

**XLIV CONGRESO NACIONAL AMVEC 2009
DEL 21 AL 25 DE JULIO DEL 2009
PUERTO VALLARTA, JALISCO, MÉXICO**

**ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ALIMENTICIA
EN LAS ETAPAS DEL DESTETE Y ENGORDE**

Rangel, L.F.S., MV, MSc¹; Russell L., PhD²; Crenshaw, J., PhD²; Campbell, J.M., PhD²;
Polo, J., PhD³

¹Piracicaba, SP – APC, Inc. Brasil; ²Ankeny, Iowa – APC, Inc. USA; ³Granollers,
Barcelona – APC Europe España

¹Contacto del autor: luis.rangel@functionalproteins.com

Introducción

Existen diversos factores que pueden afectar el desarrollo de cerdos desde el nacimiento hasta el sacrificio. Se puede mencionar: - manejo, nutrición, sanidad, genética, y ambiente.

El propósito de esta revisión es el de discutir algunas áreas de oportunidad relacionadas con el manejo y nutrición para mejorar la eficiencia alimenticia en las etapas del destete y engorde.

Medidas zootécnicas y factores que las afectan

Para entender los factores que afectan el desarrollo de cerdos del destete hasta el engorde es necesario escoger formas de evaluar el desarrollo.

Las medidas zootécnicas clásicas son ganancia de peso diario, consumo de alimento diario, conversión alimenticia o eficiencia alimenticia, peso en el final del destete y del engorde y las tasas de mortalidad por etapa. Las medidas económicas más usuales son peso total vendido, peso promedio de los animales de mejor precio, número y valor de los descartes, coste y consumo de alimento, uso de las instalaciones y gasto en medicamentos (Tokach et al., 2007).

Entre las medidas de acompañamiento se destaca el índice de conversión o eficiencia alimenticia pues son frutos de la relación entre la cantidad de alimento suministrado y la ganancia de peso obtenido. Existe una adherencia bastante fuerte entre la conversión/ eficiencia alimenticia y el coste de producción y por tanto con el potencial de

lucratividad (Heck, 2009). En la Figura 1 se puede verificar los principales factores que influyen la conversión/ eficiencia alimenticia (Dritz et al., 2008).

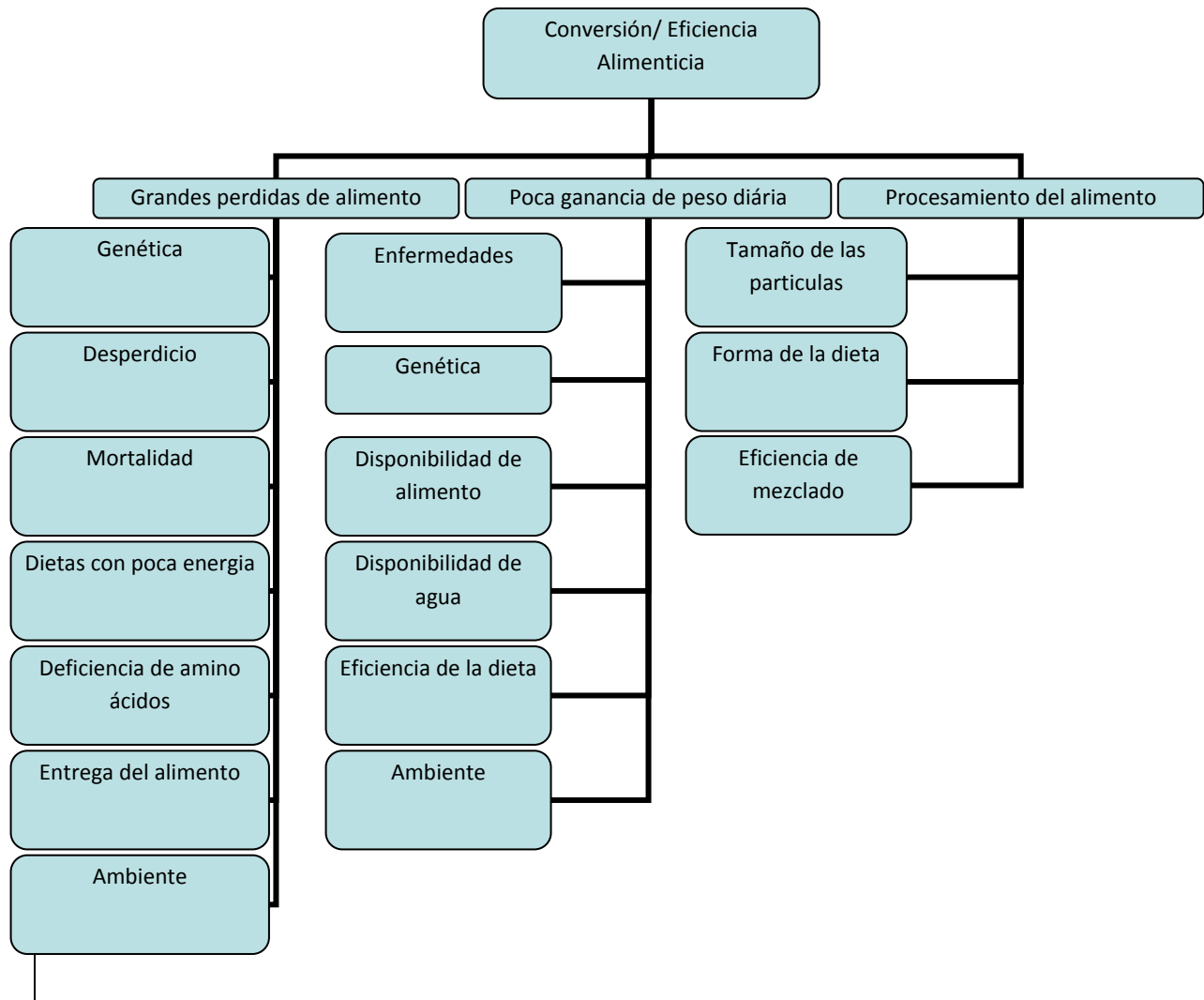


Figura 1. Arbol decisorio de los factores que influyen la conversión alimenticia. Adaptado de Dritz et al., 2008.

