

---

# Los Problemas de Locomoción en las Cerdas Afectan Adversamente la Reproducción

Mark E. Wilson, PhD y Terry L. Ward, PhD

Zinpro Corporation, Eden Prairie, MN, EE.UU.

---

La eliminación de las cerdas improductivas y la introducción de hembras de reemplazo, son componentes esenciales para mantener la productividad del hato a un nivel constante. La porcicultura comercial debe tratar de aumentar la longevidad de las hembras y reducir el desecho de las mismas, tomando en consideración el alto costo de las cerdas de reemplazo. Los beneficios de un programa de esta naturaleza son mejorar el tamaño de las camadas y prolongar la vida productiva de las cerdas, lo que redundará en menos días improductivos.

Se han realizado estudios para investigar las razones del desecho de hembras (Stone, 1981; Friendship *et al.*, 1986; Dijkhuizen *et al.*, 1989; Boyle *et al.*, 1998; Stalder y Serenius 2004; Anil *et al.*, 2005; USDA, 2007; Dhliwayo, 2007), que nos pueden dar una idea general de las tendencias o factores que requieren atención para ver si podemos reducir el impacto del desecho de hembras jóvenes. La incidencia de problemas de locomoción (claudicación o cajera) varía del 9 al 27%. Los datos de una encuesta realizada recientemente por el Sistema Nacional de Monitoreo de la Salud Animal (NAHMS) de EE.UU. indican que 15.2% podría ser una buena cifra promedio para los mercados norteamericanos. Knauer *et al.*, (2007a) sugiere tener precaución al utilizar estos números como causas absolutas de desecho o eutanasia de hembras, pues sus informaciones sugieren que el 23% de las causas de desecho corresponden a registros inexactos. Una tendencia en estos estudios es que las cerdas jóvenes, de menos de 3 partos, se desecharon principalmente a causa de problemas de patas y piernas, y fallas reproductivas, mientras que las de 6 partos o más se desecharon principalmente por ser viejas y tener mal rendimiento. Faust *et al.* (1993), usando un modelo de simulación, demostró que los sistemas de producción con menores tasas de desecho son más rentables que las operaciones

en las que se desecha a una mayor proporción de hembras.

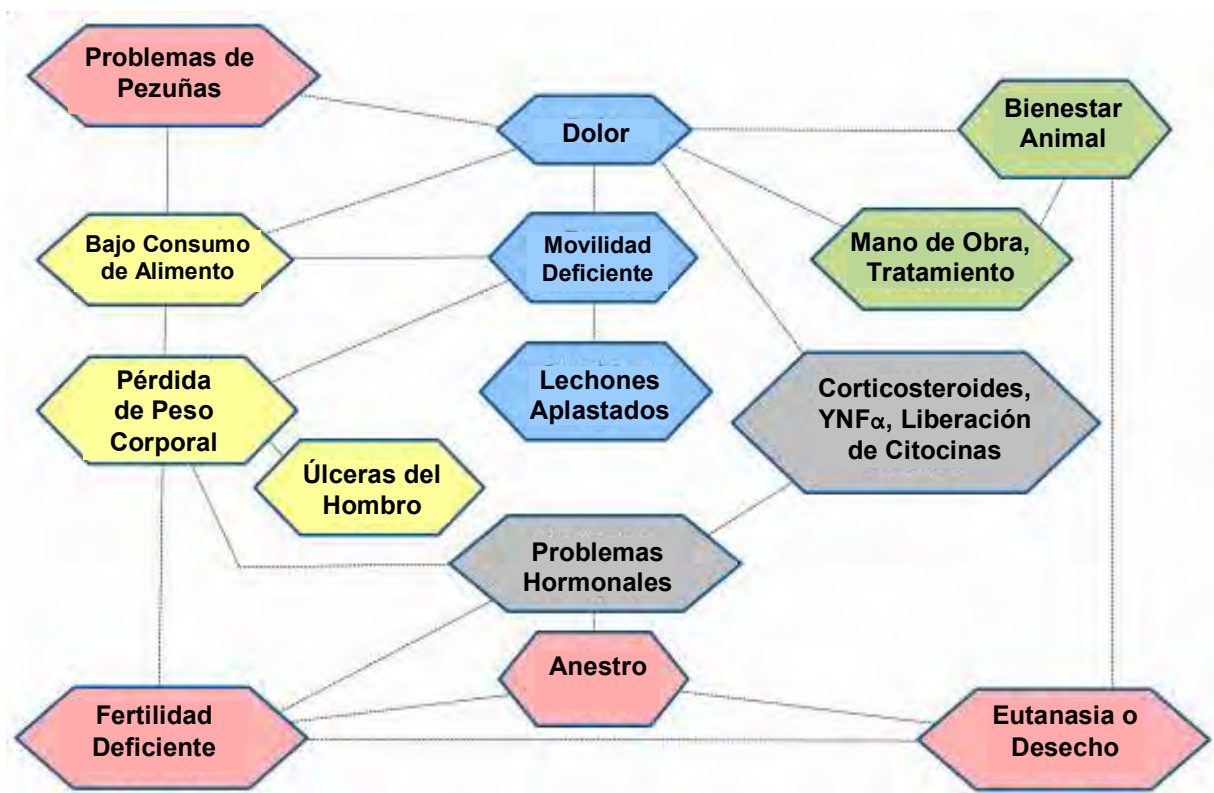
Ahora podemos comprender mejor la información relacionada con las cojeras, gracias a que cada vez son más los grupos de investigadores que estudian este fenómeno y recolectan datos. Vestergaard *et al.* (2006a) reportaron que las cerdas con pezuñas demasiado largas o con fisuras tuvieron 1.91 y 1.93 veces ( $P<0.01$ ), respectivamente, más probabilidades de presentar claudicación que las hembras con pezuñas de tamaño normal. Las hembras de vientre con pezuñas disparejas (comparando la pezuña medial contra la lateral) presentaron 1.55 veces ( $P<0.04$ ) más probabilidades de cojera que las que tenían ambas pezuñas iguales. Kirk *et al.* (2005) reportaron que las principales razones de practicar la eutanasia de las hembras en Dinamarca fueron los problemas de locomoción (72%). Más aún, las cerdas sacrificadas presentaron mayor prevalencia de sobrecrecimiento de talones (75%), cuarteaduras de la pared de la pezuña (49%), grietas en la suela (77%) y fisuras de la línea blanca (65%). Aproximadamente el 40% de las cerdas de dicho estudio se sacrificaron o murieron espontáneamente antes del segundo parto. Vestergaard *et al.* (2006b) publicaron recientemente resultados similares obtenidos en un estudio realizado por separado en Dinamarca. Es claro que estos datos incluyen implicaciones económicas y del bienestar animal. Recientemente, Dhliwayo (2007) reportó que los problemas de patas fueron la razón más importante de desecho involuntario (26.1%) y representaron el mayor costo del reemplazo. La salud de pezuñas y patas en las cerdas es crítica para mejorar el bienestar de estos vientres, mantenerlos en el hato durante más tiempo (mayor longevidad) y elevar al máximo los beneficios económicos de la producción porcina.

