

# Costo y efecto del Virus de la Diarrea Epidémica Porcina en el desempeño (re)productivo de una granja de ciclo completo en México

Nathaniel A. Rogers-Montoya<sup>1</sup>, Francisco E. Martínez-Castañeda<sup>2</sup> y María E. Trujillo-Ortega<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000. Coyoacán. 04510 Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México, Instituto Literario 100, Centro, Toluca. 50000, México

## Resumen

Se analizaron 483 servicios y 403 partos para determinar el desempeño productivo, así como el costo por lechón destetado, de una granja comercial de ciclo completo en el altiplano del estado de México, afectada por primera vez por el Virus de la Diarrea Epidémica Porcina. Se utilizó un Modelo de medidas repetidas para determinar la duración del brote y un análisis de varianza basado en un modelo de un solo criterio de clasificación para comparar el desempeño (re)productivo de las cerdas de la granja. El costo por lechón destetado se estimó utilizando una fórmula general de costos, con los siguientes periodos de análisis: 1) global de 52 semanas; 2) 22 semanas antes del brote; 3) las 8 semanas que duró el brote; y 4) 22 semanas después del brote. La tasa de mortalidad alcanzó un 16,60 % para las 52 semanas, además alcanzó un 11,70 %, 52,20 % y 14,90 %; antes, durante y después del brote, respectivamente. Se observó una diferencia en el número de lechones destetados, duración de la lactancia y número de días para recibir el primer servicio postdestete. El costo por lechón destetado fue mayor durante las 8 semanas del brote (USD 29,02), con una ganancia promedio de USD 18,66, mientras que el menor costo (USD 23,02) se registró en el periodo anterior al brote, con una ganancia promedio de USD 24,66. A pesar de que el desempeño de la granja regresó a los niveles productivos anteriores al brote, tanto el costo de producción por lechón destetado como la tasa de mortalidad se mantuvieron más elevados después del brote.

**Palabras clave:** Enfermedades, economía, porcicultura, productividad.

## Cost and effect of Porcine Epidemic Diarrhea Virus on the (re)productive performance of a farm in Mexico

### Abstract

Analysis of 483 services and 403 farrowings were carried out in order to determine the (re)productive performance, as well as the cost per weaned piglet, of a naïve semi-technified, full-cycle farm in the highland area of the State of Mexico affected by a PED outbreak. A repeated-measurement design was used to ascertain the duration of the outbreak and a one-way analysis of variance to compare (re)productive

---

\* Autor para correspondencia: elenam@unam.mx

performance. The cost per weaned piglet was determined using a general cost formula, with the following four periods being established and studied: 1) a global period 52 weeks that included the outbreak; 2) a pre-outbreak period of 22 weeks; 3) the 8-week period that the outbreak lasted, and 4) a post-outbreak period of 22 weeks. Piglet mortalities reached 16.60 % for the global period that was studied, and 11.70 %, 52.20 % and 14.90 % respectively for the periods before, during and after the outbreak. Differences in the number of weaned piglets, lactation length and the number of first post-farrowing service days were observed. The average cost per weaned piglet was highest during the period of the outbreak (USD 29.02), with an average profit of USD 18.66, while the lowest cost (USD 23.02) was recorded during the 22 weeks before the said period, with an average profit of USD 24.66. Although performance on the farm returned to pre-disease levels, both the cost per weaned piglet and the pre-weaning mortality levels, remained higher than they had been before the outbreak for at least 22 weeks after it.

**Keywords:** Diseases, economy, swine production, productivity.

## Introducción

La Diarrea Epidémica Porcina (DEP) es una enfermedad viral altamente contagiosa que afecta a los cerdos en todas sus etapas productivas (Jung *et al.*, 2020). Después de los brotes masivos con cepas altamente patogénicas, ocurridos en China en 2010 y posteriormente en Estados Unidos en el 2013 (Huang *et al.*, 2013), el Virus de la Diarrea Epidémica Porcina (VDEP) atrajo atención global por las enormes pérdidas económicas que generó en el sector porcino (Schulz y Tonsor, 2015).

La DEP se caracteriza por producir diarrea acuosa y vómitos en cualquier edad del animal (Stevenson *et al.*, 2013) y tiene un efecto devastador en lechones neonatos, con pérdidas de alrededor de 1.688 lechones por cada 1.000 cerdas en producción (Goede y Morrison, 2016). El impacto de la enfermedad a nivel de granja depende en gran medida del estado inmunológico y epidemiológico de la piara y de la región, así como la previa exposición de los animales al virus (Schulz y Tonsor, 2015).