Aumento de peso al destete

Uno de los factores que influyen la eficiencia alimenticia en el destete es la calidad del lechón destetado. Cuando se analiza la edad al destete es importante saber la edad promedio y la variación dentro del lote destetado. Hoy en día es bastante común tener como objetivo el destete a los 20 días de edad o más. De forma general la fecha del destete apuntada en los programas (*softwares*) de manejo es la fecha del destete de la cerda. Muchas veces las granjas destetan lechones varias veces por semana, los lechones más pesados son destetados antes que los más livianos de la camada. Por lo tanto la edad promedio del destete real es distinta de la edad del programa de manejo de cerdos. Por otro lado, los lechones livianos son mantenidos junto a las madres por más tiempo (Kummer et al., 2009). El promedio de edad real al destete puede ser un día menos que la edad en los registros de las granjas (Dritz, 2002).

Se realizaron dos pruebas por Main et al. (2002a, 2002b) para determinar los efectos de la edad al destete en el desarrollo de lechones en un sistema de producción de tres sitios. Fueron evaluadas camadas destetadas a los 12, 15, 18 y 21 días (primera prueba) o 15, 16, 18, 19, 21 o 22 días de edad (segunda prueba). Todos los lechones provinieron de un mismo rebaño de 7300 cerdas de un único destete en un mismo día. Hubo mejoras en el crecimiento y en la mortalidad principalmente en los 42 días post destete con una menor mejora durante el engorde. Los dos estudios indicaron que el aumento de la edad del destete a una edad superior a 21,5 días proporcionó un mejor desarrollo en el destete y engorde. Se observó que una diferencia de 3,1 Kg. al destete entre los lechones livianos y pesados resultó en una diferencia de 8,2 Kg a los 39 días después en el momento de entrada en la etapa de terminación (Snelson 2000), o sea, una relación de 1: 2.6.

Principalmente en la década de los 90 hubo una tendencia de reducción en la edad al destete para menos de 20 días de edad. La implementación de una menor edad al destete resulta en un mayor número de lechones terminados al año pues se saca un mayor número de camadas por cerdas por año. Sin embargo, debido a problemas sanitarios entre ellos la circovirus se ha aumentado la edad al destete en los últimos años. Hoy en día en Brasil es común observar compañías trabajando con destetes promedios de los 22 hasta los 23 días de edad (Kummer, et al., 2009).

Otra forma de aumentar el peso de la camada al destete puede ser el uso del plasma seco por spray (SDP) en cerdas durante lactación. Las cerdas experimentan varios factores de estrés asociados con partos, lactancia y gestación. Los porcicultores con frecuencia tienen dificultad en hacer que las cerdas lactantes consuman cantidades adecuadas de alimento para minimizar la pérdida de tejido y mantengan las demandas de producción de leche y el crecimiento de la camada, particularmente en momentos de estrés por calor. La suplementación de dietas para cerdas con proteínas de plasma para reducir los factores estresantes asociados con partos, lactancia, antígenos o factores ambientales, tiene un gran potencial.

Los resultados de los experimentos relacionados con cerdas lactantes alimentadas con SDP se muestran en la Tabla 1 (Crenshaw et al., 2007). Los estudios incluyeron cerdas de varios partos y alimentadas con diferentes niveles de dietas de SDP (0 vs. 0.25% o 0 vs. 0.50%). Cuatro experimentos (Exp. 1, 3, 4 y 5) fueron llevados a cabo durante los meses de verano, mientras que el Exp. 2 fue llevado a cabo durante los meses de otoño e invierno. En el Exp. 1 (prueba en verano) la adición de 0.25% al alimento de cerdos durante lactación resultó en un incremento en el consumo de alimento y redujo el intervalo destete-celo, mientras que en el Exp. 2 (prueba en otoño e invierno) el 0.25% del plasma no afectó el consumo de alimento o el intervalo destete-celo. En el Exp. 3 (prueba en verano), el consumo de alimento incrementó en cerdas de 1 o 2 partos alimentadas con 0.5% de plasma, mientras que en cerdas maduras (3 o más partos) se redujo. La reducción en el promedio diario de consumo de alimento en cerdas maduras alimentadas con SDP fue de 3 o 4% y fue ligeramente más bajo para cada día durante el total de la lactación. Además, el intervalo destete-estro se redujo para cerdas de un parto, alimentadas con 0.5% de SDP y tuvo tendencia a reducirse en cerdas maduras. El Exp. 4 (prueba en verano) incluyendo cerdas maduras exclusivamente (3 o más partos), similar al Exp. 3, el consumo de alimento en cerdas maduras se redujo en un 3 a 4%. Sin embargo, el peso de la camada, el peso promedio de destetados, y el número de cerdos vendibles (> 3.6 Kg. de peso corporal y destetado) se incrementó cuando las cerdas fueron alimentadas con 0.5% de SDP durante la lactación. El Exp. 5 (APC, información no publicada) utilizó cerdas multíparas, con partos durante los meses de verano y alimentadas con 0.5% de SDP durante la lactancia. La información del consumo de alimento no fue registrada en el Exp. 5, pero el peso de la camada y el promedio de peso de lechones recién destetados mejoraron para cerdas alimentadas con proteínas de plasma. Esta información indica que niveles relativamente bajos de dietas (0.25 a 0.50%) con plasma en cerdas de un parto, con partos durante los meses de verano, incrementaron el consumo de alimento en la etapa de lactancia y redujeron el intervalo destete-estro. Cerdas maduras alimentadas con SDP durante los meses de verano consumieron menos alimento, sin comprometer el intervalo destete-celo, incrementando el peso de la camada, peso promedio corporal de los lechones y el número de cerdos vendibles durante el destete.

Campbell et al. (2006) evaluaron los registros semanales de las maternidades de una granja positiva a PRRS (5.550 cerdas) utilizando un análisis de control estadístico de proceso (SPC) para identificar cambios significativos en la medición de la producción antes y después de la adición de SDP en el pienso de hembras gestantes y lactantes. El plasma se incluyó en el pienso de gestación y lactación al 0.5%, alimentando a todas las cerdas de la granja. Después de que las proteínas de plasma fueron adicionadas a las dietas de las cerdas, el rango de partos mejoró (81 vs. 86%), el No de cerdos nacidos vivos se incrementó por cada 1000 cerdas servidas (8422 vs. 8823), y también se incremento el No. cerdos destetados por cada 1000 cerdas servidas (7444 vs. 7841). La mejora ocurrió, aun

cuando la información de serología indico actividad del titulo de anticuerpos de virus PRRS a través de todo el periodo de evaluación.

