

EL AGUA EN NUTRICIÓN ANIMAL: FISIOLÓGÍA, REQUERIMIENTOS E IMPLICACIONES PRÁCTICAS EN GRANJA

Álvaro Rojo Gómez*. 2015. Porcicultura.com.

*Trouw Nutrition México.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Producción porcina en general](#)

INTRODUCCIÓN

En términos generales el agua es un nutriente esencial en la alimentación de los cerdos y desafortunadamente es uno de los nutrimentos a los que rutinariamente menor atención le dedicamos. Esta poca atención o falta de estímulos en el estudio de los requerimientos de agua se debe principalmente a su abundancia relativa y su bajo precio. En nuestro planeta el agua cubre aproximadamente el 73% de la superficie y solo el 17% es agua dulce, de esta agua dulce el 14% es agua no apta para consumo y existe un 2% de agua presente en su forma sólida (hielo y nieve) dejándonos solo el 0.5% de agua disponible para beber.

En cerdos, las recomendaciones nutricionales de agua son difíciles de establecer y estudiar debido principalmente a que existe información limitada sobre los mecanismos fisiológicos que regulan su consumo (mantenimiento de tejidos, ganancia de peso, desarrollo del feto, producción de leche, termorregulación, homeostasis mineral, excreción de metabolitos y/o sustancias antinutricionales, saciedad y alteraciones en el comportamiento) y el impacto de factores extrínsecos como temperatura ambiental, humedad relativa, tipo y cantidad del alimento, instalaciones, calidad del agua, tipo de bebedero, flujo de agua, estrés entre otros. El objetivo de esta revisión es el de examinar los mecanismos fisiológicos que regulan el equilibrio de agua en el organismo de los cerdos y el de discutir algunas recomendaciones generales sobre el requerimiento y calidad del agua de bebida en los cerdos en diferentes estados fisiológicos.

FACTORES FISIOLÓGICOS DE LA REGULACIÓN DEL AGUA CORPORAL Y REGULACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE AGUA POR EL CERDO

El volumen total de agua en el organismo representa alrededor del 60% de la masa corporal y se encuentra distribuida en 3 elementos: agua intracelular (36%), agua intercelular (11.5%) y agua en el espacio vascular (4.5%). En condiciones normales el agua en el organismo es mantenida en equilibrio principalmente por el agua de bebida y la cantidad de agua excretada por la orina y evaporación (respiración y piel principalmente). Los factores que regulan el consumo voluntario de agua son principalmente: 1) Regulación metabólica del volumen efectivo de fluidos en el tejido vascular, 2) Cambios en la osmolaridad a nivel plasmático y 3) Cambios en el equilibrio ácido-básico dentro y entre los diferentes compartimentos del organismo.

Una vez que el agua entra en el organismo ésta es absorbida desde el intestino mediante procesos tanto activos como pasivos de transporte. En el sistema activo el agua es transportada a través de la célula con gasto de energía. En el sistema pasivo el intercambio ocurre entre las células y a través de las uniones intercelulares mediante cambios osmóticos producidos por la bomba de Na⁺. Este fenómeno facilita el movimiento pasivo y bidireccional del agua del lumen intestinal al sistema sanguíneo y viceversa.

El estómago posee un epitelio grueso el cual es casi impermeable al agua, en contraste el duodeno y yeyuno tienen un epitelio altamente permeable lo cual produce que el equilibrio osmótico de la digesta en la luz intestinal sea casi similar a aquel presente en la sangre. Del yeyuno al colon el epitelio se hace progresivamente menos permeable de tal forma que a la altura del colon distal existe un gradiente osmótico y potencial eléctrico muy diferente a aquel observado entre el lumen intestinal y la sangre. De esta forma el colon puede ajustar la capacidad bufferizante de su contenido mediante la absorción o desorción de agua y particularmente de electrolitos, sin embargo la activación de las señales para que este proceso se inicie aún se desconocen (Chang and Rao 1994).