El VDEP presenta una alta morbilidad en todas las etapas productivas del cerdo pero con una tasa de mortalidad del 80 % al 100 % en lechones neonatos (Niederwerder y Hesse, 2018), tasa que disminuye drásticamente en camadas de mayor edad. Aunque no provo-

ca la muerte en lechones próximos al destete, su crecimiento se puede ver afectado por el virus (Shibata *et al.*, 2000; Curry *et al.*, 2017). Los signos clínicos reportados en animales adultos son fiebre, deshidratación y anorexia (Jung y Saif, 2015), mientras que a nivel de piara se reporta agalactia y ciclos reproductivos anormales (Song *et al.*, 2015). Las cerdas infectadas durante el primer tercio de la gestación, principalmente nulíparas, pueden tener camadas más pequeñas (Olanratmanee *et al.*, 2010). La tasa de mortalidad en camadas de cerdas infectadas durante el último tercio de la gestación o durante la lactancia es mayor, por la falta de inmunidad pasiva materna (Langel *et al.*, 2016; Furutani *et al.*, 2017). El VDEP no lesiona el aparato reproductivo de la cerda ni a sus productos pero puede alterar la tasa de fertilidad y retorno al estro, efecto que puede ser más severo en hembras nulíparas afectando su desempeño subsecuente (Sasaki *et al.*, 2017).

El VDEP es un Alfacoronavirus, miembro del orden Nidovirales y perteneciente a la familia Coronaviridae (Jung y Saif, 2015). Actualmente VDEP, PDCoV y SDAP-CoV son considerados Coronavirus emergentes (Wang *et al.*, 2019).

En la década de los ochenta ocurrieron brotes esporádicos de la DEP en Europa y la enfermedad se volvió endémica en el continente

asiático (Pensaert y Martelli, 2016). Después de los brotes de DEP en China en el 2010, se comprobó que las mismas cepas causaron los brotes masivos en Estados Unidos en 2013 (Chen et al., 2016), los cuales se diseminaron rápidamente a lo largo de América del Norte y México (Trujillo-Ortega et al., 2016). Asimismo se encontraron también cepas de PDCoV circulando (Pérez-Rivera et al., 2019).

La exposición controlada con el virus de campo (autoinoculación o feedback) continúa siendo la estrategia más efectiva para reducir el impacto de la enfermedad a nivel de granja. La investigación ha sido dirigida para diseñar una vacuna efectiva que desarrolle una inmunidad mucosal, a través del eje intestino-glándula mamaria-inmunoglobulinas A secretoras (sIgA) (Langel et al., 2020). Debido a que aún no existe vacuna comercial que confiera una protección efectiva a la hembra y su camada, la DEP continua causando pérdidas económicas en el sector porcino (Lin et al., 2016; Amador et al., 2017). El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la DEP en el desempeño de las variables (re)productivas de una granja comercial de mediana escala de ciclo completo, afectada por primera vez con el virus y determinar el costo para producir un lechón destetado.

## Material y métodos

### Descripción de la granja

El estudio se realizó en una granja de ciclo completo localizada en el altiplano del estado de México, a una altura de 1.670 m.s.n.m. La unidad de producción contaba con 170 hembras cruce Landrace x Yorkshire, con un ciclo reproductivo de 116 días de gestación, 21 días de lactancia y 7 días para el primer servicio postdestete, 2,36 partos por hembra y año, y una fertilidad del 84 %. Los parámetros productivos se obtuvieron directamente de la base de datos de la granja.

Toda la piara se vacunó contra el Virus del Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRSV). Además, las hembras nulíparas se vacunaron contra influenza, rinitis atrófica (*Pasteurella multocida* tipo D y *Bordetella bronchiseptica*), Parvovirus, Leptospira y Erisipela entre los 140-200 días de edad. Después del primer parto, las hembras se vacunaron en sabana cada 6 meses contra Influenza y cada 4 meses contra Parvovirosis, Leptospirosis y Erisipelas.

El brote comenzó alrededor del 22 de marzo del 2014, con casos de diarrea y vómito en las naves de gestación y de engorda. Los primeros días de abril, un elevado número de lechones presentaron diarrea, vómito y signos de deshidratación, siendo la última la principal causa de mortalidad. Se realizaron necropsias en lechones recién muertos para confirmar la presencia del VDEP basándose en las lesiones, las cuales incluyeron: pérdida de masa muscular, deshidratación, ileítis, enteritis y adelgazamiento de la pared intestinal. Posteriormente se realizó diagnóstico confirmatorio de VDEP con la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (Hernández-Trujillo et al., 2018).

Una vez presentados los signos clínicos en las salas de maternidad, se tomaron las siguientes medidas de control: destete temprano, inmunización, limpieza y desinfección rigurosa de las instalaciones. Además, se implementó un protocolo para desinfectar al personal y vehículos cuando entraban o salían de la granja. Una semana después de la presentación de los signos clínicos, se inmunizó a toda la piara reproductora con un inóculo producido a partir de intestinos macerados de lechones infectados (feedback), los cuales fueron mezclados en una solución para ser administrada vía oral diariamente durante 13 días. Se administraron 10 ml diariamente a todas las hembras reproductoras; reemplazos, nulíparas y múltiparas.