Aumento de peso en la etapa post destete

La tasa de crecimiento durante la primera semana post destete es un indicador de los días necesarios para el sacrificio. Lechones que ganaron más que 0,226 Kg. al día durante la primera semana post destete se quedaron 1.58 Kg. más pesados en el día 7 post destete que los lechones que no ganaron peso en esa semana, esa ventaja en peso aumentó en 4.54 Kg. en el día 56 post destete y 7.7 Kg. en la fecha del sacrificio, eso representó 10 días menos para llegar al peso de sacrificio – 108.8 Kg. (Tokach et al., 1992). Esos datos justifican la adopción de manejos que incrementen ganancias en esa etapa.

El estrés y la exposición a antígenos activa el sistema inmune y estimula a las citoquinas pro-inflamatorias en el cerebro las cuales reducen la motivación de comer (Kent et al., 1996) e interactúan con la hormona de crecimiento, el factor de crecimiento parecido a la insulina (IGF-1) para suprimir el crecimiento celular (Kelly, 2004). Mismo en cerdos destetados a los 28 días de edad y alimentados con dietas sin SDP, la citoquina inflamatoria TNF- α se mantenía elevada en el tejido mucosal en la parte distal del intestino delgado hasta por lo menos 8 días después del destete (Pé et al., 2004).

Dos revisiones bibliográficas independientes indicaron un promedio de 25, 21, y 4% de mejora en el promedio diario de ganancia, consumo de alimento, y eficiencia de transformación respectivamente, en cerdos destetados alimentados con dietas iso-nutrientes conteniendo proteínas de plasma, comparados con otras fuentes de proteína de alta calidad derivada de soja, leche o pescado (Coffey and Cromwell, 2001; Van Dijk et al., 2001). Otros estudios reportaron que ambas, palatabilidad y consumo de alimento, habían mejorado cuando los cerdos eran alimentados con dietas conteniendo SDP, comparado con leche descremada deshidratada, sugiriendo que el SDP mejoraba el consumo de alimento y el crecimiento, solo porque era más palatable (Ermer et al., 1994). También se observó que los cerdos destetados alimentados con dietas con SDP, cuando eran alimentados con la misma cantidad de pienso que los cerdos control, habían mejorado la eficacia del uso de la proteína de la dieta con menos catabolismo de aminoácidos intestinales y reduciendo la urea del plasma y concentración de N (Jiang et al., 2000a, 2000b). Las grandes diferencias, respecto a la mejora del crecimiento y consumo de alimento, en cerdos destetados, cuando consumen SDP no se pueden explicar simplemente por el aumento del consumo de nutrientes.

Los efectos benéficos del plasma en crecimiento y consumo de alimento eran mejores en cerdos bajo condiciones ambientales con altas exposiciones a patógenos, que con bajas exposiciones a patógenos. (Stahly et al., 1994; Coffey and Cromwell, 1995). Observaciones similares han sido reportadas en pollos de engorde (Campbell et al., 2003) y

pavos (Campbell et al., 2004). Numerosos estudios (Tabla 2), incluyendo desafíos o infecciones naturales con bacterias patógenas, virus, o protozoos han reportado una disminución en mortalidad y mejoras en salud o estatus inmune en varias especies animales (cerdos, becerros, terneros, aves de corral y camarones) alimentados con proteínas de plasma (plasma bovino o porcino). Aunque las proteínas de SDP contienen cantidades significativas de inmunoglobulina, los anticuerpos específicos pueden variar considerablemente (Borg et al., 2002), por lo que la neutralización que producen los anticuerpos a los antígenos en el lumen del intestino no explica las notorias mejoras en los desafíos patogénicos en animales alimentados con proteínas de plasma.

Otras investigaciones sugieren que el consumo oral de SDP modula la respuesta inflamatoria. La expresión de citoquinas del mRNA (TNF- α , IL-1 β , y IL-6) se redujo en numerosos tejidos (hipotálamo, pituitaria, adrenal, bazo, timo e hígado) de cerdos alimentados con SDP después de desafíos con lipopolisacaridos (Touchette et al., 2002). Al alimentar con SDP a cerdos desafiados con enterotoxinas de *E. coli* K88, se redujo la inflamación, indicando mejoras en el crecimiento, redujo también la secreción de IgA en saliva, disminuyendo el daño en la mucosa intestinal, y reduciendo la expresión pro-inflamatoria de citoquinas en el intestino (Bosi et al., 2004). El uso del SDP en cerdos destetados sin desafío redujo la inflamación, indicando así una reducción en los linfocitos intraepiteliales y la densidad de las células de la lamina propia en el intestino grueso (Nofrarias et al., 2006). Estos resultados fueron similares a los descritos en estudios recientes (Bosi et al., 2004; Touchette et al., 2002) reportando baja activación del sistema inmune en cerdos desafiados y alimentados con plasma. La supervivencia de pavitos suplementados con SDP en el agua de bebida, mejoraba (94.1 vs. 63.2%) cuando los pavos eran desafiados con *Pasteurella multocida* (enfermedad respiratoria) sugiriendo que el SDP puede también influenciar y mejorar la eficacia del sistema inmunitario (Campbell et al., 2004). Colectivamente, estos resultados sugieren que las proteínas de plasma secadas con spray reducen la adhesión y replicación del organismo (interacciones antígeno-anticuerpo), facilitando la reparación de tejido, y reduciendo la respuesta inflamatoria tanto a nivel sistémico como local.