El objetivo del presente trabajo es investigar la manera como la claudicación afecta directa y/o

indirectamente el rendimiento reproductivo del hato de cerdas de vientre. Las fallas reproductivas constituyen el principal factor del desecho temprano de cerdas jóvenes en la producción comercial (Stalder *et al.*, 2004). Una de las consecuencias obvias de la claudicación y el dolor debidos a inflamación de patas y piernas es la posible reducción del consumo de alimento. Si una cerda joven y con pocos partos no come bien, por lo general presentará un menor desempeño reproductivo. La falta de movilidad en el paridero dificulta el proceso de levantarse y echarse normalmente, y puede influenciar las muertes por aplastamiento. Si observamos a las cerdas con dolor en las extremidades, notaremos que por lo

general hacen poco esfuerzo por volver a levantarse si sus lechones chillan cuando se echan sobre ellos. La reducción del número de lechones destetados ejerce un gran impacto sobre la cantidad de kilogramos de carne de cerdo comercializada por cerda al año. Si el dolor se debe a alguna condición inflamatoria, ésta tendrá impactos directos sobre la producción de hormonas y la actividad del ovario. Además, si se resuelven estos problemas, mejorará la inmunidad adquirida, disminuirán los riesgos de bioseguridad y aumentará el valor de rescate de las cerdas, además de estabilizarse el flujo de producción. La Figura 1 presenta una idea general de cómo la claudicación ejerce varios impactos sobre la reproducción.

**Figura 1. Impactos que la claudicación puede tener sobre el rendimiento y la eficiencia reproductiva.**



Tradicionalmente, cuando las hembras se iban a aparear ya sea en el corral o usando un potro de

monta, era necesario que estuviesen estructuralmente sanas y no podían presentar

problemas de claudicación si iban a ser montadas por un verraco pesado. Con la adopción de la inseminación artificial se empezó a prestar menos atención a la locomoción o a las cojeras en las hembras de vientre. De hecho, conforme nos vamos fijando metas reproductivas más difíciles de alcanzar, en el verano las cerdas que normalmente se someterían a monta natural ahora serán inseminadas para ver si pueden producir una camada más. En estos hatos es frecuente encontrar que las cerdas que repiten el calor (N. del T.: que no están gestantes y que ahora denominan en inglés “*not in pig sows*”, *NIPS*) pueden mostrar claudicación o alguna herida inflamada en pezuñas o piernas. A menudo, estas cerdas también son las que presentan baja calificación de la condición corporal, generalmente de 1 en una escala de 1 a 5, siendo 5 una condición excesiva. Resulta difícil decir si esta cerda estaba flaca o si la lesión en las pezuñas ocurrió primero y por eso bajó de peso.

Las respuestas al dolor y la inflamación por las heridas en pezuñas o piernas pueden reducir el apetito, por lo que baja el consumo de alimento. Las respuestas derivadas de las Citocinas del sistema neuroendocrino son similares a las que observamos en los casos de emaciación: reducción de la función tiroidea, bajos niveles de péptidos dependientes de la GH y supresión de la función gonadal (Reichlin, 1999). Resulta interesante pensar que la emaciación y la inflamación severa básicamente causan señales cerebrales y respuestas metabólicas muy similares en los animales.

