequeño porcentaje de cerdas ya presentan anticuerpos de PED, mientras que durante la semana 10 y 14 la mayoría de las cerdas expuestas al virus de PED presentaban anticuerpos, también se encontró que tanto en el uso del inóculo y feedback hubo una respuesta similar en el porcentaje de seroconversión, sin embargo, el efecto de seroconversión difería según el vehículo y/o dosis con la que se exponían al virus de PED a las cerdas, ya que se encontró que el vehículo con el que las cerdas

seroconvierten más rápido es agua a 1 ml en comparación con los otros vehículos y dosis probados, donde un poco más del 70% seroconvirtió la semana 2.

Los tiempos de seroconversión por vehículos tuvieron comportamientos distintos. Es posible observar que a pesar de que el vehículo agua y leche seroconvirtieron más del 45% de las cerdas, en la semana 2, para la semana 6, la seroconversión sumó poco más de 60%. Por su parte, el inóculo directo fue el que menor porcentaje de seroconversión tuvo en la semana 2, pero para la semana 8 fue el de mayor seroconversión.

Estos hallazgos indican que es importante investigar el efecto de seroconversión de las cerdas expuestas al virus del PED con diferentes protocolos, en función del vehículo o dosis que se da a las cerdas para poder crear inmunidad, con el fin de crear protocolos para tratar el PED específicos para cada granja y dependiendo el estado reproductivo en el que estén las cerdas.

Los parámetros reproductivos se evaluaron en 3 diferentes situaciones, dependiendo el tiempo en que tardó en seroconvertir, el tercio de la gestación que se les dio el tratamiento y el número de parto.

En la primera situación dependiendo el tiempo en que tardó en seroconvertir, se miden los parámetros reproductivos con el fin de alimentar el modelo económico, Jung y Saif (32) mencionan que en un brote de PED se observa que hay un mayor porcentaje de mortalidad antes del destete en lechones de cerdas lactantes seronegativas, la cual puede llegar acercarse al 100% en lechones menores de 2 semanas de edad, esto es similar a lo que se encontró en el presente trabajo, hay más porcentaje de mortalidad al destete, en cerdas que tardaron más tiempo en seroconvertir (14 semanas) con un 43.03% y en cerdas que no seroconvirtieron con 29.85% de mortalidad al destete, este autor también menciona la importancia de la seroconversión ya que en su estudio menciona que PED puede volverse endémica en las granjas donde la enfermedad persiste en cerdas seronegativas o en granjas donde hay un gran número de cerdas de desecho.

Para la segunda situación el tercio de la gestación que se les dio el tratamiento, se evalúan los parámetros reproductivos, dependiendo el tercio de la gestación en la que las cerdas que fueron expuestas al virus de PED se observa que las cerdas expuestas en el tercer tercio de la gestación presentaron un mayor número de LNT y LNV 0.87 y 1.21 respectivamente en comparación con las cerdas expuestas en el segundo tercio, que son la que presentan la menor cantidad de LNT y LNV, Furutani et al., (33) menciona que no hubo diferencia en el LNT y LNV en las cerdas infectadas con PED en diferentes momentos de la gestación, lo que indica que PED no tiene un efecto negativo sobre estos parámetros, pero si quizás el método que se utiliza para controlar el PED en las cerdas, por lo que si se opta por usar feedback, es necesario cumplir con dos aspectos principalmente para prevenir enfermedades infecciosas debido al uso del feedback: en primer lugar, los materiales deben evaluarse cuidadosamente para no incluir otros patógenos como puede ser el rotavirus, el virus de la gastroenteritis transmisible, *Salmonella choleraesuis*, y en segundo lugar, la cuantificación que se esté administrando a las cerdas, debe ser una cantidad que logre inducir a las cerdas a una inmunidad aceptable y evitar signos clínicos.