La prolongada activación del sistema inmune puede afectar negativamente parámetros de importancia económica como el crecimiento, deposición de tejido magro, reproducción y lactancia. La activación inmunológica puede ocurrir en diferentes etapas del ciclo vital cuando los animales experimentan estrés antigénico, psicológico o ambiental. El estrés por calor es uno de los tipos de estrés ambiental el cual afecta a la función de la barrera intestinal que resulta en la pérdida de líquidos a nivel intestinal y aumento en endotoxinas en el suero (Lambert, 2004). Cuando la función de la barrera intestinal se encuentra comprometida, el sistema inmune es activado resultando en una disminución de la función intestinal (i.e., absorción de nutrientes) la cual finalmente impacta en funciones productivas. Dependiendo del grado de activación inmune y/o estrés, los animales pueden

experimental reducción en el crecimiento (Johnson, 1997; Spurlock 1997), en la producción de leche (O'Brian et al., 2007), o abortos (Erlebacher et al., 2004). Un resumen de los índices de activación inmune y de función de barrera intestinal modulados por las proteínas del plasma está presentado en la Tabla 3.

La suplementación de dietas con SDP para reducir los efectos perniciosos de varios factores de estrés ha sido evaluada en lechones, cerdos en crecimiento y engorde y cerdas reproductoras. Cerdos en etapas de engorde (50kg) con úlceras gástricas activas fueron suplementados con proteínas de plasma en agua de bebida y el consumo de alimentos se reanudó casi de inmediato (Crenshaw et al., 2003). Exámenes post-mortem al cabo de 7 a 14 días de estos cerdos revelaron recuperación rápida de las úlceras, en comparación con los cerdos que no fueron suplementados con proteínas de plasma en el agua. También cuando la enfermedad asociada al circovirus porcino (PCVAD) se convirtió en epidemia en las Américas, múltiples opciones fueron utilizadas para combatir esta devastadora y compleja enfermedad multi-sistémica. La activación del sistema inmune aumentó la mortalidad y morbilidad en cerdos con PCVAD. El desarrollo de úlceras gástricas fue frecuentemente encontrado en cerdos afectados con PCVAD. Las proteínas de plasma incrementaron el consumo de alimento, reduciendo la severidad de las úlceras, y modulando la activación de la respuesta inmune. La suplementación de proteína de plasma en las dietas, junto con cambios en el manejo de los animales, han sido utilizadas con éxito para minimizar los efectos del PCVAD en las granjas de cerdos.

Morés et al. (2007) observó que la alimentación con SDP a lechones y cerdos en crecimiento reducía la severidad del PCVAD. El experimento se llevo a cabo en una granja brasileña con historial de padecer síntomas clínicos de PCVAD en lechones de sala maternidad a pre-engorde (de 5 a 10 semanas de edad) El plasma fue utilizado en dietas de lechones destetados (25 días de edad) hasta dos semanas después de moverlos a criaderos (66 días de edad). Los niveles de SDP fueron de 6, 3, 1.5 y 1% en las dietas de destete y hasta dos semanas después de ser movidos a criaderos, respectivamente. Los cerdos alimentados con SDP incrementaron la ganancia de peso durante la fase de crianza y fueron 2 Kg. más pesados que los cerdos control, alimentados con dietas con harina de pescado. Además, los cerdos alimentados con plasma porcino redujeron los síntomas clínicos de PCVAD. Ellos concluyeron que los cerdos alimentados con SDP se vieron menos afectados por PCVAD.

Messier et al. (2007) también evaluó el impacto de alimentar con SDP a cerdos al final de la etapa de crecimiento en una granja comercial en Canadá con un historial de PCVAD complicado con la enfermedad viral reproductiva y respiratoria porcina (PRRS). El porcentaje de mortalidad previo en cuatro grupos de cerdos en etapa de finalización en esta granja comercial de engorde, era del 7% con un rango de 4 a 10%. Históricamente, el pico de la mortalidad estaba entre las 3 y 8 semanas después de que los cerdos fueran instalados en los corrales de engorda. Para este experimento los cerdos fueron instalados en

los corrales de engorde a las 12 semanas de edad y alimentados con dietas con 1% de SDP durante las primeras 4 semanas, y 2.5% durante la 5ª y 6ª semanas, cuando los síntomas de las enfermedades respiratorias y la aguda mortalidad eran mas notorios. A las 6 semanas de haber puesto a los cerdos en los corrales de engorde, la mortalidad del grupo control fue del 8% contra 2.2% de cerdos alimentados con SDP. Después de 6 semanas todos los cerdos fueron alimentados con la dieta control. El total de mortalidad de cerdos al mercado fue de 11.9% de cerdos en el grupo control y solo el 6% de los cerdos alimentados con SDP durante las primeras 6 semanas de la etapa de engorde únicamente. También los costos de medicación se redujeron 5 veces en cerdos alimentados con SDP.

La reducción de la mortalidad y mejora del rendimiento de los cerdos afectados con PCVAD y alimentados con SDP, es consistente con otros estudios (Tabla 1) evaluando el efecto con SDP en la mortalidad y morbilidad de animales desafiados con varios patógenos. Esta información demuestra que la proteína de plasma puede ser utilizada como herramienta de manejo para minimizar la mortalidad y morbilidad asociada con activación inmune prolongada inducida por varios antígenos independientemente de la etapa en el ciclo de vida.

En publicación reciente Lallès et al. (2009) revisan el impacto de sustancias bioactivas en el tracto gastrointestinal y el desempeño de lechones destetados. Tomando en cuenta los trabajos existentes concluyen que el SDP es una proteína de elevado interés en dietas post destete de lechones por sus efectos respecto a la mejora en el crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia. También concluyen que existen evidencias suficientes que soportan que el SDP previene la adhesión de patógenos en la pared intestinal, disminuye la incidencia de diarrea post destete y puede servir como una alternativa para los antibióticos utilizados en las dietas de lechones.

La evidencia de que la proteína de plasma reduce la sobre-estimulación de las citoquinas pro-inflamatorias sugiere fuertemente que este es un mecanismo primario por el cual las proteínas de plasma en la dieta restauran el consumo de alimento de los animales y reducen los efectos dañinos de la enfermedad y otros factores de estrés. Los eventos inflamatorios ocurren durante todo el ciclo de vida de los animales. Las aplicaciones de las proteínas de plasma en dietas para modificar y minimizar el daño colateral asociado con activación inmunológica e inflamación en cerdos en varias etapas del ciclo de vida están siendo investigadas.

