

La Triple AAA: Agua, Alimento y Aire

Publicado el: 13/08/2012

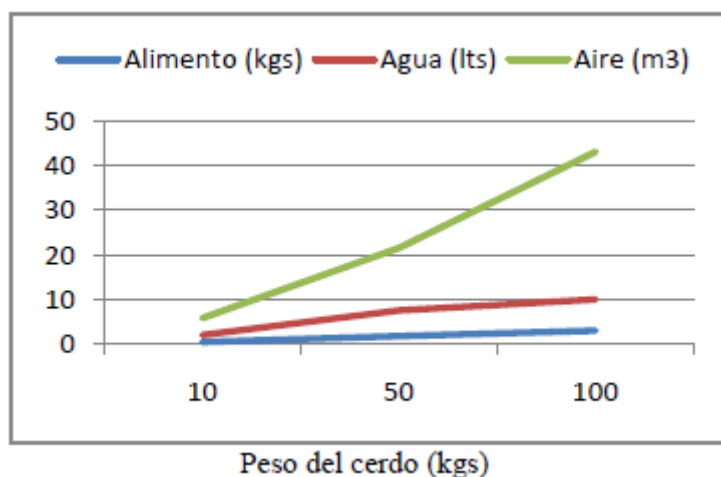
Calificación: ☆☆☆☆☆

Autor: [Marco Antonio Carvajal Velázquez](#), Consultor Técnico Senior Cerdos. ELANCO Animal Health. Guadalajara, Jal. México

I. Introducción

La Triple AAA se refiere a los tres elementos fundamentales para la vida: Agua, Alimento y Aire. En un sentido más extenso, en el presente trabajo nos vamos a referir a Ambiente en lugar de Aire, ya que pretendo incluir todos aquellos elementos que pueden tener un impacto importante en la productividad de los animales, más allá de procesos patológicos. En términos absolutos le damos una enorme importancia al alimento, eventualmente nos preocupamos por el agua, sin embargo, el aire es el elemento que mas consumen los cerdos. En la Gráfica 1 se ejemplifica el consumo de cada uno de los ingredientes aquí señalados en las diferentes etapas de producción, con la variable que el aire se grafica en metros cúbicos. Esto es, un cerdo de 100 kgs consume algo así como 43,200 litros de aire al día (si, cuarenta y tres mil doscientos litros, considerando un litro por inspiración y 30 respiraciones por minuto), unos 10 litros de agua, y apenas 3 kgs de alimento.

Gráfica 1. Consumo de alimento (en kgs) y agua (en lts) y aire (en m³), dependiendo del peso del cerdo.



Para poder brindar a los cerdos las instalaciones adecuadas para que expresen su máxima productividad se debe conocer el comportamiento de los mismos. Las diferencias más importantes entre el comportamiento de los cerdos domésticos y los salvajes son cuantitativas más que cualitativas en su carácter y mejor explicados en diferencias en el umbral de respuesta (Price, 2003). Una vez que la especie se ha adaptado a su nuevo ambiente, la reproducción y eficiencia en crecimiento se mejoran en general a través de ventajas en nutrición y salud, reducción en el gasto de energía y menor estrés. Los principales problemas en el desempeño incluyen agresión, temor a los humanos, mordedura de cola, mordedura de flancos y orejas,

olfateo del vientre, ensuciar el corral, estereotipia, comportamiento materno y disminución de la libido en hembras y sementales (Hemsworth y Cronin, 2006).

II. Alimento

En esta parte no haremos referencia a la formulación de la dieta, sino a los factores que afectan la calidad y el consumo. El consumo de alimento es el más elusivo de los desafíos al que nos enfrentamos para monitorear e influir. Es la clave para el desarrollo de dietas específicas, alcanzar las metas de crecimiento y tiene un impacto determinante en la eficiencia en la producción (Whittington et al., 2008). El consumo de alimento con relación al peso vivo del cerdo varía entre el 4% para animales de 10 a 20 kgs de peso, 3.5% en cerdos de 40 a 60 kgs de peso, y el 3% para porcinos entre 90 y 110 kgs de peso. El consumo de alimento está influido por la genética. La selección intensiva para mejorar la eficiencia alimenticia y calidad de la canal ha seleccionado inadvertidamente cerdos con reducido consumo voluntario de alimento (Whittington et al., 2008). El consumo de alimento en los cerdos es incluso influenciado por un número de factores relacionados al medio ambiente, prácticas de manejo, así como el cerdo por sí mismo. Los factores que afectan el consumo de alimento incluyen (Whittington et al., 2008):

1. Temperatura ambiental

La zona de confort o termo neutral para cerdos en crecimiento está entre 12° a 23° C. Temperaturas superiores reducen el consumo, inferiores lo incrementan. El consumo se reduce en 40 gramos por cada grado centígrado por arriba de la zona termo neutral. El problema con el estrés térmico en cerdos se incrementa con el peso corporal. Cada grado arriba de la zona termo neutral reduce el consumo en 1% para cerdos de 20 kgs de peso, y 2.5% para animales de 100 kgs de peso.

Cerdos expuestos a estrés por frío tienen un mayor gasto metabólico resultando en incremento en consumo de alimento, reducción en la eficiencia alimenticia y ganancia. Se estiman 25 y 39 gramos por día por cada grado centígrado por debajo de la temperatura crítica mínima para cerdos en crecimiento y engorda, respectivamente, mientras que la ganancia diaria de peso se reduce entre 10 y 22 gramos por día.

2. Humedad y Ventilación

El impacto de la humedad relativa en el desempeño de los cerdos se relaciona con la temperatura y ventilación. El efecto de la elevada humedad en el consumo de alimento, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia es más pronunciada durante periodos de elevada temperatura ambiental en lugar de baja temperatura. En un estudio con cerdos en crecimiento – finalización (25 a 106 kgs), el promedio de consumo diario de alimento se redujo significativamente cuando la temperatura se incrementaba a 28° C a una humedad relativa del 65 – 70%. En el mismo estudio, incrementando la humedad relativa de 45 a 90% a una temperatura constante de 24° C causó una reducción significativa en el consumo diario de alimento y ganancia diaria de peso. Elevada humedad minimiza severamente la capacidad de los cerdos de disipar el calor corporal por evaporación.

La ventilación determina la temperatura efectiva que el animal siente. Entonces condiciones de alta humedad combinado con elevada ventilación puede crear sensación de baja temperatura aunque no haga frío. Esto genera incremento en el consumo de alimento. Deficiente ventilación incrementan niveles de CO₂ y proliferación microbiana, lo que impacta en consumo y ganancia de peso.