Olanratmanee et al., (34) evalúa los parámetros del rendimiento de la camada y rendimiento de la hembra al destete, menciona que hubo un aumento en el % de momias y de lechones nacidos muertos, en cerdas expuestas al virus de PED durante los primeros meses de gestación, mientras que en el presente estudio el número de lechones nacidos muerto y momias aumentaron en las cerdas que fueron expuestas con el virus de PED en el último tercio de la gestación, Sasaki et al., (35) menciona que el inóculo presenta menos LNMo, ya que en el inóculo solo se expone a la cerdas al virus de PED mientras que en el feedback las cerdas pueden estar expuestas a otros agentes, como es el caso del CEIEPP que es positiva a PVP, cabe aclarar que ninguno de los dos estudios atribuye los LNMo a PED. Jung y Saif (36) describen que, en granjas endémicas, puede haber una exacerbación de los signos clínicos por sinergia de otras enfermedades presentes en la granja como

Parvovirus, PRRS, Erisipela entre otras. Olanratmanee et al., (34) también dice que las cerdas expuestas a PED durante 60-120 días de gestación (en los últimos meses) tienen un mayor número de lechones nacidos totales, lo que concuerda con lo encontrado en el trabajo, la razón podría deberse a diversos factores, como el clima, la calidad del alimento y el efecto del semen.

Para los parámetros del rendimiento de camada que son los parámetros de mayor importancia en las unidades de producción porcina afectadas por PED, ya que según estudios como los Goede et al., (37) dice que son los parámetros que se ven más afectados por PED, en este estudio se observa que las cerdas que fueron expuesta al virus de PED, sin importar el protocolo a la que fue expuesta, en el primer tercio de la gestación tuvieron un mayor número de lechones destetados y un mayor peso de los lechones destetado, mientras que las de segundo tercio tuvieron un menor porcentaje de mortalidad al destete, 0.8 lechones más destetados, 0.68 Kg más en el peso de los lechones destetados en las cerdas de primer tercio, y 17.43 % menos de mortalidad al destete para las cerdas de segundo tercio de gestación en comparación con las cerdas que fueron expuestas en el tercer tercio de la gestación, Furutani et al., (33) en su estudio declara que las cerdas que fueron expuestas al virus del PED en el último tercio de gestación tuvieron el menor número de lechones destetados y el mayor número de mortalidad al destete, también Olanratmanee et al., (34) por su parte , describe que la mayor mortalidad pre-destete, lo presentan las cerdas que fueron expuestas al virus de PED en el último tercio de gestación, estos dos autores coincidiendo con lo encontrado en el presente trabajo, mientras más cerca este el parto del momento en que la cerda es expuesta al virus de PED habrá un menor número de lechones destetados y un mayor porcentaje de mortalidad al destete, esto podría atribuirse a la falta de anticuerpos contra el virus de PED en el calostro de las cerdas, mientras que las cerdas expuestas en los primeros tercios de gestación adquieren inmunidad, pasándola a los lechones a través de la inmunidad pasiva, reduciendo la mortalidad. Además, estudios previos informan que la inmunidad lactogénica pasiva del virus

de PED es importante para la protección de los lechones debido a que tienen un sistema inmune inmaduro, y los anticuerpos proporcionados en el calostro y la leche protege al lechón en el intervalo entre el nacimiento y el desarrollo de un sistema inmune funcional (38).

Furutani et al., (39) utiliza feedback para exponer a las cerdas al virus de diarrea epidémica porcina, en el presente trabajo se utilizó feedback e inóculo, aunque se comprueba que el uso del inóculo es mejor que la del feedback, como ejemplo se tiene un menor % de MD y un mayor número de LDttC en el inóculo, en feedback se tuvo 18.82% y 7.7, mientras que con el inóculo se obtuvo 15.86% y 8.63 respectivamente.

Los resultados del presente estudio indican que en las cerdas que fueron expuestas al virus de PED durante el primer trimestre de gestación tuvieron un menor número de días de retorno al estro comparadas con las con las que lo recibieron en el último tercio de gestación, pasando de 16.88 días a 28.19. Al comparar los días al retorno al estro en el tercer tercio de gestación el inóculo tomo dos días más que el feedback. Estos resultados son similares a los expuestos por Furutani et al., (35) él informa que hay un mayor número de días de retorno al estro durante y después de un brote de PED, estos hallazgos podrían deberse debido a la reducción de los estímulos de lactancia debido al número relativamente pequeño de cerdos destetados. Un estímulo de lactancia afecta el ambiente hormonal y previene el desarrollo folicular ovárico, que está fuertemente asociado con los días de retorno al estro.

En el presente trabajo no se observó que el virus del PED afecte el % de fertilidad en las cerdas, Olanratmanee et al., (40) presenta de igual manera que el parámetro de % de fertilidad no es alterado por PED, explica que en unidades de producción afectadas con PED, donde se puede ver alterado este parámetro se puede deber usualmente a que no se toman medidas de intervención inmediatas como el destete temprano, inmunización, limpieza y desinfección rigurosa de las instalaciones.