Algunos investigadores australianos (King y Dunkin, 1986) fueron de los primeros en demostrar la relación lineal entre el consumo diario de alimento durante la lactancia y el mayor tiempo requerido por las cerdas para expresar el estro después del destete. Las hembras primerizas jóvenes fueron más sensibles a los efectos negativos del bajo consumo de alimento durante la lactancia, en comparación con las primerizas de mayor edad y las cerdas multíparas (Eissen *et al.*, 2003). Es frecuente alimentar *ad libitum* a las cerdas lactantes para aumentar su producción de leche al tiempo de mantener su condición natural

(Dourmad *et al.*, 1994). Sin embargo, el consumo voluntario de alimento de las cerdas hiperprolíficas puede ser insuficiente, especialmente cuando son jóvenes, para satisfacer los altos requerimientos de nutrientes por producción de leche, mantenimiento y crecimiento (Noblet *et al.*, 1990). La lactancia es una de las actividades energéticamente más costosas y desafiantes a que se enfrenta la hembra. Es necesario que los empleados de la sección de reproductoras consideren a quienes sirven el alimento de las cerdas en lactancia como los que ejercen la mayor influencia sobre su éxito.

Por cada kilogramo adicional (2.2 libras) de incremento en el consumo diario de alimento en promedio durante la lactancia, se observaron nacimientos de 0.11 cerdos más en el siguiente parto (Kirkwood *et al.*, 1988). Los análisis logísticos de regresión revelaron que los aumentos en el consumo diario promedio redujeron las probabilidades de que ocurriesen fallas reproductivas en las granjas comerciales (Koketsu *et al.*, 1996). Los productores pueden mejorar el rendimiento del hato reproductor y reducir la incidencia de problemas reproductivos mediante el manejo nutricional diseñado para elevar el consumo de alimento a un nivel óptimo y lograr lo mismo con el patrón de consumo. Un mayor consumo de alimento en la cerda redujo la pérdida de peso, mejoró la ganancia de la camada y redujo las probabilidades de que se presentaran intervalos destete-estro prolongados, en un 42% por cada kilogramo de incremento en el consumo diario promedio (Eissen *et al.*, 2003). Cuando las hembras jóvenes consumen poco alimento al día durante la lactancia, un resultado práctico de la prolongación del período destete-estro es el desecho del animal debido a una supuesta falla reproductiva. Aun cuando es frecuente desechar hembras jóvenes por problemas en su desempeño como madres, la frecuencia de falla reproductiva en estas hembras jóvenes es, en realidad, más baja de lo que a menudo se sugiere (Deen y Matzat, 2003).

Parece que los efectos reproductivos de un consumo de alimento inadecuado durante la lactancia están mediados, cuando menos en parte, por la secreción de hormona luteinizante

LH y por mortalidad embrionaria (King y Martin, 1989). Un consumo bajo de alimento durante la lactancia implica la movilización de los tejidos corporales y puede conducir a pérdida excesiva de peso corporal, disminuyendo la longevidad de la cerda (Gaughan *et al.*, 1995) y su rendimiento reproductivo (Quesnel, 2005).

Una calificación de la condición corporal de 1 hace que la cerda presente mayor frecuencia de ovarios no cíclicos, en comparación con una calificación corporal de 4. Es razonable pensar que la pérdida del peso corporal se haya debido a una mayor pérdida de proteínas en estas cerdas. Clowes *et al.* (2003) reportaron mermas en la masa proteínica corporal superiores al 9 a 12%, que rápidamente redujeron la función ovárica. La restricción de proteínas durante la lactancia altera las concentraciones circulantes de somatotropina e insulina al final de la lactancia y ejerce un impacto negativo sobre la tasa de ovulación posdestete (Mejia-Guadarrama *et al.*, 2002).

El desarrollo folicular limitado y la recuperación incompleta del eje reproductivo al destete parecen ser las causas más probables de disminución de la supervivencia embrionaria en las cerdas de segundo parto con destete a edad más temprana (Willis *et al.*, 2003).

Mucha de la información publicada sobre el uso de los minerales en la nutrición se generó hace 30 a 40 años. Las hembras hiperprolíficas de la actualidad, que amamantan y destetan camadas mucho más numerosas, requieren que se vuelvan a evaluar sus necesidades de minerales. Mahan (1990) revisó el papel y la interacción de los minerales involucrados en la reproducción de la cerda. Demostró que las concentraciones de minerales traza en el organismo de estas hembras disminuyen conforme aumenta el número de partos (Mahan y Newton, 1995). Desde el punto de vista ecológico, es necesario usar minerales orgánicos con mayores tasas de absorción y utilización, para reducir la contaminación ambiental que ocurre mediante las excretas. Recientemente se demostró que el hecho de aumentar los niveles de cromo orgánico en la dieta mejora la longevidad y la productividad de los vientres (Dean Boyd,

comunicación personal). Se ha sugerido que el nivel de minerales traza y vitaminas en la ración de las cerdas se debe modificar conforme aumenta la edad de los animales, para compensar sus cambios de masa corporal (Boyd *et al.*, 2006).