### **Análisis estadístico**

#### *Desempeño (re)productivo de la cerda*

La primera parte del análisis consistió en determinar el efecto de la DEP en el desempeño (re)productivo de las cerdas al parto, antes y durante el brote. Este efecto se evaluó considerando los siguientes grupos: 1) Antes del brote; 2) 0-38 días de gestación durante el brote; 3) 39-76 días de gestación durante el brote; 4) 77-116 días de gestación durante el brote; y 5) lactancia durante el brote. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza basado en un modelo de un solo criterio de clasificación. Las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) y se estimaron intervalos de confianza. Se evaluaron las siguientes variables: total de lechones nacidos, lechones nacidos vivos, lechones nacidos muertos, lechones momificados, lechones destetados, duración de la lactancia, días para el primer servicio después del destete y tasa de fertilidad.

#### *Duración del brote y lechones destetados*

La segunda parte del análisis consistió en determinar la duración del brote. Se estableció como unidad de medida las camadas al momento del destete. Se utilizó un modelo de medidas repetidas (Park et al., 2009). Se comprobó la duración del brote analizando estadísticamente cada semana hasta el punto en donde no se encontró diferencia ( $P > 0,05$ ). Se fijó la mejor estructura de covarianza y se usó una prueba de Tukey ajustada (Kramer, 1956). La variable analizada fue el número de lechones destetados de los siguientes momentos: 1) Anual; 2) Antes del brote; 3) Durante el brote; y 4) Después del brote (Goede y Morrison, 2016).

### **Análisis de costos**

Una vez determinada la duración del brote, se realizó un análisis de costos por lechón destetado considerando los siguientes momentos: 1) Costo total anual; 2) Costo antes del brote; 3) Costo durante el brote; y 4) Costo después del brote (Goede y Morrison, 2016). Se utilizó la metodología de Muñoz Luna y Rouco Yáñez (1995). La fórmula general fue:  $C = F + V$ ; donde  $C$  = costo del lechón destetado,  $F$  = costo fijo y  $V$  = costo variable. El costo fijo se calculó de la siguiente manera:  $F = L + S + Co + R + A + Fi + Ot$ ; donde  $L$  = costo de mano de obra,  $S$  = costo de suministros,  $Co$  = costo de energía y combustible,  $R$  = costo de reparación y mantenimiento,  $A$  = costo de amortización de activos fijos,  $Fi$  = costo fijo de oportunidad (son generados por utilizar los recursos capitales en determinada alternativa económica, por lo tanto, renunciando a otra alternativa, se consideró colocar los recursos en una entidad financiera con un interés de 5,43 %) y  $Ot$  = otros costos. El costo variable se calculó con la fórmula:  $V = [(AC + CAT + IA + AL + M + MoT + T + Vo / (TOTCER \times W)] \times z$ , donde  $AC$  = amortización de la cerda,  $CAT$  = costo alimento de la cerda,  $IA$  = costo inseminación artificial,  $AL$  = costo alimento para lechón,  $M$  = costo medicamento,  $MoT$  = costo de mano de obra temporal,  $T$  = costo de transporte,  $Vo$  = costo variable de oportunidad (son generados por utilizar los recursos capitales en determinada alternativa económica, por lo tanto, renunciando a otra alternativa, se consideró colocar los recursos en una entidad financiera con un interés de 5,43 %),  $TOTCER$  = número total de cerdas,  $W$  = factor de ponderación para los lechones y  $z$  = número de lechones destetados. La amortización de la cerda ( $AC$ )<sup>1</sup> se calculó con la fór-

1. La unidad básica de producción es el lechón comercial, asimismo el número de lechones será función del número de cerdas productivas que en una explotación porcina serán las cerdas dadas de alta como reproductoras, de tal forma que el cálculo de dicho número para un año contable se realiza tomando la media aritmética de los censos al final de cada mes de ese año. De todos los parámetros que intervienen en la configuración del coste variable, el que está sometida a una mayor incertidumbre económica derivada de la eficiencia en la gestión técnica de la explotación es el cálculo de la cuota de amortización anual de las reproductoras (Muñoz Luna y Rouco Yáñez, 1995).

mula:  $AC = [PH - (PD - (1 - MORR))] / (PARM / PAR) - REP$ ; dónde PH = precio por hembra, PD = precio por hembra desechada, MORR = % de mortalidad de las cerdas, PARM = número total promedio de partos por hembra, PAR = partos promedio por hembra y año y REP = cerdas reemplazadas.