En resumen, el uso de plasma porcino es bien aceptado en la producción porcina y animal en general. La proteína de plasma reduce la activación prolongada de la respuesta inmune inducida por antígenos y por factores de estrés ambiental, conservando de este modo, el uso de nutrientes para apoyar la respuesta inmune y permitiendo a los nutrientes ser utilizados para propósitos productivos. La investigación continúa para resaltar el rol de las proteínas del plasma en la producción porcina y animal en general.

Las recomendaciones actuales y el uso extendido del plasma para cerdos afectados con síntomas clínicos multisistémicos o en condiciones de desafío están listados en la Tabla 4. Es recomendable que el 0.5% de plasma este formulado y mezclado en las dietas de cerdas en gestación o lactancia. Los productores de cerdos deben consultar a su nutrólogo para asegurar la correcta formulación de las dietas.

Consideraciones Finales

El peso al destete de los lechones puede influenciar su eficiencia alimenticia y puede ser mejorado vía aumento de la edad al destete o vía utilización de dietas añadidas con plasma animal secado por spray en las cerdas en lactación.

Las dietas del destete pueden ser más eficientes cuando son enriquecidas con proteínas plasmáticas. Esas proteínas pueden ayudar a disminuir la incidencia de enfermedades en la vida de los cerdos. Su uso en el destete puede maximizar la ganancia de carne magra y con eso mejorar la eficiencia durante el engorde.

El SDP es una herramienta que por sus efectos directos en (el lumen) la luz y sistema inmune del intestino y sus efectos indirectos sistémicos en el sistema inmune de los animales, merece atención de los nutrólogos y veterinarios cuando se busca animales productivos y sanos.

Referencias

Aljaro, J. B., E. G. Pérez, K. Poulsen, and J. P. Ramos. 1998. Evaluation of the growth and protective response in rainbow trout fingerling (*Oncorhynchus mykiss*) fed with spray-dried blood plasma protein (SPRAY-DRIED PLASMA). Jornadas de Salmonicultura. Sept. 30 – Oct. 2, 1998. Puerto Varas, Chile

Arthington, J. D., C. A. Jaynes, H. D. Tyler, S. Kapil, and J. D. Quigley, III. 2002. The use of bovine serum protein as an oral support therapy following coronavirus challenge in calves. *J. Dairy Sci.* 85:1249-1254.

Borg, B. S., J. M. Campbell, H. Koehn, L. E. Russell, D.U. Thomson, and E. M. Weaver. 1999. Effects of a water soluble plasma protein product on weanling pig performance and health with and without *Escherichia coli* challenge. *Proceedings of Allen D. Leman Swine Conference* 26:23-24.

Borg, B. S., J. M. Campbell, J. Polo, L. E. Russell, C. Rodriguez, and J. Ródenas. 2002. Evaluation of the chemical and biological characteristics of spray-dried plasma protein collected from various locations around the world. *Proceedings of the American Association of Swine Veterinarians* p 97-100.

Bosi, P., I.K. Han, H.J. Jung, K.N Heo, S. Perini, A.M. Castellazzi, L. Casini, D. Creston, and C. Gremokolini. 2001. Effect of different spray dried plasmas on growth, ileal digestibility, nutrient deposition, immunity and health of early-weaned pigs challenged with *E. coli* K88. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14:1138-1143.

Bosi, P., L. Casini, A. Finamore, C. Cremokolini, G. Merialdi, P. Trevisi, F. Nobili, and E. Mengheri. 2004. Spray-dried plasma improves growth performance and reduces inflammatory status of weaned pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* K88. *J. Anim. Sci.* 82:1764-1772.

Campbell, J. M., B. S. Borg, J. Polo, D. Torrallardona, and R. Conde. 2001. Impact of spray-dried plasma (Appetein) and colistin in weanling pigs challenged with *Escherichia coli*. *Proceedings of Allen D. Leman Swine Conference* 28:7.

Campbell, J. M., J. D. Quigley, III, L. E. Russell and M. T. Kidd. 2003. Effect of spray-dried bovine serum on intake, health, and growth of broilers housed in different environments. *J. Anim. Sci.* 81:2776-2782.

Campbell, J. M., J. D. Quigley, III, L. E. Russell, and L. D. Koehn. 2004. Efficacy of spray-dried bovine serum on health and performance of turkeys challenged with *Pasteurella multocida*. *J. Appl. Poult. Res.* 13:388-393.

Campbell, J. M., T. Donavan, D. Boyd, L. Russell, and J. Crenshaw. 2006. Use of statistical process control analysis to evaluate the effects of spray-dried plasma in gestation and lactation feed on sow productivity in a PRRS-unstable farm. *American Association of Swine Veterinarians*, pp. 139-142.

Coffey, R. D., and G. L. Cromwell. 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma. *J. Anim. Sci.* 73:2532-2539.

Coffey, R. D., and G. L. Cromwell. 2001. Use of spray-dried animal plasma in diets for weanling pigs. *Pig News Info.* 22:39N-48N.

Corl, B. A., R. J. Harrell, H. K. Moon, O. Phillips, E. M. Weaver, J. M. Campbell, J. D. Arthington, and J. Odle. 2007. Effect of animal plasma proteins on intestinal damage and recovery of neonatal pigs infected with rotavirus. *J. Nutr. Biochem.* 18:778-784.

Crenshaw, J. D., J. M. Campbell, and D. Quam. 2003. Evidence of gastric ulcer tissue repair in swine offered Solutein via the water. *Proceedings of the American Association of Swine Veterinarians*, pp. 105-109.

Crenshaw, J. D., R. D. Boyd, J. M. Campbell, L. E. Russell, R. L. Moser, and M. E. Wilson. 2007. Lactation feed disappearance and weaning to estrus interval for sows fed spray-dried plasma. *J. Anim. Sci.* 85:3442-3453.

Deprez, P., H. Nollet, E. Van Driessche, and E. Muylle. 1996. The use of swine plasma components as adhesin inhibitors in the protection of piglets against *Escherichia coli* enterotoxemia. *Proceedings of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy*, p. 276.

Dritz S.S. 2002. Nursery Management Update. In: *Proceedings of 17th Manitoba Swine Seminar* (Manitoba, Canada). p.1.

Dritz S., M. Tocach, B. Goodband, J. DeRouchey and J. Nelssen. 2008. Setting the stage for improving Feed Efficiency. In: *Proceedings of Allen D. Leman Swine Conference* (Minnesota, USA), pp. 1-2.