La regla más importante en la lactancia es elevar al máximo el consumo de alimento, pero siempre cuidando que éste no se deprima por esta causa. El consumo diario de ración influyó la duración de la vida productiva de 5 de 6 tipos de cerdas híbridas evaluados (Serenius *et al.*, 2006). Entre los diferentes tipos de hembras cruzadas, las posibilidades de que éstas permanecieran en el hato se incrementaron de 2 a 4 veces cuando se aumentó el consumo de alimento en aproximadamente 1 Kg al día. Otro estudio demostró que un incremento de 1 Kg en el consumo diario de ración disminuía las posibilidades de desechar a las hembras en un 30%. Los vientres que consumen menos de 3.2 Kg (7 libras) en cualquier día durante las primeras dos semanas de la lactancia (días 2 a 14) tuvieron mayor riesgo de ser desechados en comparación con los que consumieron 3.2 Kg (7 libras) o más al día, todos los días durante estas dos primeras semanas de la lactancia (Anil *et al.*, 2006). Más aún, las cerdas que no consumieron alimento en lo absoluto en cualquier día durante el período citado, tuvieron el mayor riesgo de ser desechadas. La clave para reducir el número de hembras jóvenes dadas de baja consiste en asegurarse de que consuman suficiente alimento. La prevención y el tratamiento de las cojeras y las lesiones en las pezuñas ayudarán a mantener el apetito y, por ende, el consumo.

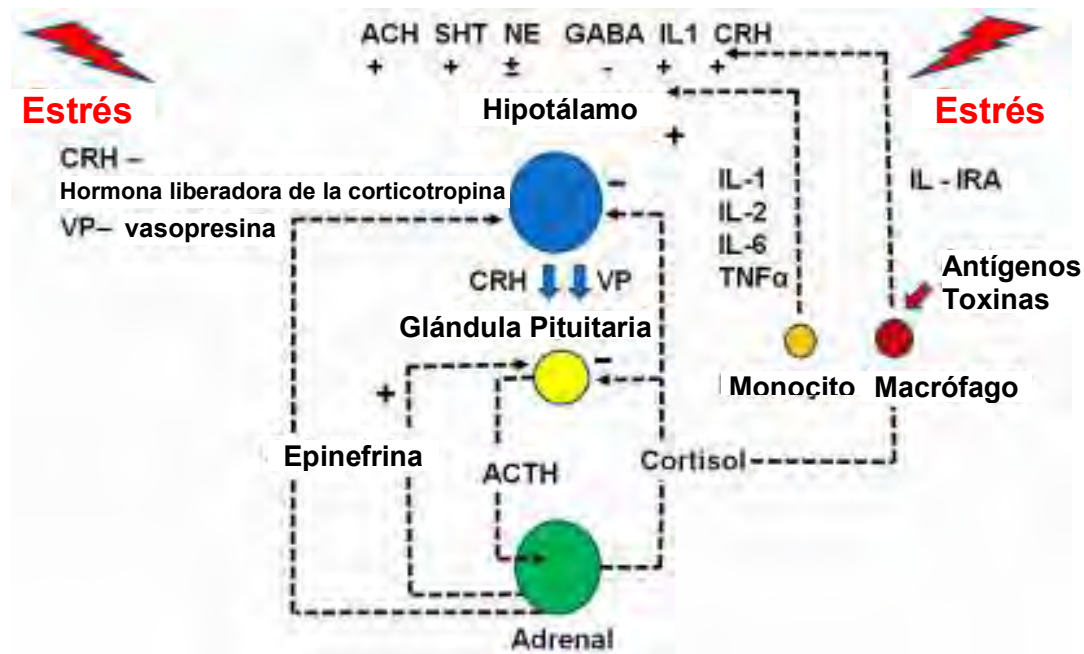
La presencia de heridas severas en los tejidos indujo una respuesta fisiopatológica relativamente estereotipada, caracterizada por fiebre, catabolismo y conducta que expresaba que el animal estaba enfermo. Todos los órganos y sistemas del cuerpo se alteran en presencia de inflamaciones crónicas o agudas. La activación de las citocinas inflamatorias a causa de las toxinas y los productos de las células lesionadas genera diversos cambios metabólicos y endocrinos, mediados en parte por la acción directa de las citocinas sobre la función tisular y

por los cambios en la función pituitario-endocrina (Reichlin, 1999). Muchas de las lesiones y heridas en las pezuñas se clasifican como este tipo de problemas inflamatorios. Es plausible investigar los posibles mecanismos de las cojeras y heridas en las pezuñas que impactan la reproducción, sobre todo si consideramos la manera como la falta de nutrientes, de manera similar, causa algunos de los mismos fenómenos que una respuesta inflamatoria debida a liberación de citocinas. No debería sorprendernos ver más cerdas abiertas (N. del T.: no gestantes), camadas pequeñas y falta de estro en las cerdas con calificación 3 de la locomoción y lesiones en patas y pezuñas altamente inflamatorias.

Las enfermedades inflamatorias severas indujeron una dramática disminución en los esteroides sexuales (Dong *et al.*, 1992) en los

pacientes humanos masculinos. El factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) inhibe la secreción de las gónadas (van der Poll *et al.*, 1993). En el ovario, las citocinas intrínsecas IL-6, TNF $\alpha$  e IL-1 regulan la esteroidogénesis, la maduración, la atresia y la apoptosis de las células ováricas. Al nivel del hipotálamo, la IL-1 inhibe la secreción pulsátil de hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), lo que causa una baja secreción de gonadotropinas y bajos niveles de esteroides sexuales (Rivest y Rivier, 1995; Shalts *et al.*, 1991). La mayoría de estas respuestas probablemente esté mediada al nivel del hipotálamo por la inducción de hormona liberadora de la corticotropina (CRH) y/o la vasopresina (VP), que actúan juntas para aumentar la liberación de hormona adrenocorticotrópica (ACTH). Incluimos las Figuras 2 y 3 para ayudar al lector a comprender estas complejas interacciones.