3. Espacio

La restricción de espacio en cerdos causa reducción significativa en el consumo de alimento y ganancia diaria de peso, comparado con cerdos en espacio adecuado, siendo la magnitud de respuesta variable. En un estudio la reducción de un 36.7% en espacio para cerdos de 18 a 55 kgs de peso reduce el consumo y ganancia diaria de peso entre un 11 y 18% respectivamente, mientras que una reducción del 50% en cerdos jóvenes (7.1 a 19.6 kgs) reduce el consumo y ganancia en un 12%. Más aun, cerdos sujetos a restricción de espacio no manifiestan ninguna ganancia compensatoria cuando se les provee espacio adicional, incrementando solamente al nivel típico para su rango de peso.

Los efectos negativos de exponer a los cerdos a reducción de espacio en la ganancia diaria de peso no son corregidos por la alimentación con una elevada densidad de nutrientes. Estas observaciones sugieren que la reducción de espacio origina estrés crónico que eventualmente daña la eficiencia en la utilización del alimento. Más aún, la restricción de espacio en cerdos puede alterar mecanismos bioquímicos y causar cambios en el comportamiento como incremento en la agresión.

4. Reagrupamiento.

El reagrupar cerdos desconocidos es comúnmente practicado en la medida que los animales se mueven a través de las instalaciones de producción. Esta mezcla origina reducción en el consumo diario de alimento y ganancia diaria de peso y este impacto persiste aun cuando los animales sean reacomodados con sus compañeros originales. En especial es importante no reagrupar cerdos 2 semanas antes de la venta. Reagrupar cerdos de 8 semanas de edad ha demostrado no tener efecto a largo plazo en niveles de producción, lo que sugiere que el nivel de estrés puede ser resuelto en el tiempo por el cerdo.

5. Tamaño del grupo

El número de cerdos a ser mantenidos por [corral](#) es una importante consideración no solo por su influencia en el diseño de la caseta, sino también porque puede influir en el consumo de alimento y desempeño general de los animales. El efecto del tamaño de grupo en el consumo de alimento no se ha observado consistentemente. Mientras que algunos estudios han reportado una reducción en el consumo en la medida que el tamaño del grupo se incrementa, otros no. Estudios recientes muestran que el consumo de alimento y ganancia diaria de peso no son afectados por el tamaño de grupo. Sin embargo, diferencias significativas en la ganancia diaria de peso fueron observadas durante las primeras 6 semanas del estudio, donde para grupos de 10, 20, 40 y 80 cerdos por corral, la ubicación del [comedero](#) y espacio vital fueron óptimos, lo cual puede ser diferente en granjas comerciales.

La interacción social entre grupos en una misma caseta junto con el esfuerzo extra requerido para acceder al alimento cuando los cerdos son mantenidos en un espacio más amplio podría ser el responsable de la reducción en el consumo de alimento. Esta es un área importante de investigación.

6. Salud

El estatus de salud es muy importante. En general, el sistema inmune responde a la presencia de un agente patógeno sintetizando y liberando compuestos conocidos como citoquinas, las cuales estimulan los componentes celulares y humorales del sistema inmune. Esta estimulación representa una forma de estrés (estrés inmunológico) y los cerdos utilizan estrategias fisiológicas y de comportamiento para mantener la homeostasis durante un desafío infeccioso. Durante la infección, hormonas anabólicas potenciales son inhibidos y el consumo voluntario, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia se reduce en un 5 a 24%. Investigaciones recientes demuestran también daño en la acreción de proteína corporal.

Además de comprometer el consumo diario de alimento y el crecimiento, la enfermedad influye en cómo los animales utilizan los nutrientes de la dieta para varias funciones corporales. Animales enfermos cambian el destino de nutrientes de ganancia magra a respuesta metabólica para soportar al sistema inmune, e incluso acelerar la descomposición de proteína muscular.

El consumo de alimento se reduce en un 40% en condiciones de enfermedad (Brooks y Carpenter, 1990).

7. Genética.

El potencial genético para la ganancia de peso varía con las diferentes líneas genéticas. Los niveles y patrones de consumo de alimento difieren entre cerdos de diferentes líneas genéticas. Una variedad de experimentos han demostrado que ciertas genéticas (como el Duroc) tienen mayor capacidad de consumo. Los cerdos seleccionados para mayor ganancia de peso exhiben mayores niveles de consumo. En general, los niveles de consumo diario están directamente relacionados a las cantidades diarias respectivas de ganancia magra y deposición de grasa (se requiere 3 a 4 veces más energía para deposición de grasa comparado con tejido magro) y la eficiencia para utilización de energía en la dieta para la acreción de componentes corporales. Cerdos con un elevado potencial para crecimiento magro tienden a tener un menor consumo voluntario.

8. Composición de la dieta

La composición de la dieta en términos de contenido y balance de nutrientes es un importante determinante del consumo de alimento en cerdos. En general, los cerdos consumen alimento para cubrir sus requerimientos y el contenido de energía de la dieta tiene una gran influencia en el consumo. El cerdo ha evolucionado para utilizar un importante rango de ingredientes y aunque pueden ajustar su consumo para compensar niveles bajos de nutrientes, el consumo voluntario actual puede ser limitado por la naturaleza física de la dieta, es quizá relacionada con el llenado del intestino o rango de pasaje antes que nutrientes adecuados son consumidos.

El contenido de proteína cruda y el balance de aminoácidos han incluso demostrado influir en el consumo de alimento en cerdos. Con dietas bajas en proteína o deficientes en uno o más aminoácidos esenciales los cerdos responden consumiendo mas alimento buscando cubrir sus requerimientos para nutrientes limitados.

9. Presentación del Alimento

La manera en que se presenta el alimento a los cerdos influye en consumo. Si los [comederos](#) están vacíos o el sistema de alimentación está bloqueado habrá problemas con el consumo. Comederos que puedan ser ajustados fácilmente son muy importantes. El comedero debe permitir el acceso al alimento en cualquier momento. El observar a los cerdos comiendo en los corrales puede determinar cuánto tiempo utilizan en comer, que confortables están comiendo y si el acceso al comedero es un problema. El diseño del comedero puede afectar el consumo a voluntad entre un 15 y 20%.

El alimento peletizado incrementa el consumo en un 3 a 12% comparado con el alimento en harina. El amplio rango de resultados ha sido explicado por el tamaño de partícula. Cuando la partícula es en promedio de 450 micrones de diámetro, la diferencia entre el pellet y harina es de un 3 a 5% en el consumo a favor del pellet. Pero cuando se compara una dieta gruesa en harina con una dieta fina en pellet la mejora en consumo para este último es del 8 al 12%.

La dieta húmeda incrementa el consumo en un 6% comparado con la dieta seca en el periodo de crecimiento – engorda (12 semanas). La mayor parte de este efecto se observa en la parte final del periodo de crecimiento y finalización (semana 15 a 22 de edad) donde la dieta húmeda incrementa la ganancia diaria de peso en 50 gramos por día sobre la dieta seca, y el consumo de alimento se incrementa en un 9% (+250 g/día).