El volumen efectivo de líquidos en la circulación se refiere al fluido extracelular que está en el espacio vascular y está nutriendo a los demás tejidos. Estos fluidos son proporcionales a los niveles de Na⁺ en el organismo debido a que las sales de sodio son los recursos primarios que actúan en el proceso de atrapamiento de agua en el espacio extracelular y por lo tanto regulan el nivel de fluidos. En términos fisiológicos, cuando el volumen efectivo de líquidos en la circulación se reduce y/o una hiperosmolaridad se presenta (mayor concentración de sales de Na⁺) la hormona antidiurética (sintetizada en el hipotálamo) aumenta la permeabilidad de agua en los túbulos renales y la reabsorción de Na⁺ lo que resulta en un aumento en la reabsorción de agua a nivel renal, un aumento en la osmolaridad de la orina y una reducción en la producción de orina. La sensación de sed y la secreción de la

hormona antidiurética son controladas por receptores en el hipotálamo los cuales son estimulados en principio por 2 mecanismos fisiológicos: un incremento en la osmolaridad plasmática y una reducción en el volumen efectivo de líquidos en la circulación.

CAMBIOS EN EL EQUILIBRIO DE ELECTROLITOS

El recambio de agua está íntimamente relacionado con el equilibrio de cationes y aniones en el organismo, sin embargo el efecto de varios cationes y aniones sobre el consumo de agua y su recambio aún está bajo discusión. En general, se acepta que el Na^+ y el K^- son los componentes osmóticos que direccionan el agua en el organismo de un compartimiento a otro y controlan la hidratación general.

Por otro lado, y también con cierta frecuencia los iones monovalentes (Na^+ K^- Cl^-) son usados para representar de alguna manera la capacidad bufferizante de la dieta (ácida o básica) esto debido al exceso o escasez de iones en el metabolismo. En cerdos existen diferentes reportes sobre el balance electrolítico y su efecto en producción. Handunt y West (1990) reportan que un balance electrolítico de -50 a 400 mequivalentes/kg en la dieta total resultó en un incremento lineal ($P > 0.05$) en la digestibilidad ileal y total de aminoácidos en cerdos en crecimiento, esto remarca la importancia de revisar el balance electrolítico en la dieta total del cerdo (agua + alimento). Adicionalmente, la calidad específica del agua en cada explotación (dureza, sólidos totales disueltos, pH, alcalinidad, concentraciones de Fe, Cl, Na, K, Ca, Mg, S, Mn, nitratos y nitritos) deberá de ser considerada en la nutrición de los cerdos debido a que los componentes del agua pueden tener un impacto directo sobre el apetito y producción animal (Patience 1989, Brooks y Carpenter 1990, Fraser et al, 1990).

CONSUMO DE AGUA Y RITMO CIRCADIANO

En cerdos el consumo de alimento y de agua siguen un ritmo circadiano de 24 horas. En general, ambos procesos (comer y beber) ocurren simultáneamente, se afectan uno al otro y son episodios de comportamiento que ocurren predominantemente durante el día y pueden ser altamente influenciados por el medio ambiente. En cerdos en crecimiento, el ritmo circadiano de consumo de agua está estrechamente asociado con la comida y representa alrededor del 72% del consumo de agua en un periodo de 24 horas (Gill y Barber 1993), el mayor consumo de agua se presenta alrededor de 1 hora después de la comida y permanece alto durante un periodo aproximado de 3 horas posteriores a la ingesta de alimento. En hembras lactantes alimentadas dos veces al día (Barber 1993) se reportan 2 picos en la toma de agua en un periodo de 24 horas, el primer pico ocurre 2 horas después de la primera comida en la mañana (07:00h, equivalente al 12% del consumo total de agua en el día) y el segundo pico ocurre 3 horas después de la comida de la tarde (16:00h, equivalente al 9% del consumo total de agua en el día). Durante el periodo nocturno (de las 22:00 a las 06:00 h) el consumo total de agua puede variar de un 2-4 % del consumo total de agua en un periodo de 24 h.