Para la tercera y última situación en donde se miden los parámetros productivos dependiendo el número de parto en el que estaban durante el brote de PED, Olanratmanee et al., (40) menciona que hay un efecto negativo de PED en el número de LNT, el cual es más evidente en cerdas primerizas, en el presente estudio se observa que las cerdas primerizas y mayores de 5 partos, tienen los parámetros de LNT y LNV más bajos en comparación con las de 4 parto que presenta mayor número de LNT y LNV, la razón de esto podría ser que las primerizas todavía utilizan nutrientes tanto para el crecimiento como para el mantenimiento de la función reproductiva, por lo tanto la reducción de la capacidad digestiva y de absorción del intestino delgado después de la infección por PED podría haber llevado a niveles nutricionales muy por debajo de lo exigido. Estos hallazgos indican que las primerizas y mayores de 5 partos son el grupo de cerdas que tienen el mayor riesgo de tener una falla del embarazo debido a factores estresantes, incluida la infección con PED.

Los resultados del efecto económico enfatizan la importancia de implementar estrategias de intervención para controlar el brote de PED en las unidades de producción porcinas. Tanto feedback como inóculo, protocolos utilizados en el presente trabajo para el control de PED, puede reducir las pérdidas económicas de un brote de PED.

Para el primer escenario dependiendo el tiempo en que tardó en seroconvertir la cerdas post-infección, tomando en cuenta solo la intervención (Combinación de feedback con inóculo), el costo de producción más bajo y por lo tanto quien presenta mayor utilidad por lechón destetado, fueron aquellos animales que recibieron feedback y seroconvirtieron en la sexta semana. Esto se explica dado que la mortalidad al destete en este grupo de animales fue cero y por lo tanto se destetaron más lechones que en el resto de los grupos.

En el segundo escenario dependiendo el tercio de la gestación que se les dio el tratamiento, para una sola intervención las cerdas que fueron expuestas al virus del

PED en el primer tercio de la gestación son las que mejor utilidad tienen debido a que producir un lechón cuesta menos que en las cerdas que se expusieron al virus en el segundo y tercer tercio de la gestación, el costo de producción es de 420.88 y su utilidad de 379.12 por lechón destetado, si tomamos en cuenta los dos protocolos por separado (inóculo y feedback), se observa que es mejor el uso del inóculo en comparación al feedback con una diferencia de \$18.49 más de utilidad que las cerdas expuestas al feedback.

Para el tercer y último escenario, las cerdas de cuarto parto son las cerdas que el costo de producir un lechón es menor y por lo tanto la utilidad es mayor, mientras que las que menos utilidad generan por lechón destetado son las cerdas de 5 o más partos teniendo una diferencia de \$99.4 menos de utilidad por lechón destetado.

Estos resultados se deben a que hay una reducción en el número de lechones destetados y un aumento en la mortalidad antes del destete lo que reduce la eficiencia de la producción de carne de cerdo, causando pérdidas económicas.

Weng et al., (41) menciona que inclusive la implementación de las estrategias menos sofisticadas, como es el caso del feedback reduce las pérdidas económicas causadas por el brote de PED, esto mismo se observó en el presente trabajo ya que el uso de feedback causó una disminución de mortalidad pre-destete y por lo tanto un mayor número de lechones destetados por cerda, con lo que hubo mayor ULD, pero el inóculo tuvo mejores resultados que el feedback, aparte hay que tener en cuenta que las cerdas que se les expuso al virus de PED a través de feedback se afectan otros parámetros, como es el caso de LNMO, por lo que el feedback puede ser rentable y efectivo como medida de control para PED solo si se usa de manera apropiada.

Los resultados obtenidos tras analizar el uso de diferentes protocolos para tratar PED en una granja de ciclo completo, permite concluir que no existe una diferencia entre el feedback y el uso del inóculo cuantificado, respecto al número de cerdas y la rapidez con la que seroconvierten, pero si existe una diferencia dependiendo el

vehículo y dosis con la que se administra el inóculo cuantificado, siendo el directo a 1 ml el que más cerdas seroconvierte pero el inóculo con agua a un 1 ml es el más rápido.

El parámetro que se vio afectado directamente por PED fue el número de lechones destetados por cerda, con lo cual se incrementó durante el periodo de la enfermedad el costo promedio por lechón destetado, los demás parámetros fueron afectados por distintos factores que pueden estar o no relacionados directamente con PED.