$PARM = \sum(CER \times n) / TOTCER$ ; dónde CER = número de hembras, n = número de partos. Esto permitió calcular el número de partos sin importar la etapa fisiológica de las cerdas.  $PAR = 365 / [(116 + LAC + INT) \times (1 - NAB + VAC / CUB)]$ , dónde LAC = duración de la lactancia, INT = intervalo del destete a servicio fértil, NAB = número de abortos, VAC = número de cerdas no productivas, y CUB = número de servicios realizados. El factor de ponderación  $w = PAR \times VIV \times (1 - MOR)$ , dónde VIV = número de lechones nacidos vivos por parto, y MOR = mortalidad en lactancia. Los valores monetarios están en Dólares Americanos con una tasa de cambio dólar: peso, 1:16,7789 publicada por el Banco de México (2014) en el mes de agosto.

Cada concepto considerado en la estructura de costos se obtuvo directamente de los datos productivos y financieros de la granja estudiada, considerando el salario mínimo de la región y el precio por lechón destetado el cual no varió durante el periodo del estudio.

## Resultados

### *Desempeño (re)productivo de la cerda*

Las variables productivas: lechones nacidos totales, lechones nacidos vivos y lechones momificados no se vio afectada por la DEP (Tabla 1). El número de lechones destetados, la duración de la lactancia y el número de días de destete a primer servicio fueron diferentes ( $P < 0,05$ ).

El grupo de hembras que se infectó durante los 77-116 días de gestación fue el más afectado en cuanto al número de lechones des-

tetados ( $P < 0,05$ ), con un promedio de 1,76 lechones destetados y un intervalo de confianza (IC) de 0,65 lechones a 2,87 lechones destetados. Seguido por el grupo de hembras en lactancia, las cuales destetaron en promedio 5,32 lechones con un IC de 3,36 lechones a 7,28 lechones (Tabla 1).

Las hembras infectadas entre los 77-116 días de gestación fueron diferentes ( $P < 0,05$ ) en la duración de su lactancia y días de destete a primer servicio (Tabla 1).

### *Duración del brote y lechones destetados*

La duración del brote fue de 8 semanas y los periodos de análisis quedaron: 1) Costo total anual (52 semanas); 2) Costo antes del brote (22 semanas); 3) Costo durante el brote (8 semanas); y 4) Costo después del brote (22 semanas).

El número de lechones destetados para las 52 semanas fue de 9,17; 22 semanas antes del brote de 11,70; 8 semanas de brote de 4,50; y para las 22 semanas después del brote de 9,34. La tasa de mortalidad para los mismos periodos fue de 16,60 %; 11,70 %; 52,20 % y 14,90 %; respectivamente.

### *Análisis de costos*

La DEP no afectó a la partida de AMG. Por el contrario, el AML presentó una reducción después del aumento en la mortalidad de lechones cuando comenzó el brote y el AMD se incrementó. La marcada reducción en el concepto AL está relacionado directamente con la muerte de los lechones durante el brote, sin embargo, también se vio afectado por la cantidad de lechones producidos en los momentos analizados. El costo de tratamientos (M) incrementó durante el brote porque la granja se enfocó en recuperar a las hembras gestantes lo antes posible. La mano de obra temporal se incrementó por las medidas de control tomadas durante el brote de DEP (Tabla 2).

Tabla 1. Numero de observaciones (n), intervalo de confianza límite inferior (IC-I), media (M), intervalo de confianza límite superior (IC-S) para lechones nacidos totales (LNT), lechones nacidos vivos (LNV), lechones nacidos muertos (LNM), lechones momificados (LNMo), lechones destetados (LD), duración de la lactancia (DLact) y días para el primer servicio postdestete (DPSD) de las hembras 1 año antes del brote con Virus de la Diarrea Epidémica Porcina (VDEP) y por etapa productiva cuando el brote fue diagnosticado en la granja. *Table 1. Number of observations (n), lower confidence interval mean (IC-I), mean (M) and upper confidence interval mean (IC-S) for total piglets born (LNT), live-born piglets (LNV), stillborn piglets (LNM), mummified piglets (LNMo), weaned piglets (LD), length of lactation (DLact) and first post-farrowing service (DPSD) of the sows 1 year before the PEDV outbreak and by productive stage when the outbreak began.*

Grupo	Antes del brote de VDEP			Días de gestación cuando las hembras se infectaron						Lactancia					
	IC-I	M	IC-S	0-38		39-76		77-116		IC-I	M				
n	393			50	37	34	25								
LNT	11,46	11,99	12,51	11,14	12,22	13,30	11,32	12,22	13,11	11,15	12,26	13,38	11,57	12,96	14,35
LNV	10,75	11,21	11,68	10,09	11,12	12,15	10,43	11,30	12,16	10,17	11,29	12,42	10,72	12,00	13,28
LNM	0,28	0,40	0,51	0,40	0,64	0,88	0,35	0,65	0,94	0,24	0,56	0,88	0,14	0,52	0,90
LNMo	0,27	0,38	0,49	0,21	0,46	0,71	0,08	0,27	0,46	0,11	0,41	0,71	0,12	0,44	0,76
LD	9,66	10,04	10,42	8,68	9,36	10,04	6,97	8,08	9,19	0,65	1,76	2,87	3,36	5,32	7,28
DLact	19,41	20,22	21,03	17,91	19,16	20,41	19,14	20,43	21,72	6,98	10,65	14,32	19,52	22,92	26,32
DPSD	5,79	7,09	8,38	4,64	6,83	9,01	4,32	7,15	9,98	14,16	18,13	22,11	3,59	8,22	12,86

Tabla 2. Estructura de costos en dólares Americanos durante las 52 semanas analizadas, antes del brote con Virus de la Diarrea Epidémica Porcina (VDEP) (22 semanas), durante el brote (8 semanas) y después del brote (22 semanas).