10. Agua

Este punto será tratado posteriormente, sin embargo existe una importante correlación entre el consumo de agua y alimento. Cerdos que no toman agua, no comen.

III. Agua

El agua es uno de los nutrientes mas importantes para el cerdo. La disponibilidad de cantidades adecuadas de agua de buena calidad es esencial para una producción porcina exitosa. Aunque podría ser fácil incriminar al agua como la causa de un pobre desempeño y condiciones difusas de enfermedad, la evaluación del agua debe ser parte de una investigación diagnóstica profunda. Una historia detallada de los animales, así como la fuente de agua, evaluación clínica cuidadosa, envío del animal representativo y de muestras de agua deben ser incluidos en la investigación. Los resultados de las pruebas de agua deben ser evaluados a la vista de estándares establecidos para el agua de los animales. Se debe registrar la fuente de agua (Carson, 2006).

Los animales requieren de un abasto suficiente de agua potable para el metabolismo de los nutrientes, el adecuado flujo de nutrientes en el tracto digestivo, buena digestión y nutrición, volumen sanguíneo normal y para cubrir las necesidades de los tejidos. Las posibles causas de consumo inadecuado incluyen: falta en el abasto o número de bebederos, válvulas dañadas o

corroídas; presión inadecuada en el sistema; calidad química del agua (ácida, alcalina, ácido sulfhídrico, sabor metálico, alto contenido en sólidos solubles); contaminación (bacterias, algas, químicos); estática (Adams y Sharpe, 1995). El agua es el principal componente del organismo del cerdo (cuadro 1) (de'Lange et al., 2001).

Cuadro 1. Composición química del cerdo en diferentes etapas de su vida (en porcentaje).

Peso vivo (kgs)	1.4	7	28	112
Agua (%)	77	66	69	56
Proteína (%)	18	16	16	16
Grasa (%)	2	15	12	25
Cenizas (%)	3	3	3	3
Aumento de talla	1	5	20	80

El consumo de agua de los cerdos depende de diversos factores: temperatura ambiente, tipo de dieta, contenido proteico de la dieta, calidad del agua, estado productivo, estado de salud, edad y peso de los cerdos, por lo que se recomienda evaluar frecuentemente el consumo. El consumo real por cerdo en engorda se ha considerado de 80 a 120 ml/kg de peso vivo (FSAL, 1990). En condiciones de termo neutralidad, el consumo de agua se indica en el cuadro 2 (FSAL, 1990).

Cuadro 2. Consumo de agua de los cerdos dependiendo de su peso vivo y estado fisiológico.

Estado Productivo	Litros/día	% del peso vivo
Pie de cría	10 – 18	10 – 15
0+ lactantes	20 – 35	15 – 20
Lechones	0.5 – 1.5	20 – 25
5 – 50 kgs.	2 – 5	15 – 20
50 – 100 kgs.	6 – 10	10 – 15

Cuadro 3. Requisitos de agua por día, flujo de agua en los [bebederos](#) y espacio de comedero por cerdo (Muirhead y Alexander, 1997).

Alimentación Restringida

Etapa	Requisitos Agua		Espacio
	Lts/día	Lts/min	comedero/cerdo mm
Gestantes	12 – 25	2	457 – 610
Lactantes	10 – 30	2	
Sementales	20	2	
Lechones	1	0.3	
Destete	2.8	1	254
Crecimiento	7 – 20	1.4	260
Finalización	10 - 20	1.7	330

Alimentación a libre acceso

Etapa	Requisitos Agua		Espacio
	Lts/día	Lts/min	comedero/cerdo mm
Destete	2.8	1	60
Crecimiento	7 – 20	1.4	65
Finalización	10 - 20	1.7	76

Como se puede observar, existe una importante correlación entre el consumo de agua, consumo de alimento y peso vivo. Los cerdos consumen el 80% del agua cuando comen. El consumo de agua se reduce significativamente durante la noche y hasta un 30% en casos de enfermedad respiratoria. En casos de diarrea, el consumo de agua se incrementa 4 veces. En lechones lactantes el consumo de agua se relaciona con el consumo de alimento sólido, por lo que se debe asegurar el abasto a libre acceso (Brooks y Carpenter, 1990). En cerdas gestantes, para reducir el riesgo de cistitis se debe asegurar un abasto mínimo de 15 litros por hembra (Madec, 1984). Las cerdas lactantes consumen entre 17 y 22 litros de agua al día y necesitan por lo menos 15 minutos por lo menos para ello. En climas calurosos el consumo se incrementa entre 27 y 38 litros al día (Seddom, 2001). Hay estudios que demuestran que el consumo de agua y alimento se mejora si la temperatura del agua no es superior a los 20° C (Pig International, 2001).

Se requiere un [bebedero](#) tipo niple funcional por cada 12 cerdos en el corral. El flujo de agua es también importante y debe ser mayor a 700 ml/minuto pero no superior a 1,500 ml/minuto (Whittington et al., 2008). Otros autores sugieren mayor presión en al agua (ver mas adelante).

Los requisitos de agua por día, flujo de agua en los bebederos y espacio de comedero por cerdo se enlistan en el cuadro 3 (Muirhead y Alexander, 1997).

1. Calidad

Los parámetros de calidad del agua se enlistan en el cuadro 4 (Willekens, 2012).

Cuadro 4. Parámetros de calidad del agua para humanos y cerdos.

Parámetro	Humanos	Cerdos
pH	7 – 9.5	5 – 8.5
Amonio (mg/l)	< 0.2	< 1
Nitritos (mg/l)	< 0.1	< 0.1
Nitratos (mg/l)	< 50	< 100
Cloro (mg/l)	< 150	< 250
Sodio (mg/l)	< 150	< 400
Sulfatos (mg/l)	< 150	< 150
Hierro (mg/l)	< 0.2	< 0.5
Manganeso (mg/l)	< 0.05	< 1
Dureza (°d)		< 20
Coliformes (Fcu/ml)	Negativo	< 100
Total gérmenes (Fcu/ml)	< 100	< 100

El agua puede contener grandes cantidades de minerales, algunos de los cuales pueden llegar por desechos industriales y otras fuentes de contaminación, así como depósitos naturales de minerales. Pocos estudios se han realizado para investigar el exceso de nutrientes causado por el consumo de agua de pobre calidad. Sin embargo, aparentemente los cerdos pueden tolerar agua conteniendo elevados niveles de sólidos totales disueltos (5,000 ppm) después de un periodo de adaptación (Reese y Miler, 2006).