X. REFERENCIAS

1. Wang XY, Ji CJ, Zhang X, Xu DP, Zhang DL. Infection, genetic and virulence characteristics of porcine epidemic diarrhea virus in northwest China. *Infect Genet Evol.* 2018;62(April):34–9.
2. Park JE, Kang KJ, Ryu JH, Park JY, Jang H, Sung DJ, et al. Porcine epidemic diarrhea vaccine evaluation using a newly isolated strain from Korea. *Vet Microbiol.* 2018;221(January):19–26.
3. Zentkovich MM, Nelson SW, Stull JW, Nolting JM, Bowman AS. Inactivation of porcine epidemic diarrhea virus using heated water. *Vet Anim Sci.* 2016;1–2(Septiembre):1–3.
4. Gallien S, Moro A, Lediguerher G, Catinot V, Paboeuf F, Bigault L, et al. Limited shedding of an S-InDel strain of porcine epidemic diarrhea virus (PEDV) in semen and questions regarding the infectivity of the detected virus. *Vet Microbiol.* 2019;228(Septiembre):20–5.
5. McInerney JP, Howe KS, Schepers JA. A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Prev Vet Med.* 1992;13(2):137–54.
6. Chen P, Wang K, Hou Y, Li H, Li X, Yu L, et al. Genetic evolution analysis and pathogenicity assessment of porcine epidemic diarrhea virus strains circulating in part of China during 2011–2017. *Infect Genet Evol.* 2019;69:153–65.
7. Gonzalo Martínez B, Cáceres Garrido G, Muñoz Hurtado B, Romero González L. Situación mundial de las nuevas cepas de la diarrea epidémica porcina. *Albóitar publicación Vet Indep.* 2016;(193):24–6.
8. Zhou Y, Chen C, Chen Y, Liu Z, Zheng J, Wang T, et al. Effect of route of inoculation on innate and adaptive immune responses to porcine epidemic diarrhea virus infection in suckling pigs. *Vet Microbiol.* 2019;228(Agosto):83–

92.

9. Wang D, Fang L, Xiao S. Porcine epidemic diarrhea in China. *Virus Res.* 2016;226:7–13.
10. Quintero V. Presentaciones de Diarrea Viral en México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios de Cerdos; 2019 p. 7.
11. Chávez, JI; Sánchez, JF; Riebra, H; Ramírez, R; Segura JCG. Comparación de la respuesta inmune en una granja positiva a PEDV, usando vacunación y feedback. 2018.
12. Clement T, Singrey A, Lawson S, Okda F, Nelson J, Diel D, et al. Measurement of neutralizing antibodies against porcine epidemic diarrhea virus in sow serum, colostrum, and milk samples and in piglet serum samples after feedback. *J Swine Heal Prod.* 2016;24(3):147–53.
13. Goede D, Morrison RB. Production impact y time to stability in sow herds infected with porcine epidemic diarrhea virus (PEDV). *Prev Vet Med.* 2016;123:202–7.
14. Li Y, Wang G, Wang J, Man K, Yang Q. Cell attenuated porcine epidemic diarrhea virus strain Zhejiang provides effective immune protection attributed to dendritic cell stimulation. *Vaccine.* 2017;35(50):7033–41.
15. Li H jie, Gao D sheng, Li Y tao, Wang Y sheng, Liu H ying, Zhao J. Antiviral effect of lithium chloride on porcine epidemic diarrhea virus in vitro. *Res Vet Sci.* 2018;118(Febrero):288–94.
16. Yu J, Chai X, Cheng Y, Xing G, Liao A, Du L, et al. Molecular characteristics of the spike gene of porcine epidemic diarrhoea virus strains in Eastern China in 2016. *Virus Res.* 2018;247(Febrero):47–54.
17. Pérez M. Brotes de diarrea epidémica porcina en 17 estados productores de México: OIE. *La Jornada V [Internet].* 2014;1. Available from:

<https://www.jornada.com.mx/2014/05/23/politica/020n1pol>

18. Avalos GP. Situación Actual de la Diarrea Epidémica Porcina y Estrategias de Control en Granjas Porcinas. Porcicultura.com. 2013.
19. SAGARPA. México reporta mortal virus porcino en 17 estados [Internet]. 2014. Available from:
<http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/nota.php?accion=buscar¬ald=658786832537f83807c134>
20. SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. 2016.
21. Bennett R, Christiansen K, Clifton-Hadley R. Preliminary estimates of the direct costs associated with endemic diseases of livestock in Great Britain. *Prev Vet Med.* 1999;39(3):155–71.
22. Meuwissen MPM, Horst SH, Huirne RBM, Dijkhuizen AA. A model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks: principles and outcomes. 1999;42.
23. Alarcon P, Rushton J, Wieland B. Cost of post-weaning multi-systemic wasting syndrome and porcine circovirus type-2 subclinical infection in England - An economic disease model. *Prev Vet Med* [Internet]. 2013;110(2):88–102. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.02.010>
24. SENASICA. Diarrea Epidémica Porcina (DEP). :1–29.
25. ZOETIS. Otorga Zoetis licencia condicional para vacuna contra la Diarrea Epidémica Porcina [Internet]. 2014. p. 1. Available from:
<https://www.zoetis.mx/news-and-media/index.aspx>
26. Park JE, Shin HJ. Porcine epidemic diarrhea vaccine efficacy evaluation by vaccination timing and frequencies. *Vaccine.* 2018;36(20):2760–3.

27. Becerra JF. Aislamiento del virus de la Diarrea Epidemica Porcina en Cultivo Celular .pdf. 2016. p. 42.
28. ID Screen® PEDV Indirecto - IDVet.
29. Muños, A. Rouco A. Análisis de costes de producción del lechón comercial en explotaciones tipo de la región de Murcia. Arch Zootec. 1995;44(168):391–402.
30. Liu J, Gao R, Shi H, Cong G, Chen J, Zhang X, et al. Development of a rapid immunochromatographic strip test for the detection of porcine epidemic diarrhea virus specific SIgA in colostrum. J Virol Methods. 2020;279:113855.
31. Diel DG, Lawson S, Okda F, Singrey A, Clement T, Fernandes MHV, et al. Porcine epidemic diarrhea virus: An overview of current virological and serological diagnostic methods. Virus Res. 2016;226:60–70.
32. Jung K, Saif LJ. Porcine epidemic diarrhea virus infection: Etiology, epidemiology, pathogenesis and immunoprophylaxis. Vet J [Internet]. 2015;204(2):134–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.02.017>
33. Furutani A, Kawabata T, Sueyoshi M, Sasaki Y. Assessment of reproductive performance in F1 sows exposed to the porcine epidemic diarrhea virus at different periods of production stage on farms with different hygienic environments. Anim Reprod Sci [Internet]. 2018;192(March):233–41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.03.017>
34. Olanratmanee E on, Kunavongkrit A, Tummaruk P. Impact of porcine epidemic diarrhea virus infection at different periods of pregnancy on subsequent reproductive performance in gilts and sows. Anim Reprod Sci [Internet]. 2010;122(1–2):42–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.07.004>

35. Furutani A, Kawabata T, Sueyoshi M, Sasaki Y. Impact of porcine epidemic diarrhea on herd and individual Berkshire sow productivity. *Anim Reprod Sci.* 2017;183(Enero):1–8.
36. Jung K, Saif LJ. Porcine epidemic diarrhea virus infection: Etiology, epidemiology, pathogenesis and immunoprophylaxis. *Vet J.* 2015;204(2):134–43.
37. Goede D, Murtaugh MP, Nerem J, Yeske P, Rossow K, Morrison R. Previous infection of sows with a “mild” strain of porcine epidemic diarrhea virus confers protection against infection with a “severe” strain. *Vet Microbiol.* 2015;176(1–2):161–4.
38. Langel SN, Paim FC, Lager KM, Vlasova AN, Saif LJ. Lactogenic immunity and vaccines for porcine epidemic diarrhea virus (PEDV): Historical and current concepts. *Virus Res [Internet].* 2016;226:93–107. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.016>
39. Furutani A, Kawabata T, Sueyoshi M, Sasaki Y. Impact of porcine epidemic diarrhea on herd and individual Berkshire sow productivity. *Anim Reprod Sci.* 2017;183(January):1–8.
40. Olanratmanee E on, Kunavongkrit A, Tummaruk P. Impact of porcine epidemic diarrhea virus infection at different periods of pregnancy on subsequent reproductive performance in gilts and sows. *Anim Reprod Sci.* 2010;122(1–2):42–51.
41. Weng L, Weersink A, Poljak Z, Lange K De, Massow M Von. An economic evaluation of intervention strategies for Porcine Epidemic Diarrhea (PED). *Prev Vet Med [Internet].* 2016;134:58–68. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.018>