*Table 2. Cost structure in American Dollars during the 52 weeks analysed; before the Porcine Epidemic Diarrhea virus (PEDV) outbreak (22 weeks); during the outbreak (8 weeks); and after it (22 weeks).*

Concepto	52 semanas	Antes	Durante	Después
<b>Costos fijos</b>				
Mo (mano de obra)	11.776,70	11.776,70	11.776,70	11.776,70
I (Insumos)	7.151,84	7.151,84	7.151,84	7.151,84
Ec (Energía y combustible)	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30
R (Reparación y mantenimiento)	595,99	595,99	595,99	595,99
Fi (Fijo de oportunidad)	1.210,99	1.210,99	1.210,99	1.210,99
Costo total fijo	23.214,82	23.214,82	23.214,82	23.214,82
<b>Costos variables</b>				
AC (Amortización de la cerda)	1.172,61	1.172,61	1.172,61	1.172,61
AMG (Alimento gestación)	26.627,27	26.627,27	26.627,27	26.627,27
AML (Alimento lactancia)	22.814,81	25.007,11	19.061,88	23.395,79
AMD (Alimento destete)	1.997,05	1.570,09	3.709,45	1.976,39
AMTot (Alimento total cerda)	51.439,13	53.204,47	49.398,60	51.999,45
AL (Alimento lechones)	2.631,16	2.877,93	1.291,19	2.679,94
IA (Inseminación artificial)	2.313,05	2.313,05	2.313,05	2.313,05
M (Medicamentos)	4.789,37	5.140,86	5.927,29	5.051,20
MOt (Mano de obra temporal)	0	0	1.132,37	0
Vo (Variable de oportunidad)	3.397,43	3.513,69	3.259,68	3.430,69
Costo total variable	65.742,75	68.222,61	64.494,79	66.646,94
Costo total variable*	63.168,36	69.118,47	28.330,67	64.304,51
Costo total	86.703,52	92.631,28	53.005,92	87.817,32
Costo por lechón destetado	23,57	23,02	29,02	23,44

\*Incluyendo:  $/(TOTCER \times W) \times z$ .

La diferencia observada en el costo total variable, cuando se incluyó el factor de ponderación para el número de lechones, demostró que el efecto más importante de la enfermedad en el costo fue la muerte de los lechones neonatos.

## Discusión

### **Desempeño (re)productivo de la cerda**

La DEP tiene un efecto devastador en lechones neonatos (Goede y Morrison, 2016) y puede afectar a cerdos de cualquier edad (Stevenson et al., 2013). Al no lesionar el aparato reproductivo de la cerda, no deben presentarse variaciones en la cantidad de lechones nacidos o sus variables, durante o después del brote.

Las camadas más afectadas durante el brote fueron aquellas que nacieron de hembras en la etapa de lactancia o en último tercio de la gestación al momento de la infección con VDEP, por lo que el número de lechones destetados fue menor. Jung et al., (2020) mencionan que el VDEP afecta con más severidad a lechones de menos de 2 semanas de edad, por la falta de anticuerpos maternos y su reducida capacidad de intercambiar enterocitos.

A nivel de hato, Diel et al. (2016) reportan que los signos clínicos como diarrea o vómito son más evidentes entre los 5 días y 10 días después de iniciado el brote, y es hasta el décimo día o más que comienzan a aparecer los anticuerpos neutralizantes, junto con las inmunoglobulinas-A-secretoras que son esenciales para la protección del lechón neonato a través de la leche de su madre. Por otro lado, en las naves de maternidad, se reporta que los signos clínicos y la mortalidad empieza a disminuir entre el día 21 y 28 después de iniciado el brote, sin embargo, en la granja estudiada la tasa de mortalidad se mantuvo elevada por más tiempo que lo reportado.

Respecto al acortamiento de lactancia, el grupo de hembras que se infectó entre los 77 días y 116 días de gestación presentó la lactancia más corta, esto se debe a que perdieron sus camadas o estas fueron destetadas antes de tiempo. Según van Wettere et al. (2017), al acortarse la lactancia, los días de destete a primer servicio se incrementan debido a que la involución uterina no ha finalizado. Sasaki et al. (2017) reportan que las hembras próximas a parir cuando inicia un brote con DEP tardan más días en recibir su próximo servicio postdestete. Olanratmanee et al. (2010) concuerdan que la reducción de la lactancia aumenta el número de repeticiones, incrementa el intervalo destete primer servicio y se reporta una mayor mortalidad en sus camadas, resultados similares con los del presente estudio.