REQUERIMIENTOS DE AGUA

Nuestra realidad como nutriólogos y expertos en producción porcina respecto al establecimiento de los requerimientos de agua en cerdos es aún muy confusa y variable, esto se debe principalmente a que es un recurso relativamente económico, que generalmente se suple a libre acceso y que además es muy difícil de investigar cuando se desea establecer un requerimiento preciso. Las dificultades técnicas para establecer un requerimiento preciso sobre el consumo de agua se deben a que su estimación es mucho más compleja que para otros nutrientes, por ejemplo el cerdo no solo requiere de agua para mantenimiento y producción (que es como normalmente estimamos los requerimientos de otros nutrientes), también la requiere para otras necesidades fisiológicas como la termorregulación, secreción de minerales en exceso, toxinas, productos finales del catabolismo, etc. En términos prácticos y para simplificar este problema se admite que el requerimiento de agua de bebida en el cerdo criado en un ambiente termoneutral está relacionado con la edad, peso vivo, consumo de alimento, composición de la dieta (fibra, proteína cruda y sal principalmente), estatus fisiológico, disponibilidad y calidad del agua. A continuación se describirá brevemente los requerimientos de agua establecidos para cerdos en sus diferentes etapas productivas.

CERDOS LACTANTES

Existe gran controversia sobre las necesidades de agua del cerdo lactante, algunos autores concuerdan que el consumo de agua en cerdos de menos de 5 días de edad es nulo o extremadamente bajo y que la cantidad de agua en la leche (80% aproximadamente) es suficiente para cubrir las demandas metabólicas de este nutriente. Sin embargo, Nagai et al (1994) observó que el cerdo lactante es capaz de beber agua desde las 4-5 horas posteriores al nacimiento y que las cantidades de agua consumida van desde los 36 ml al día de nacidos hasta los 403 ml a los 28 días de vida. Otros autores (Friend y Cunningham, 1996) reportan que el consumo semanal de agua de cerdos lactando y recibiendo alimento en lactancia (como creep feeding) desde el nacimiento hasta las 7 semanas de vida fue de 84, 234, 326, 576, 1104, 2159 y 3843 ml de agua, para las semanas 1-7 de vida respectivamente. En resu-

men, resulta evidente la recomendación de proporcionar agua fresca en el periodo de lactancia. También es importante considerar que la cantidad de agua consumida durante el periodo de lactancia estará correlacionada positivamente con el suministro de alimento (creep feeding) y temperatura efectiva; y correlacionada negativamente con la cantidad de leche producida por la hembra (Zdzislaw et al, 1995).

CERDOS EN EL PERIODO DE DESTETE

La etapa de destete es el periodo de vida más desafiante para el lechón y por lo tanto uno de los más variables en cuanto al establecimiento de los requerimientos de agua principalmente durante los primeros días posteriores al destete. En este periodo de vida, el lechón atraviesa por un proceso de aprendizaje y adaptación a un nuevo suministro de líquidos pasando de la leche materna a un bebedero. En general, un cerdo recién destetado tiene un consumo de líquidos bajo el cual puede ser de hasta aproximadamente 1 L de agua en los primeros 3 días posteriores al destete, este bajo consumo de agua reduce la habilidad del cerdo para digerir alimentos lo que puede originar desordenes de tipo digestivo y una reducción en la tasa de crecimiento. De esta forma, es importante estimular lo más rápido posible el consumo de agua en los primeros días posteriores al destete. Otro aspecto notable que puede tener un impacto importante en el desempeño del cerdo recién destetado es la cantidad de agua ingerida y disponibilidad de la misma, por ejemplo, en un estudio (Barber et al., 1989) se evidenció que la disponibilidad de agua tiene un impacto directo en la cantidad de agua consumida y que el cerdo no es capaz de compensar su consumo de agua cuando existe un bajo suministro o flujo de la misma en el bebedero, en este estudio conforme el flujo de agua en el bebedero incrementó de 175 ml/min a 450 ml/min el consumo diario de agua incremento de 0.78 a 1.32 l/día y también se mejoraron otros parámetros productivos (DGP y CDA).

En general existe el consenso de que la mejor predicción de consumo de agua por los cerdos en el periodo de destete puede representarse con la siguiente ecuación: Consumo de agua (L/día) = $-0.788 + 2.23$ (CDA en kg) + 0.367 (peso metabólico). También se reporta que la capacidad total del lechón para consumir un volumen de líquidos es de aproximadamente el 19% de su peso corporal. El ARC (1981) recomienda una relación agua:alimento de 2:1 para esta etapa pero en general es recomendable el libre suministro de este nutriente en el periodo de destete.