Algunos factores de importancia que afectan la calidad del agua para la pira en confinamiento son el contenido de nitratos, nitritos, sulfatos y sólidos disueltos totales. Asimismo, los componentes de la calidad del agua pueden ser subdivididos en contaminantes y componentes que afectan sabor, color y olor.

Toda el agua, independientemente de la fuente, deberá ser analizada cada seis meses por un laboratorio oficial valorando el contenido de bacterias totales, coliformes totales y coliformes fecales; así como características fisicoquímicas, particularmente en situaciones de accidentes donde hayan estado involucradas sustancias como solventes. Un agua de calidad inadecuada puede ocasionar bajas ganancias de peso, pobre conversión alimenticia, y efectos adversos sobre la salud del animal. La calidad del agua debe ser apropiada para el uso que se le vaya a dar. Las propiedades del agua son: a) Químicas. El agua generalmente tiene un pH 6.5 a 8.5. La desinfección con cloración puede o afectar en la solubilidad de los medicamentos, pero no es un peligro para los animales. La dureza del agua refleja la proporción de calcio y magnesio disuelto, aun cuando no se conoce un efecto adverso sobre los cerdos, esta dureza puede alterar las instalaciones si su proporción es alta. Para los metales disueltos ([hierro](#) y manganeso), hay que vigilar la obstrucción de las canalizaciones y la apariencia del agua. b) Microbiológicas. El agua es un vector en la transmisión de patógenos implicados en diarreas, metritis, abortos naturales, abscesos, etc. De ahí que es importante verificar regularmente su inocuidad. En la práctica, la desinfección se hace por cloración. Sin embargo, la eficacia del cloro y de sus derivados es relativo a un efecto dosis (0.1 mg/ml), tiempo de contacto (15 minutos) y a la ausencia de hierro y materias orgánicas. La calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua está regulada por la Norma Oficial NOM-127-SSA1-1994 (CPM, 2004).

Los depósitos de agua siempre deberán estar tapados, ya que la radiación solar favorece el desarrollo de algas y posterior contaminación, además del mayor riesgo de acceso para aves, insectos y demás fauna nociva.

2. Disponibilidad

En caso de no cumplirse los requisitos de agua por cerdo, se genera un cuadro tóxico conocido como intoxicación por sal. En su forma per aguda los animales mostrarán temores, postración, movimientos de carrera y muerte. En su forma aguda habrá ataques repetidos a intervalos de 3 a 7 minutos, tics en cara y orejas, sentados como perros, cabeza hacia arriba y abajo, postración, pataleos violentos, salivación y recuperación, ceguera aparente, caminar errante. A la necropsia se observará edema en meninges, corteza cerebral lisa, hiperemia, erosión en estomago y mucosas (Dewey, 2006).

El tipo, número, altura y posición de los bebederos en los corrales tiene un impacto directo sobre la disponibilidad de agua. Existen diferentes diseños de bebedero: niple con válvula de pistón, niple con válvula de esfera, cazoleta, válvula directa, o bien, agua servida en canaleta. Cada sistema de administración de agua tiene ventajas y desventajas, las cuales deberán ser analizadas con su proveedor de equipo. En términos generales se requiere un bebedero tipo niple con válvula de pistón (el mas utilizado en México) por cada 10 a 15 cerdos, dependiendo de la temperatura ambiental. Si se utilizan comederos con bebedero, estos deberán ser adicionales a los necesarios en el corral. Es muy importante corroborar que la válvula se encuentre hacia arriba, para facilitar el consumo de agua por los animales y limitar el desperdicio. Los bebederos tipo niple se deben colocar a la altura del lomo de los cerdos (de pie) para favorecer consumo y evitar desperdicio. Por tal motivo, en sitios 2 (destete) y sitios 3 (crecimiento, desarrollo y engorda) los bebederos deberán ser de altura ajustable, pues los cerdos en los corrales crecerán en el tiempo. Los bebederos de tipo cazoleta se ubican a la altura de la trompa del cerdo cuando está de pie. Ubicar los bebederos en la parte húmeda del corral. Dejar por lo menos 40 cm de distancia entre bebederos en el área de destete y 80 cm en el área de engorda para no interferir con la zona de influencia del cerdo mientras está consumiendo agua. Los bebederos de niple deberán estar paralelos al piso. En el Cuadro 4 se menciona la presión deseable (litros por minuto) para un adecuado abasto en las diferentes etapas de producción.

3. Temperatura

La temperatura del agua es un factor fundamental que va a tener un efecto directo sobre el consumo. La temperatura ideal es entre 15° y 20° C. Tener especial cuidado con este aspecto en áreas calientes, pues si el consumo de alimento se deprime por la elevada temperatura ambiente, el efecto se complica cuando el agua también está caliente. Se recomienda protegerlos depósitos y las líneas de abasto a los corrales para evitar que el agua se caliente. De igual manera, en la medida que el agua incrementa su temperatura el riesgo de contaminación se eleva. La protección de depósitos y líneas de agua también limitará el riesgo de que ésta se congele o enfríe demasiado cuando la temperatura ambiente baja de manera importante.

IV. Ambiente

El medio ambiente es un termino muy amplio que se refiere a todos los factores que afectan al animal. Puede ser dividido en dos grandes aspectos, el físico y el biológico, los cuales se pueden subdividir. El medio ambiente es complejo y el significado de la interacción con los animales es algo mas que un simple paradigma de estímulo – respuesta (Gonyou et al., 2006). Moberg (1985) clasificó la respuesta de los animales al estrés medio ambientales como tres niveles generales de respuesta: comportamiento, funcional y patológica. La respuesta menos costosa es de comportamiento. Pero si las respuestas en comportamiento no son capaces de reducir el estrés, ocurre un cambio en la función biológica. Dichos cambios pueden incluir redirección de la energía o sustratos de funciones productivas como crecimiento o reproducción, a estrategias de defensa. Uno de dichos cambios en la función biológica incluye la activación del axis pituitaria – adrenal, resultando en liberación de corticosteroides y alteración de la respuesta inmune, haciendo al animal mas susceptible a algunos patógenos (Kelley, 1982). Cada animal puede responder de manera diferente a factores ambientales debido a su genética única y antecedentes. El comportamiento se afecta generalmente por el aprendizaje, y la fisiología puede adaptarse al ambiente mediante cambios relativamente permanentes en el pelaje, grasa subcutánea y repartición de la energía. Entonces el impacto del medio ambiente en el animal es una combinación compleja de condiciones medio ambientales, predisposición del animal y una variedad de posibles respuestas (Gonyou et al., 2006).