### **Duración del brote y lechones destetados**

La duración del brote fue de 8 semanas y la tasa de mortalidad promedio fue del 52,20 %. Furutani et al. (2017) y Jung et al. (2020) mencionan que a pesar de que la tasa de mortalidad puede alcanzar un 95 % durante el pico de la epidemia, en promedio alcanza niveles del 40-50 % en el transcurso del brote. De acuerdo con Goede y Morrison (2016), hasta 1.688 lechones pueden morir por cada 1.000 cerdas en producción. Basándose en sus estimaciones, en el presente estudio se debieron perder alrededor de 300 lechones, cuando en realidad murieron 864 lechones durante las 8 semanas del brote con DEP. Purañaveja et al. (2009), Goede y Morrison (2016), Weng et al. (2016) y Furutani et al. (2019) concuerdan en que la duración y el impacto económico de la enfermedad depende también, de las medidas de control tomadas, la probable interacción con otros agentes infecciosos, el estado general de salud del hato y el sistema de producción y manejo de la explotación (Jung y Saif, 2015).



### **Análisis de costos**

El costo de producción por lechón fue más alto durante las 8 semanas del brote (USD 29,02), USD 6,00 más elevado comparado con el costo antes del brote y USD 5,58 comparado con el costo después del brote.

La literatura científica relacionada con el impacto económico de la DEP es limitada, asimismo, estimar el impacto de una enfermedad en ganado es una tarea complicada, debido a las diferentes formas en las que se puede evaluar su efecto (mortalidad, aumento en días improductivos, más días para alcanzar un peso). En el presente estudio, un aumento considerable en la tasa de mortalidad de lechones neonatos provocó una disminución en la productividad (lechones destetados), lo que se considera como el principal impacto económico de la enfermedad en la granja estudiada. Además, hubo un aumento considerable en días improductivos, acompañado de una reducción en la duración de la lactancia, lo que causó que el costo de alimentación para la cerda improductiva aumentara. De igual manera, la implementación de medidas de control aumentó los costos de producción por el concepto de mano obra adicional y medicamentos para tratar a las hembras y lechones. Weng *et al.* (2016) describen un comportamiento similar, dónde mencionan que el aumento en el costo de alimentación se debe a que hay una alteración en el tiempo que permanecen las hembras en las distintas etapas productivas. Schulz y Tonsor (2015) reportan que la DEP es una enfermedad caracterizada por la muerte de lechones de menos de 2 semanas de edad, el principal efecto económico está vinculado al número de lechones vendidos por camada.

Weng *et al.* (2016) reportan pérdidas económicas a causa de la DEP de 452 dólares Canadienses (CAD) por cerda y año (USD 414), mientras que Provis (2014) reporta pérdidas de los CAD 234 (USD 181,77) a los CAD 432

(USD 323,15). En el presente estudio la pérdida total de lechones fue de 864, considerando un precio por lechón destetado de USD 47,68 (precio de venta en la región) = USD 41.152,52. Si este monto se divide entre el número de cerdas (170) la pérdida aproximada por cerda y año sería de USD 242,33. Goede y Morrison (2016) destacan la importancia de evaluar el efecto de la enfermedad en todas las etapas productivas, para determinar la relación costo-beneficio.

Una vez terminado el brote de la DEP, el costo por lechón después del brote fue de USD 23,44, es decir, 42 centavos más elevado que antes del brote. Una explicación para el incremento se puede deber a la sinergia con otros agentes infecciosos o a la demora en implementar medidas de control, ya que, de acuerdo con Provis (2014) se pueden alcanzar tasas de mortalidad del 100 % hasta por 7 semanas, dependiendo la calidad del programa de control implementado. En el presente análisis se alcanzaron mortalidades del 100 % en 2 de las 8 semanas del brote. Sin embargo, Goede y Morrison (2016) y Schulz y Tonsor (2015) mencionan que el tiempo que transcurre para la estabilización de los niveles productivos depende de factores como la ubicación de la granja, las condiciones sanitarias, factores genéticos, prácticas de manejo y costos de producción.

En México, Rodríguez y Díaz (2013) mencionan que el 30 % de la producción de cerdo se lleva a cabo en sistemas de mediana escala, los cuales comparten similitudes en el tamaño de hato, prácticas de manejo, infraestructura, ciclo reproductivo, genética, alimentación, entre otros, con la granja estudiada.