CERDOS EN EL PERIODO DE CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN

Las principales variables que afectan el consumo de agua en cerdos en el periodo de crecimiento finalización son temperatura ambiente, el tipo y calidad del alimento, el nivel de consumo de alimento, la calidad del agua y el tamaño del cerdo (Zdzislaw et al, 1995). Dado que estas variables son muy diversas, también resulta complicado establecer un requerimiento de agua en esta etapa, sin embargo se acepta en general que el consumo de agua por unidad de alimento se reduce con la edad (o peso vivo del cerdo) y que se incrementa con el aumento de la temperatura del ambiente.

Las recomendaciones del ARC (1991) sobre el consumo de agua en el periodo de crecimiento y engorda en cerdos alojados en su zona de termoneutralidad es de entre 3.9 y 5 L/día respectivamente. Otras recomendaciones de agua de bebida son proporcionadas por Vandenheede y Nick (1991) y De Ruyter (1984). Vandenheede y Nick (1991) proponen una relación agua:alimento de 2.5:1, 2.25:1 y 2.0:1 para cerdos de entre 25-40, 45-70 y más de 70 kg de peso vivo respectivamente. De Ruyter (1984) propone una relación de 2.15:1, 2.01:1 y 1.95:1 en cerdos con un peso vivo de entre 20-50, 51-80, 81-110 kg de peso vivo respectivamente.

Los efectos de temperatura ambiente, tipo de bebedero y nivel de alimentación pueden tener un impacto importante en el consumo de agua y digestibilidad de nutrientes. En el experimento realizado por Vandenheede y Nick (1991) encontraron que cuando se subió la temperatura ambiente de 10-25 °C la pérdida de agua por evaporación vía respiratoria y piel se incrementó de 2.2 a 4.1 L/día. El efecto de tipo de bebedero sobre el consumo de agua fue evaluado por Barber (1993), este autor reportó que en cerdos en crecimiento el consumo de agua se redujo de 0.43 a 1.03 L/día en cerdos con acceso a bebederos tipo bite (mordida) comparado con cerdos con acceso a un bebedero tipo niple (tetilla). Si el consumo de agua se reduce por ejemplo de 3.25:1 a 1.63:1 (relación agua:alimento) la digestibilidad aparente de materia seca se puede reducir en aproximadamente 4 % (de 82.9 a 79.1%, Barber, 1993). Si por otro lado, el consumo de alimento se restringe o se limita, el cerdo beberá más agua por unidad de alimento consumido (la relación agua:alimento se incrementará), lo que sugiere que el agua de bebida puede estar actuando como un atenuador de la sensación de hambre y/o distensión del tubo digestivo (Vandenheede y Nick, 1991; NRC, 2014).

CERDAS VACÍAS Y GESTANTES

Existe poca información científica respecto a los requerimientos de agua para cerdas vacías. Adicionalmente existe una gran variación en los resultados publicados, por ejemplo, en cerdas vacías Lighfood y Armsby (1984) reportan un consumo de agua de 10 L/día con un rango en sus mediciones de 6.8 a 13.1 L por día. Similarmente Mroz et al (1995) reporta un rango en el consumo de agua de 5 a 25 L/día y finalmente Bauer (1982) reporta un

consumo promedio de 11.52 con una desviación estándar de 6.1 L/día. Esta gran variación en los datos reportados puede deberse a diversos factores relacionados principalmente con el comportamiento de la cerda confinada, por ejemplo y como una respuesta al fenómeno de “trompeo”, las hembras pueden crear un comportamiento repetitivo trompeando y bebiendo o desperdiciando más agua del bebedero.