**Figura 2. Consecuencias neuroendocrinas de la inflamación sistémica**



Modificado de Reichlin, S., 1998. Neuroendocrinología. Libro de texto de endocrinología de Williams, 9a. ed. Eds Wilson, Foster Larsen and Kronenberg. Philadelphia W. B Saunders Company.

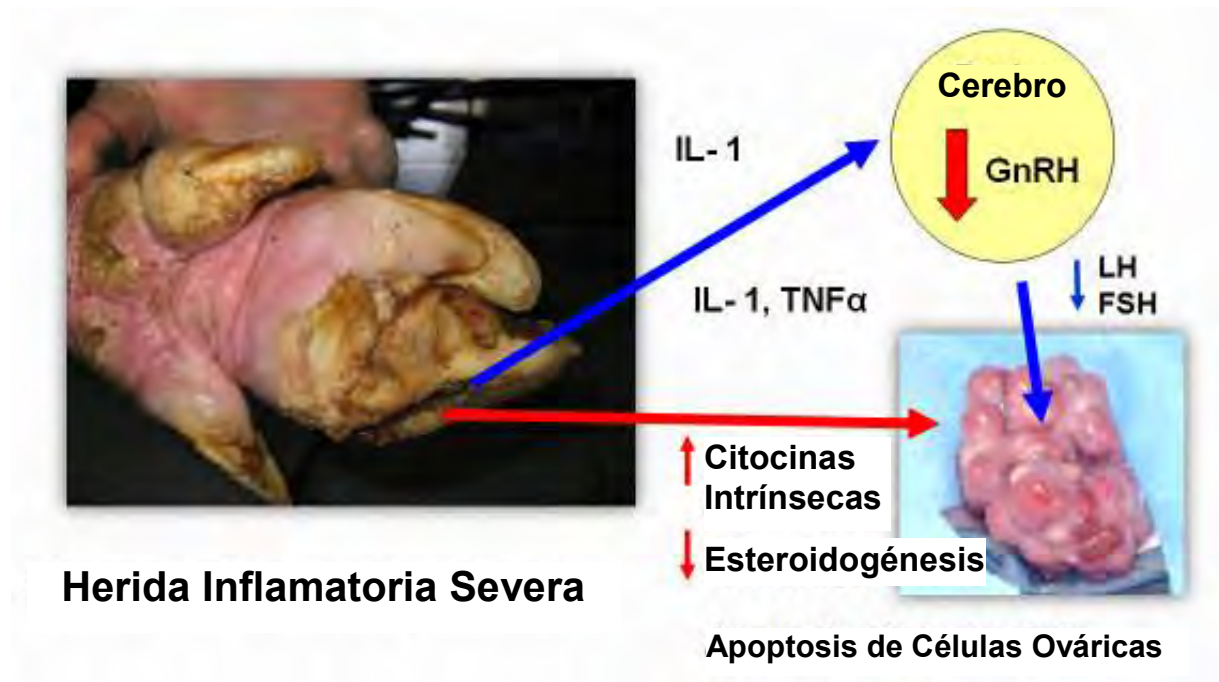
Avanzando un paso más, la reacción que causa la liberación de citocinas es una disminución en la hormona liberadora de las gonadotropinas

(GnRH), lo que reduce la cantidad de hormona estimulante del folículo (FSH) y LH liberada por la pituitaria. Una herida inflamatoria

suficientemente severa puede tener un efecto directo sobre el ovario, lo que produce una reducción en la respuesta o incluso apoptosis del

cuerpo lúteo (CL) y, con ello, la pérdida de la preñez (Véase la Figura 3).

**Figura 3. Posible consecuencia de una lesión inflamatoria como por ejemplo una fisura severa en la línea blanca de la pezuña trasera izquierda de una cerda.**



La anomalía reproductiva encontrada más comúnmente (9%) al cosechar tractos reproductores de hembras de desecho fue la presencia de ovarios acíclicos (Knauer *et al.*, 2007b). El segundo lugar lo ocuparon los ovarios quísticos (6.3%). La incidencia de ovarios acíclicos se incrementó ( $P<0.05$ ) conforme disminuyó la calificación de la condición corporal de las cerdas. La presencia de ovarios acíclicos también tuvo correlación positiva ( $P<0.01$ ) con abscesos del tren posterior. Una vez más, encontramos un vínculo entre la claudicación y los problemas reproductivos, pues vemos más ovarios acíclicos en las cerdas flacas y las que presentan abscesos en las extremidades posteriores.