1. Temperatura

El cerdo es un animal homeotérmico con una temperatura corporal de 39° C (Baxter, 1984). Cuando el medio ambiente es menor en temperatura que su cuerpo, el cerdo pierde calor a través de varios mecanismos: convección al aire ambiental; conducción al [piso](#) del corral, paredes y otros cerdos; radiación a superficies que lo rodean; y evaporación al aire que lo rodea. Mediante un balance fisiológico y medio ambiental el cerdo modifica su producción de calor (Gonyou et al., 2006). La zona termo neutral se define como aquella donde los animales logran su máxima productividad (Jacobson, 2011). Baker (2004) proveyó una revisión de todos los parámetros impactando en la temperatura medioambiental efectiva (EET por sus siglas en inglés) del cerdo. En general la elevada velocidad del aire a nivel del cerdo y superficies frías reducen significativamente esta EET resultando en la necesidad de incrementar la temperatura corporal y consecuentemente, energía calórica (ambas, fósil para calentar instalaciones y mayor consumo de alimento).

La temperatura crítica inferior (LCT por sus siglas en Inglés) corresponde al punto de inflexión donde la

respuesta productiva de los animales se ve comprometida. En una temperatura más fría que la crítica inferior, el cerdo utiliza una gran cantidad de la energía consumida para incrementar la producción de calor, lo cual reduce su productividad. La LCT se calcula con la producción de calor total termo neutral y la mínima producción de calor latente. Ello depende de la perdida

de calor del cerdo y consecuentemente, del peso corporal del cerdo, consumo de alimento, velocidad del aire, temperatura que irradian las superficies circundantes, tipo de piso y número de cerdos. Con una velocidad del aire de 0.15 m x s^{-1} , un nivel de alimentación de tres veces el requerimiento de energía para mantenimiento, y piso de concreto, el LCT de un cerdo de 20 kgs en un grupo de 15 cerdos es 16° C y para un cerdo de 100 kgs es 9° C . Una reducción del nivel de alimentación a dos veces el requerimiento de mantenimiento incrementa la LCT para cerdos de 20 y 100 kgs en 21° C y 14° C respectivamente. El incremento en la velocidad del aire incrementa la pérdida de calor y la LCT. La resistencia térmica entre la temperatura corporal del cerdo y la temperatura del piso es influenciada por el tipo de piso. Para cerdos de 40 kgs la LCT es de $11\text{-}13^{\circ} \text{ C}$ en cama de paja, $14\text{-}15^{\circ} \text{ C}$ en asfalto, y $19\text{-}20^{\circ} \text{ C}$ en slats de concreto (Gonyou et al., 2006).

Los comportamientos de postura pueden ser utilizados para clasificar el medio ambiente térmico de los cerdos, tal como lo demostraron Shao et al. (1997).

Para definir el efecto de la temperatura en el desempeño de los cerdos es necesario distinguir entre alimentación a libre acceso o restringida. Con alimentación restringida aparentemente la mejor ganancia de peso se logra alrededor de los 20° C y la conversión alimenticia es menor entre 20 y 25° C . Con tasas de consumo similar, la ganancia diaria de peso se reduce $14.3 \text{ g x día}^{-1} \text{ x } ^{\circ} \text{ C}^{-1}$ conforme la temperatura se reduce de 20° C a 12.5° C (Le Dividich et al., 1985). En general los cerdos reducen su tasa de crecimiento entre 8 y $18 \text{ g x día}^{-1} \text{ x } ^{\circ} \text{ C}^{-1}$ entre los 25 y 100 kgs de peso, y requieren entre 25 y 39 g x día^{-1} de alimento para compensar por cada grado por debajo de la zona termo neutral, respectivamente. Para cerdos alimentados a libre acceso, la máxima tasa de crecimiento se obtiene con una temperatura del aire de 20° C (Nichols et al., 1982), sin embargo no hay diferencia estadística en ganancia observada entre 10° C y 20° C , o en conversión alimenticia entre 15° C y 25° C . En la medida que la temperatura se reduce de 10° C a 5° C , la reducción en ganancia varía de 4 a $21 \text{ g x día}^{-1} \text{ x } ^{\circ} \text{ C}^{-1}$. En los meses de verano, la elevada temperatura de la caseta reduce la tasa de crecimiento del animal por disminución en el consumo de alimento (Nienaber et al., 1997). Cuando la temperatura incrementa de 20° C a 30° C la ganancia se reduce de 17.6 a $40.0 \text{ g x día}^{-1} \text{ x } ^{\circ} \text{ C}^{-1}$ (Massabie et al., 1997). En un experimento donde se valoró la respuesta de cerdos mantenidos a 17° C vs 24° C (Massabie et al., 1998) se observó una reducción de un 8% en la ganancia diaria de peso (981 vs 907 g/día) a mayor temperatura, sin embargo la conversión alimenticia y el porcentaje de músculo en la canal fue similar.

La formulación de la dieta puede tener un impacto en como los cerdos podrían hacer frente a temperaturas elevadas. En un experimento se comparó la respuesta reduciendo el contenido de proteína cruda en la dieta de cerdos castrados mantenidos a 22° C vs 29° C . Este incremento resultó en una reducción del 15% en el consumo diario de alimento y 13% en la ganancia diaria de peso. Los resultados indicaron que una reducción de 4 unidades porcentuales en los niveles de proteína cruda no afectó el crecimiento y composición de la canal siempre y cuando los niveles de aminoácidos esenciales y energía neta fueran los óptimos. También se concluyó que la reducción en la proteína limita el efecto de la elevada temperatura en el consumo diario de alimento (Gonyou et al., 2006).

El estatus sanitario de los animales no se afecta por el aire frío solamente. Más aun, algunos resultados muestran que los cerdos pueden desarrollar un importante mecanismo de aclimatación al medio frío (Derno et al., 1995). Sin embargo, cambios drásticos en el clima han sido citados frecuentemente como factores importantes en la precipitación de la enfermedad, y estos serían mas importantes que la estancia a temperaturas extremas, a los cuales el animal podría adaptarse (Dennis, 1986). Para mantener una piara sana se debe evitar fluctuaciones rápidas de temperatura.

La temperatura ideal para hembras en gestación es entre 15.5° C y 20° C. Sin embargo, la temperatura efectiva que experimentan las cerdas gestantes es una función de la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire temperatura de la pared y techo, características del piso, peso corporal, consumo de alimento, amontonamiento y número de cerdos mantenidos juntos. El comportamiento animal debe ser visto como un indicador del confort térmico. Animales en ambiente muy caliente permanecen acostados de lado y se observan letárgicos. Cuando están en ambiente muy frío se postran sobre el abdomen con las patas por debajo (Harmond y Levis, 2003).