### **Conclusión**

El grupo de hembras más afectado fue el infectado durante los 77 días y 116 días de gestación, mientras que el segundo grupo más

afectado fue el que se infectó con el virus durante la lactancia. Las variables que presentaron diferencia fueron: número de lechones destetados, duración de la lactancia y el intervalo destete primer servicio.

El brote de la DEP duró 8 semanas con un efecto negativo en el número de lechones destetados, afectando por consiguiente los ingresos de la granja.

El costo por lechón destetado antes del brote fue de USD 23,02; durante el brote fue de USD 29,02 y después del brote de USD 23,44.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto PAPIIT No. IN220525 de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca No. 451633 otorgada a Nathaniel Alec Rogers Montoya para llevar a cabo sus estudios de Maestría.

### Referencias bibliográficas

- Amador J, Trujillo ME, Mendoza SE, Herrera J, Martínez FE (2017). Efecto de la Diarrea Epidémica Porcina (PED) en el número de lechones en granjas porcinas de México. *LI Congreso de la Asociación de Médicos Especialistas en cerdos (AMVEC)*, 19-22 de julio, pp. 230-231.
- Chen Q, Gauger PC, Stafne MR, Thomas JT, Madson DM, Huang H, Zheng Y, Li G, Zhang J (2016). Pathogenesis comparison between the United States porcine epidemic diarrhoea virus prototype and S-INDEL-variant strains in conventional neonatal piglets. *Journal of General Virology* 97(5): 1107-1121. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000419>.
- Curry SM, Schwartz KJ, Yoon KJ, Gabler NK, Burrrough ER (2017). Effects of porcine epidemic diarrhoea virus infection on nursery pig intestinal function and barrier integrity. *Veterinary Microbiology* 211: 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.09.021>.
- Diel DG, Lawson S, Okda F, Singrey A, Clement T, Fernandes MHV, Christopher-Hennings J, Nelson EA (2016). Porcine epidemic diarrhoea virus: An overview of current virological and serological diagnostic methods. *Virus Research* 226: 60-70. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.013>.
- Furutani A, Kawabata T, Sueyoshi M, Sasaki Y (2017). Impact of porcine epidemic diarrhoea on herd and individual Berkshire sow productivity. *Animal Reproduction Science* 183: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.06.013>.
- Furutani A, Sekiguchi S, Sueyoshi M, Sasaki Y (2019). Effect of intervention practices to control the porcine epidemic diarrhoea (PED) outbreak during the first epidemic year (2013-2014) on time to absence of clinical signs and the number of dead piglets per sow in Japan. *Preventive Veterinary Medicine* 169: 104710. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104710>.
- Goede D, Morrison RB (2016). Production impact & time to stability in sow herds infected with porcine epidemic diarrhoea virus (PEDV). *Preventive Veterinary Medicine* 123: 202-207. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.11.010>.
- Hernández-Trujillo E, Bolaños-López D, Beltrán-Figueroa R, Sarmiento-Silva RE, Juárez-López N, Trujillo-Ortega ME (2018). Characterization of acute phase proteins associated with a porcine epidemic diarrhoea virus outbreak in suckling piglets and sows in Mexico. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 21: 5-12. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.1.140>.
- Huang YW, Dickerman AW, Piñeyro P, Li L, Fang L, Kiehne R, Opriessning T, Meng XJ (2013). Origin, evolution, and genotyping of emergent porcine epidemic diarrhoea virus strains in the United States. *mBio* 4(5): 1-8. <https://doi.org/10.1128/mBio.00737-13>.
- Jung K, Saif LJ (2015). Porcine epidemic diarrhoea virus infection: Etiology, epidemiology, patho-