En hembras gestantes también existen reportes escasos con una alta variación sobre los requerimientos de agua. El consumo de agua en relación con la materia seca (MS) del alimento en reemplazos y múltiparas gestantes fue reportado por Friend, 1971. En su estudio se evaluaron los consumos de agua en las semanas 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13 de gestación, las hembras de reemplazo consumieron 2.50, 2.68, 2.46, 2.20, 2.16, 1.10, 2.07 y 1.96 L/agua por kg de MS de alimento; las hembras múltiparas consumieron 3.05, 2.46, 2.74, 2.27, 2.37, 1.83, 1.92 y 2.24 L de agua por kg de MS del alimento. De estos estudios es evidente que las demandas de consumo de agua son mayores al principio del periodo de gestación comparada con el final de este estado fisiológico. Esto fue confirmado por Madec et al (1986) quien reporta un consumo promedio de agua por día de 18.4L al inicio de la gestación y un consumo de 16.1L/día en la semana 11 de gestación.

De los reportes de investigación discutidos en los párrafos anteriores es difícil poder establecer una recomendación precisa de las necesidades de agua en cerdas vacías y gestantes. Esto es debido a la gran variación reportada y a las diferencias asociadas al comportamiento individual de las cerdas, calidad del agua, tipo de bebedero, flujo de agua, medio ambiente etc.

CERDAS LACTANTES

En general se acepta que el consumo de agua en cerdas lactantes es por lo menos un 40% superior al observado en cerdas gestantes, estas diferencias son una consecuencia del proceso de lactación, cantidad de alimento suministrado y su calidad, temperatura ambiente, tipo de bebederos, tamaño de la camada y demanda de los cerditos en el consumo de leche (Zdzislaw et al, 1995).

De manera similar a las hembras vacías y gestantes, los trabajos publicados en lactación son escasos y altamente variables. Antes del nacimiento el consumo de agua puede variar de 9-12 L/día, después puede caer a 6 L/día el día del nacimiento y posteriormente incrementarse gradualmente (en un periodo de 4 días) hasta alcanzar consumos promedio de aproximadamente 14 L/día (Zdzislaw et al, 1995). Otros autores reportan rangos durante todo el periodo de lactancia de 8-25 L/día (Fraser et al (1990), y de 14-21 L/día (Zdzislaw et al, 1995) con promedios de 18 y 20 L/día respectivamente. Otros trabajos han publicado requerimientos de agua basados en el tamaño de la camada. En Holanda las recomendaciones sobre el requerimiento de agua son de 15-20, 20-25 y 25-30 L/día en camadas de 5-7, 8-10 y 11-14 lechones por hembra respectivamente. Respecto al flujo de agua es recomendable mantener un nivel de 2 L/minuto como mínimo ya que por debajo de este nivel el consumo de agua por la cerda puede afectarse negativamente lo que puede ser causa de desórdenes urinarios especialmente bacteriuria severa (Madec, 1984).

CALIDAD DEL AGUA

En términos generales la calidad del agua de bebida para cerdos puede medirse de diversas maneras. Desde un punto de vista práctico los componentes del agua en los que debemos de poner particular atención son: la cantidad de coliformes totales, sólidos disueltos totales (SDT, total de materia orgánica disuelta en el agua), pH, dureza (concentración de cationes en el agua principalmente Ca y Mg), sulfatos y nitritos.

El NRC 2012 recomienda niveles <1,000 ppm de SDT en el agua de bebida para cerdos. Niveles de entre 1,000-3,000 ppm pueden inducir diarrea en cerdos recién destetados sobre todo en la primera semana del destete (en periodos más prolongados el cerdo puede adaptarse a estos niveles de SDT). Niveles de 3,000-5,000 ppm pueden causar un rechazo temporal de agua. Niveles de 5,000-7,000 pueden causar problemas en el hato reproductor (principalmente en el aparato urinario). Niveles >7,000 ppm son no recomendables para agua de bebida y puede ocasionar problemas de salud en el hato reproductor y cerdos en crecimiento y/o en estrés calórico.

El pH en el agua de bebida normalmente fluctúa entre 6.5 y 8.5. En cerdos estos valores de pH se pueden considerar aceptables (NRC, 2012). Sin embargo, pH extremos pueden reducir la eficacia en los procesos de desinfección del agua (cloración) o alterar la eficiencia o efectividad de algunos antibióticos mezclados con el agua de bebida (Russell, 1985; NRC, 2012)

Niveles de sulfatos >7000 ppm pueden producir alteraciones digestivas (diarreas) y una reducción en la tasa de crecimiento (NRC 2012).

Volver a: [Producción porcina en general](#)