Debido a que las instalaciones de gestación deben mantener a hembras en diferentes estados de gestación, necesita ser diseñada para prevenir el estrés térmico. Los primeros 30 días y las últimas dos semanas de gestación son periodos en los que el estrés térmico puede tener el mayor efecto perjudicial en el tamaño y viabilidad de la camada. Las hembras gestantes empiezan a sufrir estrés térmico cuando la temperatura ambiental es superior a los 29° C. La perdida de calor por evaporación del cerdo a través de la piel es mínima, por lo que se deben instalar métodos de enfriamiento altamente efectivos (Harmond y Levis, 2003).

Los componentes básicos utilizados en varias combinaciones para enfriar a las cerdas incluyen la protección contra la radiación solar directa, movimiento del aire y algunos tipos de enfriamiento por evaporación como goteo o nebulizado de agua, o utilizando paredes húmedas. El sistema mas efectivo para mover aire durante la temporada de calor es mediante ventilación mecánica en lugar de la natural, ya que el viento estará en calma cuando más se necesita. Una manera de enfriar el aire consiste en la instalación de pared húmeda. El aire que ingresa pasa a través de un panel húmedo y por un efecto físico se reduce la temperatura. Aunque la humedad relativa en el edificio se incrementa, la temperatura se reduce. Los paneles húmedos funcionan bien en climas calientes y secos (Harmond y Levis, 2003).

La temperatura crítica inferior (LCT) de una [cerda gestante](#) es entre 20° C y 23° C para cerdas en jaula individual y 14° C para hembras en corral (Noblet et al., 2001). El colocar cama puede disminuir la temperatura hasta 4° C, pero los sistemas de Cama Profunda generan calor por descomposición y proveen calor adicional a los animales. Si las condiciones medio ambientales son muy frías y el consumo de alimento es limitado, una prolongada exposición a estas condiciones podría tener efectos negativos en la condición corporal y posiblemente desempeño reproductivo. Se ha estimado que una hembra gestante en jaula individual tiene un incremento en el incremento diario de calor de aproximadamente 0.0044 MCal/kg de peso corporal 0.75 por cada grado centígrado por debajo de la temperatura crítica inferior. Entonces, el consumo de alimento de una cerda de 200 kgs de peso se debe incrementar en 0.1 kgs por día (3.212 Mcal/kg de dieta) por cada 2 kgs por debajo de la temperatura crítica inferior. Las

temperaturas adecuadas para cerdos en diferentes etapas productivas se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Temperatura adecuada para cerdos en diferentes etapas de producción (Gonyou, 2006).

Etapa	Peso (kgs)	Temperatura (°C)
Gestación	-	15 – 24
Lactancia (hembra)	-	15 – 21
Lactancia (lechones)	-	28 – 32
Destete	4 – 7	25 – 32
	7 – 25	21 – 27
Crecimiento	25 – 60	15 – 24
Finalización	60 – 100	14 – 21

2. Aire

El aire es un factor crítico para la vida. Un cerdo a mercado respira más de 40 m³ de aire por día, comparado con alrededor de 10 litros de agua y 3 kgs de alimento (Gonyou, 2006). Medido en volumen, el cerdo respira 43.2 m³ por día (30 respiraciones por minuto, 1 litro de aire por respiración), tal como se comentó previamente. Ver gráfica 1. Los dos componentes mas importantes del aire son el polvo y los gases tóxicos.

El polvo de las instalaciones porcinas es el primer responsable para problemas de salud en los trabajadores y animales (Zejda et al., 1994). El polvo tiende a ser considerado como parte del trabajo y es ignorado hasta que un daño permanente está hecho. Los gases tóxicos causan molestia o síntomas más dramáticos que atraen atención inmediata y requieren de una rápida acción para solucionarlo.

En las granjas porcinas el polvo es también biológicamente activo y diferente del polvo ordinario pues se genera de productos del alimento, materia fecal, piel, pelo, insectos y microorganismos. Se compone de compuestos orgánicos variables, hongos, endotoxinas, gases tóxicos y otros agentes dañinos (Cuadro 6), siendo algunos organismos aislados e identificados como los mas importantes contaminantes en espacios aéreos confinados. *Estreptococos suis* (bacteria) y algunas especies de *Alternaria* (hongos filamentosos) son considerados particularmente dañinos para animales y humanos (Martin et al., 1996). El polvo es también portador del olor. El umbral del valor de concentración de polvo respirable recomendado es menor de 5 mg/m³ para lugares de trabajo con exposición de 40 horas por semana (ACGIH, 2003).

Cuadro 6: Fuentes de polvo y microorganismos en instalaciones para cerdos (Martin et al., 1996)

Fuentes de Polvo:

Partículas de comida: polvo del grano, antibióticos, promotores del crecimiento

Proteínas del cerdo: heces, orina, caspa, suero

Otros agentes: material de la cama, endotoxinas, ácaros del polvo, moho, polen, partes de insectos, cenizas, polvo, materiales de la construcción, proteasas microbianas, adsorbentes de amoníaco, agentes infecciosos

Bacterias:

Cocos gram – positivos: *Staphylococcus* spp. (coagulasa negativo), *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. simulans*, *S. sciuri*, *S. warneri*, *Micrococcus* spp., *Aerococcus* spp., *Streptococcus suis*, *Enterococcus durans*

Bacilos gram – positivos: *Corynebacterium* spp., *C. xerosis*, *Bacillus* spp.

Bacilos gram negativos: *Acinetobacter calcoaceticus*, bacilos gram negativos no fermentativos, *Enterobacter agglomerans*, *Pasteurella* spp., *Vibrio* spp.

Hongos:

Alternaria spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp.

Los principales gases que pueden afectar la productividad y la incidencia de enfermedad son amoníaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico), metano y monóxido de carbono. El ácido sulfhídrico y monóxido de carbono pueden causar directamente la muerte de los cerdos, mientras que otros gases afectan la salud y productividad indirectamente (Gonyou, 2006). Aunque frecuentemente se ignora como parte de los gases del medio ambiente, el vapor de agua es reconocido como factor contribuyente medioambiental. Los patógenos son mejor controlados a una humedad relativa entre 60% y 80%. Valores superiores o inferiores de humedad resultan en una mayor concentración de patógenos. Los problemas respiratorios son los mas comunes observados en niveles altos de humedad. Con temperatura y humedad elevadas se genera estrés térmico (Gonyou, 2006).

3. Espacio

Se puede generar agresión al buscar mantener distancia entre individuos (Fraser y Rushen, 1987). El incremento en el tamaño del grupo y reducción en espacio incrementa la agresión que puede derivar en daño físico incluyendo laminitis, estrés agudo que, si no se resuelve, se vuelve crónico con consecuencias en inmunidad, enfermedad y productividad (Hemsworth y Cronin, 2006).

Para calcular el espacio requerido Gonyou (2001) desarrolló la siguiente fórmula: multiplicar la constante 0.035 por el peso promedio ^{0.667}, el resultado se expresa como metros cuadrados y el peso vivo en kilogramos.