Ya sea que la respuesta se deba a la liberación de citocinas inflamatorias o a una reducción en

el consumo de alimento probablemente debida a fiebre, las respuestas generan estados y señales metabólicas similares. No todas las cerdas con lesiones en las pezuñas presentan cambios de apetito y consumo de alimento. Es necesario que la herida cause inflamación para que se presenten las respuestas que hemos descrito. En las granjas generalmente se alcanzan los máximos niveles de productividad con las hembras entre 3 y 5 partos, por lo que cuando se desechan demasiadas hembras jóvenes, con menos partos, se presenta una pérdida significativa del potencial de producción del hato medido en términos de lechones por cerda al año. Stalder *et al.* (2003) calcularon que es necesario que una hembra joven produzca de 3 a 4 camadas para pagar el costo del reemplazo de una hembra de vientre de mayor edad. Otros autores han publicado que la vida productiva de

una cerda económicamente óptima es cuando llega al 5o. parto (Scholmann y Dijkhuizen, 1989; Rasmussen, 2004). Balogh *et al.* (2007) utilizaron un modelo económico para cuantificar la manera como el período de producción de una cerda influye el costo promedio de los lechones, llegando a la conclusión de que el 5o.

parto paga el costo mínimo por cerdo alojado. La alta incidencia de desechos involuntarios de hembras jóvenes con pocos partos, por ejemplo a causa de falla reproductiva y problemas de patas y piernas o mortalidad acelerada, resulta demasiado costosa para un productor individual y para la industria porcina en general.

**Figura 4. Pirámide de factores que pueden impactar la incidencia de cojeras y lesiones en las pezuñas**



Es posible mejorar el manejo y la suplementación de nutrimentos para reducir el impacto de las lesiones de las pezuñas y la claudicación y, a la larga, mejorar el rendimiento reproductivo. No es un solo factor el que puede prevenir y resolver el problema de la claudicación en los hatos reproductores, sino todo un esfuerzo coordinado de muchos factores (Figura 4) que pueden reducir el impacto de las lesiones en las pezuñas y las cojeras. Conforme reunamos más información, podremos definir más claramente las prácticas exactas que serán capaces de prevenir la incidencia de estos tipos de lesiones inflamatorias y mejorar el rendimiento reproductivo del hato. Tomlinson *et al.*, (2004) publicaron una revisión excelente del impacto de la nutrición (proteína, energía, macrominerales, minerales traza y vitaminas) sobre el mantenimiento de la salud de las

pezuñas. Existe la teoría de que el zinc mejora la integridad de las pezuñas al acelerar la cicatrización de las heridas y mejorar la velocidad de reparación del tejido epitelial y mantener la integridad celular (Weaver *et al.*, 1978). También se requiere zinc para la síntesis y maduración de la queratina (Mulling 1999, Mulling 2000, Smart and Cymbaluk, 1997).

Varios estudios han demostrado que el complejo de zinc mejora la integridad de las pezuñas. En un estudio de un año de duración, realizado en la Universidad Estatal de Illinois, EE.UU., las

vacas cuyo alimento contenía complejo de zinc presentaron menos casos de fisuras del talón, dermatitis interdigital y laminitis que las vacas cuya dieta no contenía dicho complejo (Moore *et al.*, 1989). Además, la incidencia de úlceras de la suela y enfermedad de la línea blanca tendió a disminuir.

Nocek *et al.* (2000) reportaron que las vacas cuya dieta contenía más formas disponibles de zinc, manganeso, cobre y cobalto, como son los Performance Minerals de Zinpro, presentaron menor incidencia de bordes dorsales en la pared de las pezuñas, dobles suelas, separación de la línea blanca, hemorragias de la suela, úlceras de la suela y dermatitis digital. De manera similar, los investigadores de la Florida, EE.UU., encontraron que la sustitución del zinc, el cobre, el manganeso y el cobalto inorgánicos por cantidades similares de estos minerales traza pero en la forma de Performance Minerals de Zinpro generó una disminución en las lesiones de las pezuñas (Ballantine *et al.*, 2002). La administración en la dieta de los minerales traza de Zinpro tendió a disminuir la incidencia de problemas en las pezuñas a los 75 días

*postpartum* (23.6 vs. 34.1%,  $P = 0.15$ ) y la incidencia de enfermedad de la línea blanca a los 75 días (9.5 vs. 14.6%,  $P = 0.07$ ) y 250 días *postpartum* (4.9 vs. 8.8%,  $P = 0.11$ ). Los minerales traza de Zinpro disminuyeron los índices de lesión en las pezuñas (indicador de la severidad de la lesión) en los casos de enfermedad de la línea blanca a los 75 días *postpartum* (1.3 vs. 2.6,  $P = 0.02$ ) y tendieron a disminuir los índices de lesión en las pezuñas por erosión del talón a los 75 días *postpartum* (6.7 vs. 8.9,  $P = 0.06$ ), la enfermedad de la línea blanca a los 250 días *postpartum* (1.7 vs. 2.7,  $P = 0.15$ ) y las úlceras de la suela a los 250 días *postpartum* (2.5 vs. 4.2,  $P = 0.10$ ).

Dada la similitud en los ambientes de producción y las expectativas de productividad entre vacas y cerdas, resulta lógico inferir que esta respuesta probablemente también se observe en el porcino. Conforme vayamos obteniendo más información procedente de las investigaciones que se están realizando actualmente, podremos definir con más claridad estos parámetros de producción.