Erlebacher, A., D. Zhang, A. F. Parlow, and L. H. Glimcher. 2004. Ovarian insufficiency and early pregnancy loss induced by activation of the innate immune system. *J. Clin. Invest.* 114:39-48.

Ermer, P. M., P. S. Miller, and A. J. Lewis. 1994. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J. Anim. Sci.* 72:1548-1554.

Garriga, C., A. Pérez-Bosque, C. Amat, J. M. Campbell, L. Russell, J. Polo, J. M. Planas, and M. Moretó. 2005. Spray-dried porcine plasma reduces the effects of *Staphylococcal* Enterotoxin B on glucose transport in rat intestine. *J. Nutr.* 135:1653-1658.

Heck, A. Factors that influence the development of growing and finishing pigs. 2009. *Acta Scientiae Veterinarieae*. Porto Alegre, Brazil. 37(Supl 1):s211-s218.

Hunt, E., Q. Fu, M. U. Armstrong, D. K. Rennix, D. W. Webster, J. A. Galanko, W. Chen, E. M. Weaver, R. A. Argenzio, and J. M. Rhoads. 2002. Oral bovine serum concentrate improves cryptosporidial enteritis in calves. *Pediatric Research* 51:370-376.

Jiang, R., X. Chang, B. Stoll, K. J. Ellis, R. J. Shypailo, E. Weaver, J. Campbell, and D. G. Burrin. 2000a. Dietary plasma protein is used more efficiently than extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs. *J. Nutr.* 130:2016-2019.

Jiang, R., X. Chang, B. Stoll, M. Z. Fan, J. Arthington, E. Weaver, J. Campbell, and D. G. Burrin. 2000b. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early-weaned pigs. *J. Nutr.* 130:21-26.

Johnson, R. W. 1997. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: An integrated view. *J. Anim. Sci.* 75:1244-1255.

Kelley, K. W. 2004. From hormones to immunity: The physiology of immunology. *Brain Behav. Immunol.* 18:95:113.

Kent, S., J. L. Bret-Dibat, K. W. Kelley and R. Dantzer. 1996. Mechanisms of sickness-induced decreases in food-motivated behavior. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 20:171-175.

Kummer, R., M. A. D. Gonçalves, R. T. Lippke, B. M. F. P. Marques and T. J. Mores. Factors associated with nursery pig performance. 2009. *Acta Scientiae Veterinariae*. Porto Alegre, Brazil. 37(Supl 1): s195-s209.

Lallès, J. P., P. Bosi, P. Janczyk, S. J. Koopmans and D. Tarrallardona. 2009. Impact of bioactive substances on the gastrointestinal tract and performance of weaned piglets: a review. *Animal*. 1-19. In press. Abstract Available in:
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=3807908>

Lambert, G. P. 2004. Role of gastrointestinal permeability in exertional heatstroke. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 32:185-190.

Main R.G., S. S. Dritz, M. D. Tokach, R. D. Goodband and J. L. Nelssen. 2002a. Effects of weaning age on pig performance in three-site production. *Kansas Swine Industry Day Report of Progress*. 920:35-41.

Main R.G., S. S. Dritz, M. D. Tokach, R. D. Goodband and J. L. Nelssen. 2002b. Effects of weaning age on growing pig costs and revenue in three-site production. *Kansas Swine Industry Day Report of Progress*. 920:35-41.

Messier, S., C. Gagne-Fortin, and J. Crenshaw. 2007. Dietary spray-dried porcine plasma reduces mortality attributed to porcine circovirus associated disease syndrome. *American Association of Swine Veterinarians*, pp. 147-150.

Morés, N., Rangel, L. F. S., do Amaral, A. L., Zanella, J. C., Zancanaro, M., de Lima, G. J. M. M., Coldebella, A., de Lima, E. S., and M. Miele. 2007. Uso do plasma sangüíneo produzido em sistema de spray dry (PLASMA) na prevenção da circovirose suína. *Acta Scientiae Veterinariae* 35 (Suppl.):S209-S219.

Nofrarias, M., E. G. Manzanilla, J. Pujols, X. Gubert, N. Majó, J. Segalés, and J. Gasa. 2006. Effects of spray-dried porcine plasma and plant extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 84:2735-2742.

Nollet, H., P. Deprez, E. Van Driessche, and E. Muylle. 1999a. Protection of just weaned pigs against infection with F18+ *Escherichia coli* by non-immune plasma powder. *Vet. Micro.* 65:37-45.

Nollet, H., H. Laevens, P. Deprez, R. Sanchez, E. Van Driessche, and E. Muylle. 1999b. The use of non-immune plasma powder in the prophylaxis of neonatal *Escherichia coli* diarrhoea in calves. *J. Vet. Med. A* 46:185-196.

O'Brian, M. D., J. B. Wheelock, A. J. La Noce, M. L. Rhoads, R. P. Rhoads, M. J. VanBaale, R. J. Collier, and L. H. Baumgard. 2007. Effects of heat stress vs. underfeeding on milk fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 90 (Suppl. 1):58-59.

Pié, S., J. P. Lallès, F. Blaszy, J. Laffitte, B. Sève, and I. P. Oswald. 2004. Weaning is associated with an upregulation of expression of inflammatory cytokines in the intestine of piglets. *J. Nutr.* 134:641-647.

Pérez-Bosque, A., C. Pelegrí, M. Vacario, M. Castell, L. Russell, J. M. Campbell, J. D. Quigley, J. Polo, C. Amat, and M. Moretó. 2004. Dietary plasma protein affects the immune response of weaned rats challenged with *S. Aureus* superantigen B. *J. Nutr.* 134:2667-2672.

Pérez-Bosque, A. C. Amat, J. Polo, J. M. Campbell, J. Crenshaw, L. Russell, and M. Moretó. 2006. Spray-dried animal plasma prevents the effects of *Staphylococcus aureus* Enterotoxin B on intestinal barrier function in weaned rats. *J. Nutr.* 136:2838-2843.