En el caso del pie de cría, niveles elevados de cortisol basal han sido reportados in hembras primerizas en grupos de seis con espacio permitido de 1 m²/por cerda o menos. Se señala que podría haber ventajas con 3 m² contra 2 m², aunque el criterio fisiológico indica que no hay diferencias (Barnett et al., 1992). Weng et al. (1998) recomienda un espacio permitido entre 2.4 y 3.6 m²/cerda para grupos de seis hembras gestantes.

Mientras algunas investigaciones han indicado que incrementar el tamaño de grupo arriba de 80 podría incrementar agresiones y reducir el crecimiento en cerdos en crecimiento, otros trabajos sugieren que no hay efecto al menos en el crecimiento si a los cerdos se les proporciona amplio espacio y la oportunidad de alimentarse a libre acceso. Morrison et al. (2003) observaron que desarrollar cerdos en grupos de 200 en cama profunda tenían una elevada incidencia de interacciones agonistas por cerdo que en grupos de 20 en [pisos](#) de concreto con slat parcial. Se considera que el número total de miembros de un grupo que pueden ser reconocidos o recordados por cada individuo es de 20 a 30 (Fraser y Broom, 1996). Hughes et al. (1997) sugieren que los animales deben ser mas tolerantes socialmente en grupos grandes. Mientras que los efectos de variar el tamaño de grupos pequeños de cerdos han sido estudiados, ni el máximo u óptimo tamaño de grupo han sido identificados (Stricklin y Mench, 1987). Para el pie de cría son mejores los grupos pequeños en corral, y todo es dependiente del espacio. Se recomienda al menos 2 m²/cerda para evitar efectos en el desempeño reproductivo (Hemsworth y Cronin, 2006). Otras alternativas incluyen el uso de [jaulas](#) de gestación, corrales con jaula parcial para la alimentación, y corrales con alimentación individual electrónica. Se ha demostrado menor agresión en corrales rectangulares que en cuadrados cuando se agrupan cerdos, proveyendo 1.4 m²/cerdo. Barnett et al. (2001) sugiere que la agresión puede ser reducida en primerizas mediante la modificación del tamaño y forma del corral, proporcionando áreas de escape, pre – exponiendo los cerdos a su nuevo corral, agrupar al anochecer o restringir alimento previamente y después dar a librea acceso, uso de olores que enmascaren, o el uso de tranquilizantes.

Brotes de mordedura de cola han sido atribuidos a numerosos factores, incluyendo sobrepoblación, pobre ventilación, interrupción en el abasto de agua o alimento, dietas de pobre calidad, ausencia de paja y genética (Sutherland et al., 2009). El deficiente espacio, tipo de corral y ventilación también se ha asociado con mordedura de orejas y flancos, corrales sucios, y otros efectos productivos (Hemsworth y Cronin, 2006).

4. Otros factores ambientales

El ruido de los ventiladores superior a 85 decibeles puede interferir con la comunicación entre la hembra y el lechón e interrumpir la lactancia. Se ha reportado mayor incidencia de mordedura de cola en corrales cercanos a los ventiladores. Otros ruidos no han demostrado tener efecto importante en el comportamiento productivo de los cerdos (Gonyou, 2006).

Dentro de los corrales se ha reportado que los cerdos se comportan bien en total oscuridad. Los patrones de iluminación afectan el comportamiento de consumo, pero no en términos de consumo total. Los resultados sugieren que los cerdos se adaptan a los patrones de iluminación (Gonyou, 2006). Los cerdos se han reportado como reproductores de días cortos (aunque moderadamente) porque la disminución gradual de la longitud del día durante el verano

estimula el comportamiento reproductivo de sementales y hembras (Claus y Weiler, 1985). Reduciendo el fotoperiodo durante la lactancia incluso mejora el retorno al estro (Prunier et al., 1994). Periodos de iluminación diurna mayor han demostrado incrementar el crecimiento de lechones, primeramente incrementando la frecuencia de lactancias. El incremento en el fotoperiodo también incrementa el consumo de alimento durante el periodo post destete. La recomendación común es utilizar bajos niveles de iluminación en crecimiento y finalización para reducir la actividad y agresión (Bruininx et al., 2002).

El tipo de piso también tiene efecto sobre el desempeño de los cerdos, especialmente por lesiones. Los pisos de plástico son adecuados para maternidades y destete, pero menos recomendables para finalización y pie de cría. Además de lo resbaloso del piso, considerar la aislación térmica y confort, especialmente para animales jóvenes. Las paredes sólidas y piso parcialmente de slat son mejores en clima frío. Paredes abiertas y piso de slat completo para clima cálido. En general los corrales para crecimiento y finalización deben ser 1.5 – 2.5 veces de largo contra el ancho (Gonyou, 2006).

V. Interacciones

Si bien en la presente información se han referido los diferentes agentes que impactan en la productividad, diversos trabajos han demostrado la interacción entre estos factores, los cuales complican e incrementan su efecto en la medida en que participa uno o más elementos (Hyun et al., 2005).

VI. Referencias

- ACGIH. 2003. Threshold limit values for chemical substances in work air. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienist.
- Adams RS and Sharpe WE. 1995. Water intake and quality for dairy cattle. Dairy and Animal Science. DAS 95-8. PENpages 28901130. www.das.psu.edu/teamdairy/
- Baker JE. 2004. Effective Environmental Temperature. J. Swine Health Production 12(3):140–143
- Barnett JL, Hemsworth PH, Cronin GM, Jongman EC and Hutson GD. 2001. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. Aust J Agric Res 52:1–28.
- Baxter M. 1985. Social space requirements of pigs. In Social space for domestic Animals. R Zayan, ed. Dordrecht: Martinus Nijhoff, pp. 116-127.
- Brooks PH and Carpenter JL. 1990. The significance of water in pig productivity, profitability and welfare. Gill & Barber Eds.
- Bruininx E, Heetkamp M, Van Den Bogaart D, Peet-Schwering C, Van Der Beynen A, Everts H, den Hartog LA, Schrama JW. 2002. A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weanling pigs. J Anim Sci 80:1736-1745.