## Referencias.

- Anil, S.S., L. Anil and J. Deen. 2005. Evaluation of patterns of removal and associations among culling because of lameness and sow productivity traits in swine breeding herds. *JAVMA* 226:956-961.
- Anil, S.S., L. Anil, J. Deen, S.K. Baidoo and R.D. Walker. 2006. Association of inadequate feed intake during lactation with removal of sows from the breeding herd. *JSHAP* 14:296-301.
- Balogh, P., I. Ertsey, and S. Kovacs. 2007. Survival analysis of culling reasons and economic examination of production period in sow culling. 104<sup>th</sup> (joint) EARE-IAAE Seminar Agricultural Economics and Transitions: "What was expected, what we observed, the lessons learned". Corvinus University of Budapest (CUB) Budapest, Hungary, Sept. 6-8, 2007.
- Ballantine, H.T., M.T. Socha, D.J. Tomlinson, A.B. Johnson, A.S. Fielding, J.K. Shearer and S.R. Van Amstel. 2002. Effects of feeding complexed zinc, manganese, copper and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction and lactation performance. *The Professional Animal Scientist* 18:211-218.
- Boyd, R.D., M.E. Johnston and N. Williams. 2006. Segregated parity management to improve sow herd performance: a nutritional perspective. *Proceedings of the 37<sup>th</sup> American Association of Swine Veterinarians meeting*. Pp 7-11.
- Boyle, L., F.C. Lenard, B. Lynch and P. Brophy. 1998. Sow culling patterns and sow welfare. *Ir. Vet. J.* 51:354-357.



- Clowes, E.J., F.X. Aherne, G.R. Foxcroft and V.E. Baracos. 2003. Selective protein loss in lactation sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.* 81:753-764.
- Dagorn, J. and A. Aumaitre. 1979. Sow culling: reasons for and effect on productivity. *Livest. Prod. Sci.* 6:167-177.
- D'Allaire, S., T.E. Stein and A. Lemman. 1987. Culling patterns in selected Minnesota Swine breeding herds. *Can. J. Vet. Res.* 51:506-512.
- Deen, J. and P. Matzat. 2003. Control points in sow longevity. In: *Proceedings American Association of Swine Veterinarians*, March 8-11, Orlando, Florida: 147-148.
- Deen, J. S.S. Anil and L. Anil. 2006. Claw lesions and associated factors in gestating sows. *Proceedings 19<sup>th</sup> IPVS Congress*, Copenhagen, Denmark. P 493.
- Dong, Q., F. Hawker, D. McWilliam, M. Bangah, H. Bureger, and DJ. Handelsman. 1992. Circulating immunoreactive inhibin and testosterone levels in men with critical illness. *Clin. Endocrinol.* 36:399-404.
- Dhliwayo, M. 2007. Reasons for Planned and Unplanned Culling in Breeding Sows: The Cure for the PIB Farm in Zimbabwe. *Journal of Sustainable Development in Africa* 9:70-77.
- Dijkhuizen, AA., RMM. Krabbenborg, and RBM. Hurine. 1989. Sow replacement: a comparison of farmers' actual decisions and model recommendations. *Livestock Production Science* 23:207-218.
- Dourmad, J.Y. 1991. Effect of feeding level in gilts during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livest. Prod. Sci.* 27:309-319.
- Dourmad, J.Y., M. Etienne, A. Prunier and J. Noblet. 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: a review. *Livestock Prod. Science* 40:87-97.
- Ehlorsson, C.J. and O. Olsson. 2002. Housing and environmental factors affecting the claw health in dry sows. *Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Pig Veterinary Society Congress*, Ames, Iowa, USA. P 442.
- Einarsson, S. N. Lundeheim, K. Martinsson, N. Persson, I Persson. 1982. Post mortem examination of genital organs of culling sows from a large herd with relation to fertility data. *Proc. Int. Pig Vet Soc. Mexico.* P 211.
- Eissen J.J., E. J. Adeldoorn, E. Kanis, M.W.A. Vertegen and K.H. de Greef. 2003. The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *J. Anim. Sci.* 81:594-603.
- Eissen, J. J., E. Kanis and B. Kemp. 2000. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livest. Prod. Sci.* 64:147-165.
- Engblom, L., N. Lundeheim, A. Dalin and K. Andersson. 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. *Livestock Science* 106:76-86.
- Faust, M. A., O. W. Robinson and M.W. Tess. 1993. Genetic and economic analyses of sow replacement rates in the commercial tier of hierarchical swine breeding structure. *J. Anim. Sci.* 71:1400-1406.
- Friendship, R.M., M.R. Wilson, G.W. Almond, I. McMillan, R.R. Hacker, R. Pieper and S.S. Swaminathan. 1986. Sow wastage: reasons for and effect on productivity. *Can J Vet Res* 50:205-208.
- Gaughan, J. B., R.D.A. Cameron, Mc L. Dryden and M. J. Josey. 1995. Effect of selection for leanness on overall reproductive performance in Large White Sows. *Anim. Sci.* 60:561-564.