Pérez-Bosque, A, L. Miró, J. Polo, L. Russell, J. Campbell, E. Weaver, J. Crenshaw, and M. Moretó. 2007. Plasma protein supplements modulate the activation of gut associated immune system induced by *S. aureus* enterotoxin B in rats. 1st International Immunonutrition Workshop. October 3-5, 2007, Valencia, Spain. Poster #42.

Pérez-Bosque, A., L. Miró, J. Polo, L. Russell, J. Campbell, E. Weaver, J. Crenshaw and M. Moretó. 2008. Dietary plasma proteins modulate the immune response of diffuse GALT in rats challenged with *Staphylococcus aureus* Enterotoxin B. *J. Nutr.* 138:533-537.

Quigley, J. D. III, and M. D. Drew. 2000. Effects of oral antibiotics or IgG on survival, health and growth in dairy calves challenged with *Escherichia coli*. *Food and Agricultural Immunology* 12:311-318.

Rangel, L. F. S., N. Morés, G. J. M. M Lima, M. Zancanaro, E. S. de Lima, G. V. Barancelli, V. S. Miyada, and F. M. Menten. 2008. Efecto del plasma en la dieta de lechones desafiados con circovirus. V Simposio sobre Manejo y Nutrición de Aves y Cerdos. Días 05 y 06 de marzo de 2008 - en la Fundetec, Cascavel, PR. Brasil.

Russell, L., and J. M. Campbell. 2000. Trials show promise for spray-dried plasma proteins in shrimp feeds. *The Advocate.* 3:42-44.

Snelson, H. Managing Lightweight Pigs – a Case Report. 2000. In: Proceedings of the 31st Annual Meeting of the American Association of Swine Practitioners. Indianapolis, USA. pp. 299-304.

Spurlock, M. E., G. R. Frank, G. M. Willis, J. L. Kuske, and S. G. Cornelius. 1997. Effect of dietary energy source and immunological challenge on growth performance and immunological variables in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 75:720-726.

Stahly, T. S., S. G. Swenson, D. R. Zimmerman, and N. R. Williams. 1994. Impact of porcine plasma proteins on postweaning growth of pigs with a low and high level of antigen exposure. Iowa State University Swine Research Report, pp. 3-5.

Torrallardona, D., M. R. Conde, I. Badiola, J. Polo, and J. Brufau. 2003. Effect of fishmeal replacement with spray-dried animal plasma and colistin on intestinal structure, intestinal microbiology, and performance of weanling pigs challenged with *Escherichia coli* K99. *J. Anim. Sci.* 81:1220-1226.

Tokach, M., B. Goodband, J. DeRouchey, S. Dritz and J. Nelssen. 2007. Key measures of performance in the growing finishing barn for informed decision making. In: Proceedings of London Swine Conference (London, England). pp.151 – 158.

Tokach M.D., R. D. Goodband, J. L. Nelssen, and L. J. Kats. 1992. Influence of weaning weight and growth during the first week postweaning on subsequent pig performance. In.: Proceedings of Kansas State Univ. Swine Day. Manhattan, KS. pp.19-21.

Touchette, K. J., J. A. Carroll, G. L. Allee, R. L. Matteri, C. J. Dyer, L. A. Beausang, and M. E. Zannelli. 2002. Effect of spray-dried plasma and lipopolysaccharide exposure on weaned pigs: I. Effects on the immune axis of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 80:494-501.

Van Dijk, A. J., P. M. M. Enthoven, S. G. C. Van den Hoven, M. M. M. H. Van Laarhoven, T. A. Niewold, M. J. A. Nabuurs, and A. C. Beynen. 2002. The effect of dietary spray-dried porcine plasma on clinical response in weaned piglets challenged with a pathogenic *Escherichia coli*. *Vet. Micro.* 84:207-218.

Van Dijk, A. J., H. Everts, M. J. A. Nabuurs, R. J. C. F. Margry, and A. C. Beynen. 2001. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. *Livest. Prod. Sci.* 68:263-274.

Tabla 1. Sumario de experimentos en cerdas en lactación alimentadas con proteínas del plasma ¹

Variable ²	Exp. 3	Cerdas	Parición 4	Lactación, d	Plasma %			P ⁵
					0	0.25	0.50	
Consumo de alimento en la lactación, kg/d	1	265	1-2	14.0	4.6	4.9	--	<0.01
	2	405	1-10	14.0	6.2	6.2	--	0.98
	3	224	1	18.4	4.5	--	5.0	<0.01
	3	224	2	18.6	5.3	--	5.7	<0.01
	3	446	Maduras	18.5	6.0	--	5.8	<0.01
	4	554	Maduras	16.1	5.3	--	5.1	<0.01
Lechones destetados por camada	1	265	1-2	14.0	9.3	9.5	--	0.10
	2	405	1-10	14.0	9.2	9.1	--	0.74
	3	224	1	18.4	9.8	--	9.9	0.64
	3	224	2	18.6	9.7	--	9.6	0.94
	3	446	Maduras	18.5	9.9	--	10.0	0.45
	4	554	Maduras	16.1	9.7	--	9.8	0.21
	5	600	1-12	17.5	9.7	--	9.6	0.60
Lechones de buena calidad destetados por camada ⁶	4	554	Maduras	16.1	8.9	--	9.3	<0.01
Peso de la camada al destete, Kg.	1	265	1-2	14.0	46.3	47.7	--	0.18
	2	405	1-10	14.0	40.0	39.8	--	0.80
	4	554	Maduras	16.1	51.1	--	54.7	<0.01

	5	600	1-12	17.5	48.0	--	50.9	<0.01
Intervalo destete-celo, días	1	265	1-2	14.0	8.9	7.3	--	0.06
	2	405	1-10	14.0	7.2	6.9	--	0.42
	3	224	1	18.4	8.1	--	5.7	0.02
	3	224	2	18.6	5.9	--	6.6	0.32
	3	446	Maduras	18.5	6.4	--	5.6	0.10
	5	600	1-12	17.5	7.3	--	7.9	0.44

¹ Datos de los experimentos 1-4 adaptados de Crenshaw et al., 2007; Experimento 5 (APC datos no publicados).

² No todas las variables fueron evaluadas en todos los experimentos.

³ Experimentos 1, 3, 4 y 5 fueron realizados durante los meses de verano, exp. 2 en meses de otoño/invierno. Fuente genética de las cerdas Exp. 1, AUSGENE; exp. 2-4, PIC C22; exp. 5, DanBred.