- Carson TL. 2006. Toxic minerals, chemicals, plants and gases. In: Diseases of Swine, 9th Ed. Blackwell Publishing, p 978.
- Claus R and Weiler U. 1985. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. J Reprod Fert 33 (Suppl):185-197.
- CPM, 2004. Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas. SAGARPA – SENASICA – CPM. IV:16-17.
- de'Longe CF, Birkett SH, Morel CH. 2001. Protein, Fat and Bone Tissues Growth in Swine. In: Swine nutrition. Edited by Austin & Southern. 2nd Edition. CRC Press. Boca Raton. USA: CRC 2001:65-81.
- Dennis MJ. 1986. The effects of temperature and humidity on some animal diseases – A review. Br Vet J 142:472-485.
- Derno M, Jentsch W and Hoffman L. 1995. Effect of long time exposure to different environmental temperatures on the production of growing pigs. Livest Prod Sci 43:149-152.
- Dewey CE. 2006. Diseases of the Nervous and Locomotor Systems. In: Diseases of Swine, 9th Ed. Blackwell Eds. P. 97. Fraser D and Rushen J. 1987. Aggressive behavior. Vet Clin North Am: Food Animal Practice 3:285–305.
- Fraser AF and Broom DM. 1996. Farm animal behavior and welfare. Third Edition. UK:CAB International. FSAL. Feeding Standards for Australian Livestock. 1990. Water requirements for pigs. 8:85-93.
- Gonyou HW. 2001. The social behavior of pigs. In Social Behaviour in Farm Animals. LJ Keeling, HW Gonyou, eds. Oxon UK: CAB International, pp. 147–176.
- Gonyou HW, Lemay SP y Zhang Y. 2006. Effects of the environment on productivity and disease. In: Diseases of Swine, 9th Ed. Blackwell Publishing, pp. 1027-1038.
- Harmond JD and Levis DG. 2003. Sow housing options for gestation. Factsheet. Farm Information Gateway. Pig 01 01 03.
- Hemsworth PH and Cronin GM. 2006. Behavioral Problems. In: Diseases of Swine, 9th Ed. Blackwell Publishing, pp. 847–859.
- Hughes BO, Carmichael NL, Walker AW and Grigor PN. 1997. Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. Appl Anim Behav Sci. 19:255-264.
- Hyun Y, Ellis M, Curtis SE, Johnson RW. 2005. Environmental temperature, space allowance, and regrouping: Additive effects of multiple concurrent stressors in growing pigs. J of Swine Health & Prod. 13:3 pp. 131-138.
- Jacobson L. 2011. Pig housing systems designed to manage or adapt to climate change impacts. AD Leman Swine Conf. 2011:215-224.

- Kelley KW. 1982. Immunobiology of domestic animals as affected by hot and cold weather. In: Proc 2nd Int Livest Environ symp. St. Joseph, Mich.: Am Soc Agric Eng, pp. 470-482.
- Le Dividich J, Desmoulin B and Dourmad JY. 1985. Influence de la température ambiante sur les performances du porc en croissance-finition en relation avec le niveau alimentaire. Journ Rech Porcine France 17:275-282.
- Martin WT, Zhang Y, Wilson PJ, Archer TP, Kinahan C and Barber EM. 1996. Bacterial and fungal flora of dust deposits in a swine building. Br J Occup Environ Med, 53:484-487.
- Massabie P., Grannier R and Le Dividich J. 1997. Effects of environmental conditions on the performance of growing-finishing pigs. In: Livestock Environment: Proc 5th Int Liv Symp. St. Joseph, Mich.:ASAE, pp. 1010-1016.
- Massabie P., Grannier R and Le Dividich J. 1998. Incidence de la température ambiante et du niveau de rationnement sur les performances zootechniques du porc en croissance-finition. Journ Rech porcine France, 30:325-329.
- Moberg GP. 1985. Biological response to stress: Key to assessment of animal well-being? In: Animal Stress. GP Moberg, ed. Bethesda, Md.: Am Physiol Soc, pp. 27-49
- Morrison RS, Hemsworth PH, Cronin GM and Campbell RG. 2003. The social and feeding behavior of growing pigs in deep-litter, group housing systems. Appl Anim Behav Sci 82:173-188.
- Muirhead MR and Alexander TJL. 1997. Managing health and disease. In: Managing Pig Health and the Treatment of Disease, p. 103. Sheffield: 5 M Enterprises Ltd.
- Nichols DA, Ames DR and Hines RH. 1982. Effect of temperature on performance and efficiency of finishing swine. In: Proc 2nd Int Livest Environ Symp. St. Joseph, Mich.: Am Soc Agric Eng, pp. 376-379.
- Nienaber JA, Hahn GL, Eigenberg RA, Korthals RL, Yen JT and Harris KL. 1997. Genetic and heat stress interaction effects on finishing swine. In: Livestock Environment V: Proc 5th Int Liv Env Symp. St Joseph, Mich.:ASAE, pp. 1017-1023.
- Noblet J, Le Dividich J, Van Milgen J. 2001. Thermal Environment and Swine Nutrition. In: Swine Nutrition. 2nd edition. CRC Press LLC. 2001.
- Pig International. 2001. Water in lactation. Nov 2001, Vol 31 No 10.
- Price EO. 2003. Animal Domestication and Behavior. Wallingford, Oxon, UK: CAB International, pp. 180.
- Prunier A, Dourmad JY, Etienne M. 1994. Effect of light regimen under various ambient temperatures on sow and litter performance. J Anim Sci 72:1461-1466.

- Reese DE and Miller PS. 2006. Nutrient Deficiencies and Excesses. In: Diseases of Swine, 9th Ed. Blackell Publishing, p. 933.
- Seddom IR. 2001. Water quality considerations for swine. University of Manitoba. May 2001.
- Shao J, Xin H, Harmon JD. 1997. Neutral network analysis of postural behavior of young swine to determine the IR thermal comfort state. Transactions of the ASAE 40(3):755-760.
- Strickliln WR and Mench JA. 1987. Social organization. In Farm animal Beahavior. EO Price Eds. York, PA. Maple-Vail Book Manufacturing Group, pp. 307-322
- Sutherland MA, Bryer PJ, Krebs N and McGlone JJ. 2009. The effect of method of tail docking on tail-biting behaviour and welfare of pigs, Animal Welfare, 18:561-570.
- Weng RC, Edwards SA, English PR. 1998. Behaviour, social interactions and lesion score of group-housed sows in relation to floor space allowance. Appl Anim Behav Sci 59:307-316.
- Whittington CD, Nyachoti CM, Patience JF, Gonyou HW, Zijlstra RT, Lemay SP. 2008. Feed Intake: A Checklist of Nutritional, Environmental and Management Strategies to Achieve Success. Extention Service. University of Manitoba.
- Willekens L. 2012. Cuidado del Lechón. Base fundamental del éxito económico. En las Memorias del XVIII Congreso AMVECAJ.
- Zejda JE, Barber EM, Dosman JA, Olenchock SA, McDuffie HH, Rhodes CS and Hurst TS. 1994. Respiratory health status in swine producers relates to endotoxin response in the presence of low dust levels. J Occu Med 36:49-56.

Trabajo presentado en el Congreso 2012 de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialista en Cerdos (AMVEC) y autorizado por su autor