- genesis and immunoprophylaxis. *Veterinary Journal* 204(2): 134-143. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.02.017>.
- Jung K, Saif LJ, Wang Q (2020). Porcine epidemic diarrhea virus (PEDV): An update on etiology, transmission, pathogenesis, and prevention and control. *Virus Research* 286: 198045. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198045>.
- Kramer CY (1956). Extension of Multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics* 12: 307-310. <https://doi.org/10.2307/3001469>.
- Langel SN, Chimelo Paim F, Lager KM, Vlasova AN, Saif LJ (2016). Lactogenic immunity and vaccines for porcine epidemic diarrhea virus (PEDV): Historical and current concepts. *Virus Research* 226: 93-107. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.016>.
- Langel SN, Wang Q, Vlasova AN, Saif LJ (2020). Host factors affecting generation of immunity against porcine epidemic diarrhea virus in pregnant and lactating swine and passive protection of neonates. *Pathogens* 9(2): 130. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020130>.
- Lin JD, Lin CF, Chung WB, Chiou MT, Lin CN (2016). Impact of mated female nonproductive days in breeding herd after porcine epidemic diarrhea virus outbreak. *PLoS ONE* 11(1): 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147316>.
- Niederwerder MC, Hesse RA (2018). Swine enteric coronavirus disease: A review of 4 years with porcine epidemic diarrhoea virus and porcine deltacoronavirus in the United States and Canada. *Transboundary and Emerging Diseases* 65(3): 660-675. <https://doi.org/10.1111/tbed.12823>.
- Muñoz Luna A, Rouco Yáñez A (1995). Análisis de costes de producción de lechón comercial en explotaciones tipo de la Región de Murcia. *Archivos de Zootecnia* 44: 391-402.
- Olanratmanee E, Kunavongkrit A, Tummaruk P (2010). Impact of porcine epidemic diarrhea virus infection at different periods of pregnancy on subsequent reproductive performance in gilts and sows. *Animal Reproduction Science* 122(1-2): 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.07.004>.
- Park E, Cho M, Ki CS (2009). Correct use of repeated measures analysis of variance. *Korean Journal of Laboratory Medicine* 29(1): 1-9. <https://doi.org/10.3343/kjlm.2009.29.1.1>.
- Pensaert MB, Martelli P (2016). Porcine epidemic diarrhea: A retrospect from Europe and matters of debate. *Virus Research* 226: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.030>.
- Pérez-Rivera C, Ramírez-Mendoza H, Mendoza-Elvira S, Segura-Velázquez R, Sánchez-Betancourt JI (2019). First report and phylogenetic analysis of porcine deltacoronavirus in Mexico. *Transboundary and Emerging Diseases* 66(4): 1436-1441. <https://doi.org/10.1111/tbed.13193>.
- Provis P (2014). Presentation in 2014 Manitoba Producer Meeting, hosted by Prairie Swine Centre (co-sponsored by Elanco Animal Health). William Glesby Centre, Portage la Prairie, Manitoba.
- Puranaveja S, Poolperm P, Lertwatcharasarakul P, Kesdaengsakonwut S, Boonsoongnorn A, Urairong K, Kitikoon P, Choojai P, Kedkovid R, Teankum K, Thanawongnuwech R (2009). Chinese-like strain of porcine epidemic diarrhea virus, Thailand. *Emerging Infectious Diseases* 15(7): 1112-1115. <https://doi.org/10.3201/eid1507.081256>.
- Rodríguez G, Díaz M (2013). Situación de la porcicultura porcina en México. En: *Porcicultura mexicana: auge y crisis de un sector* (Ed. Bobadilla E, Martínez FE), p. 53-81. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Sasaki Y, Kawabata T, Noguchi M (2017). The effect of porcine epidemic diarrhea (PED) on ovarian function and reproductive performance after weaning in Berkshire sows. *Tropical Animal Health and Production* 49(4): 879-882. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1257-0>.
- Schulz LL, Tonsor GT (2015). Assessment of the economic impacts of porcine epidemic diarrhea virus in the United States. *Journal of Animal Science* 93(11): 5111-5118. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9136>.
- Shibata I, Tsuda T, Mori M, Ono M, Sueyoshi M, Uruno K (2000). Isolation of porcine epidemic diarrhea virus in porcine cell cultures and ex-

- perimental infection of pigs of different ages. *Veterinary Microbiology* 72(3-4): 173-182. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(99\)00199-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(99)00199-6).
- Song D, Moon H, Kang B (2015). Porcine epidemic diarrhea: a review of current epidemiology and available vaccines. *Clinical and Experimental Vaccine Research* 4(2): 166-176. <https://doi.org/10.7774/cevr.2015.4.2.166>.
- Stevenson GW, Hoang H, Schwartz KJ (2013). Emergence of Porcine epidemic diarrhea virus in the United States: Clinical signs, lesions, and viral genomic sequences. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 25(5): 649-654. <https://doi.org/10.1177/1040638713501675>.
- Trujillo-Ortega ME, Beltrán-Figueroa R, García-Hernández ME, Juárez-Ramírez M, Sotomayor-González A, Hernández-Villegas EN, Becerra-Hernández JF, Sarmiento-Silva RE (2016). Isolation and characterization of porcine epidemic diarrhea virus associated with the 2014 disease outbreak in Mexico : case report. *BMC Veterinary Research* 12: 132. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0763-z>.
- van Wettere WHEJ, Weaver AC, Greenwood EC, Terry R, Hughes PE, Kind KL (2017). Controlling lactation oestrus: The final frontier for breeding herd management. *Molecular Reproduction and Development* 84(9): 883-896. <https://doi.org/10.1002/mrd.22838>.
- Wang Q, Vlasova AN, Kenney SP, Saif LJ (2019). Emerging and re-emerging coronaviruses in pigs. *Current Opinion in Virology* 34: 39-49. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.001>.
- Weng L, Weersink A, Poljak Z, de Lange K, von Massow M (2016). An economic evaluation of intervention strategies for Porcine Epidemic Diarrhea (PED). *Preventive Veterinary Medicine* 134: 58-68. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.018>.
- (Aceptado para publicación el 22 de octubre de 2021)