⁴ Cerdas maduras = paridad de 3 - 12.

⁵ Probabilidad.

⁶ Lechones comercializables, excluidos los menores que 3.6 Kg. de peso vivo o lechones con defectos o enfermos.

Tabla 2. Resumen de resultados de animales desafiados e alimentados con proteínas de plasma spray dried.

Animal	Patógeno	Resultados	Autores	Año
Cerdos	<i>E. coli</i>	↓ recuento en las heces	Deprez et al.	1996
Cerdos	<i>E. coli</i>	↓ diarrea	Borg et al.	1999
Cerdos	Salmonella	↓ diarrea	Borg et al.	1999
Cerdos	<i>E. coli</i>	↓ diarrea	Nollet et al.	1999 ^a
Cerdos	<i>E. coli</i>	↑ GPD, ↓ mortalidad	Bosi et al.	2001
Cerdos	<i>E. coli</i>	↑ GPD	Campbell et al.	2001
Cerdos	LPS endotoxin	↓ expresión de ARNm de citoquinas	Touchette et al.	2002
Cerdos	<i>E. coli</i>	↑ GPD, ↓ diarrea	Van Dijk et al.	2002
Cerdos	<i>E. coli</i>	↑ GPD, ↑ <i>Lactobacillus</i>	Torrallardona et al	2003
Cerdos	<i>E. coli</i>	↑ GPD, ↓ IgA en la saliva	Bosi et al.	2004
Cerdos	Rotavirus	↓ diarrea	Corl et al.	2007
Cerdos	PCVAD	↑ supervivencia	Messier et al.	2007
Cerdos	PCVAD	↑ GPD, ↓ síntomas clínicos	Morés et al.	2007
Terneros	<i>E. coli</i>	↑ supervivencia, ↑ GPD, ↓ diarrea	Nollet et al.	1999 ^b
Terneros	<i>E. coli</i>	↑ supervivencia I, ↑ GPD, ↓ diarrea	Quigley and Drew	2000
Terneros	Coronavirus	↑ recuento	Arthington et al.	2002
Terneros	<i>Crypto. parvum</i>	↓ diarrea, ↓ recuento en las heces	Hunt et al.	2002

Turchas	<i>Yersinia ruckeri</i>	↑ supervivencia, ↑ GPD	Aljaro et al.	1998
Camaron es	Virus le la mancha blanca	↑ supervivencia l, ↑ GPD	Russell & Campbell	2000
Pavos	<i>Pasteurella multocida</i>	↑ supervivencia l, ↑ GPD	Campbell et al.	2004

GPD = Ganancia Promedio Diaria

Tabla 3 - Resumen de los índices de activación inmune y de función de barrera intestinal modulados por las proteínas del plasma

Índices	Respuesta Relativa ¹			
	SEB vs. control positivo ²	SEB vs. plasma ²	SEB vs. Ig ²	Referencia, año ³
Ganancia de peso y consumo de alimento	0	0	0	2004
Humedad de las heces	↑	↓	↓	2004
GALT ⁴ Organizado (placas de Peyer)				
Linfocitos T-γδ, %	↑	↓	↓	2004
Células citotóxicas, %	↑	↓	↓	2004
GALT ⁴ Difuso (lamina propia)				
T-γδ, CD25+, células/mm ²	↑	↓	↓	2008
Células CD3+, CD4+ e CD8+/mm ²	↑	↓	↓	2008
Citoquinas de mucosa				
Pró-inflamatorias (IL-6, IFN-γ, TNF-α)	↑	↓	↓	2007
Anti-inflamatorias (IL-10)	0	↑	0	2007
Transporte y absorción de glucosa				
Expresión de SGLT1 ⁵	↓	↑	0	2005
Absorción de glucosa, V _{max}	↓	↑	0	2005
Función de barrera – proteínas estructurales				
Intensidad de fluorescencia unión firme (ZO-1)	↓	↑	0	2006
Fluorescencia unión adherente (β-catenina)	↓	↑	↑	2006
Función de barrera y permeabilidad				
Flujo dextrano (4 kD), pmol/cm ² h	↑	↓	↓	2006

Flujo HRP (40 kD), pmol/cm²·h ↑ ↓ ↓ 2006

¹ Respuesta relativa de los índices por comparación de tratamientos al desafío con la entero toxina B de *S. aureus* (SEB); 0: sin cambio, ↑: aumento de la respuesta, ↓: reducción de la respuesta.

² Grupos de comparación de tratamientos: grupo control positivo - ratas que no recibieran SEB, alimentados con dieta control; grupo control negativo que recibió SEB y fue alimentado con la dieta control, sin proteínas del plasma; grupo plasma, que recibió SEB y la dieta con proteínas del plasma y el grupo concentrado de inmunoglobulinas (Ig), que recibió SEB y la dieta con concentrado de Ig.

³ Resultados parciales de los datos relatados por año de referencias de las publicaciones de Pérez-Bosque et al., 2004, 2006, 2007, 2008 y Garriga et al., 2005.

⁴ GALT: poblaciones del tejido linfoide asociado al intestino.

⁵ SGLT1: transportador intestinal 1 de sodio-glucosa.

Tabla 4. Recomendaciones para el uso extendido del plasma spray dried en granjas afectadas por el Circovirus y enfermedades asociadas o bajo condiciones de desafío ¹.

Etapa	Edad de los lechones	Spray-dried Plasma, % ²
Maternidad/ Creep Feed ³	Hasta 28 días	6.0 - 7.5
Iniciador 1	28 - 42 días	3.0 - 6.0
Iniciador 2	42 - 56 días	1.5 - 3.0
Transición para el crecimiento	56 días	0.5 - 1.0
Crecimiento	10 – 14 días post llegada en el crecimiento	0.5 - 1.0
Dieta Hospital ⁴	14 días en el corral hospital	2.0 - 2.5

¹ Adaptado de Rangel et al., 2008.

² La inclusiones de plasma en las dietas deben aumentar con señales clínicas más severas y viceversa.

³ Alimento suministrado para lechones mientras no fueron destetados.

⁴ Animales que empiezan con señales clínicas son alojados en corrales hospitales para cuidados especiales y tratamiento.