- Heinonen, M., A. Leppävuori, and S. Pyörälä. 1998. Evaluation of reproductive failure of female pigs based on slaughter house material and herd record survey. *Livest. Prod. Sci.* 52:235-244.
- King, R.H. and A.C. Dunkin. 1986. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 3. The response to graded increase in food intake during lactation. *Anim. Prod.* 42:119.
- Kirk, R.K., B. Svensmark, L.P. Ellegaard and H.E. Jensen. 2005. Locomotive disorders associated with sow mortality in Danish pig herds. *JAVMA* 52:423-428.
- Knauer, M., L.A. Kariker, T.J. Bass, C. Johnson, K.S. Stalder. 2007a. Accuracy of sow culling classifications reported by lay personnel on commercial swine farms. *JAVMA* 231:433-436.
- Knauer, M., K.J. Stalder, L. Karriker, T.J. Baas, C. Johnson, T. Serenius, L. Layman and J.D. McKean. 2007b. A descriptive survey of lesions from cull sows harvested at two Midwestern U.S. facilities. *Preventative Veterinary Medicine* 82:3-4;198-212.
- Mahan, D. 1990. Mineral Nutrition of the sow: a review. *J. Anim. Sci.* 68:573-582.
- Mahan, D.C. and E.A. Newton. 1995. Effect of initial breeding weight on macro- and micromineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype. *J. Anim. Sci.* 73:151-158.
- Mejia-Guadarrama, C.A., A. Psquier, J.Y. Dourmad, A. Prunier, and H. Quesnel. 2002. Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotrophic axis and reproductive performance after weaning. *J. Anim. Sci.* 80:3286-3300.
- Moore, C.L., P.M. Walker, M.A. Jones and J.M. Webb. 1989. Zinc methionine supplementation for dairy cattle. *Trans. Ill. Academy Sci.* 82:99.
- Mulling Ch.K.W., H.H. Brugulla, S. Reese, K.D. Budras and W. Steinberg. 1999. How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritional factors. *Anat. Hist. Embryol.* 28:103-108.
- Mulling, Ch.K.W. 2000. The use of nutritional factors in prevention of claw diseases – Biotin as an example for nutritional influences on formation and quality of hoof horn. *In: Proc. 11<sup>th</sup> Int. Symp. on Disorders of the Ruminant Digit.* Parma, Italy. C.M. Mortellaro, L. De Vecchis and A. Brizzi, eds.
- Noblet, J., J.Y. Dourmad, and M. Etienne. 1990. Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. *J. Anim. Sci.* 68:562-572.
- Nocek, J.E., A.B. Johnson and M.T. Socha. 2000. Digital characteristics in commercial dairy herds fed metal-specific amino acid complexes. *J. Dairy Sci.* 83:1553-1572.
- Quesnel, H. 2005. Etat nutritionnel et reproduction chez la truie allaitante. *INRA Prod. Anim.* 18:277-286.
- Reichlin, S. 1999. Neuroendocrine Consequence of Systemic Inflammation. *Nutrition and Immune Function.* P 391-407. Washington, D.C. National Academy Press.
- Rivest S. and C. Rivier. 1995. The role of corticotropin-releasing factor and interleukin – 1 in the regulation of neurons controlling reproductive functions. *Endocr. Rev.* 16 :177-199.
- Serenius, T., K.J. Stalder, T.J. Baas, J.W. Mabry, R.N. Goodwin, R.K. Johnson, O.W. Robison, M. Tokach and R.K. Miller. 2006. National pork producers council maternal line national genetic evaluation program: a comparison of sow longevity and trait associations with sow longevity. *J. Anim. Sci.* 84:2590-2595.
- Shalts, E., Y-J. Feng, and M. Ferrin. 1991. Vasopressin mediates the interleukin-1 $\alpha$ -induced reduced decrease in luteinizing hormone secretion in the ovariectomized rhesus monkey. *Endocrinology* 131:153-158.
- Smart, M. and N.F. Cymbaluk. 1997. Role of nutritional supplements bovine lameness – review of nutritional toxicities. Page 145 *in Lameness in Cattle.* 3rd Edition. P. R. Greenough ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia, PA.

- Stalder, K.J. and T. Serenius. Sow longevity scrutinized. *National Hog Farmer*. July 15, 2004.
- Stalder, K.J., M. Knauer, T.J. Baas, M.F. Rothschild, and J.W. Mabry. 2004. Sow longevity. *Pig News and Information* 25:53N-75N.
- Stone, MW. 1981. Sow culling survey in Alberta. *Canadian Veterinary Journal*. 22:363.
- Tomlinson, D.J., C.H. Mulling and T.M. Fakler. 2004. Invited Review: Formation of keratins in the bovine claw: roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. *J. Dairy Sci.* 87:797-809.
- USDA. 2007. Swine 2006, Part I: Reference of Swine Health and Management Practices in the United States, 2006. USDA:APHIS:VS, CEAH. Fort Collins, CO.
- van der Poll, T., JA. Romijin, WM Wiersinga, and HP Sauerwein. 1993. Effects of tumor necrosis factor on the hypothalamic-pituitary-testicular axis in healthy men. *Metabolism* 42:303-307.
- Vestergaard, K, P. Baekbo and H. Wachmann. 2006a. The effect of claw trimming on productivity and longevity of sows. *Proceedings 19<sup>th</sup> IPVS Congress, Copenhagen, Denmark.* P 482.
- Vestergaard, K., P. Baekbo and B. Svensmark. 2006b. Sow mortality and causes for culling of sows in Danish pig herds. *Proceedings 19<sup>th</sup> IPVS Congress, Copenhagen, Denmark.* P 255.
- Weaver, A.D., E. Toussaint-Raven, J.R. Egerton, P.R. Greenough, P.N. Demertzis, D.J. Peterse and A. Modrakowski. 1978. Skara, Sweden; Veterinary Institute, p. 113.
- Willis, H.J., L.J. Zak, and G.R. Foxcroft. 2003. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 81:2088-2102.