

# EL EQUILIBRIO HIDROELECTROLÍTICO

Rui Perestrello\*. 2010. PV ALBEITAR 52/2010

\*Escuela Universitaria Vasco de Gama,

Castelo Viegas-Coimbra, Portugal.

Traducido por Teresa García.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Producción porcina](#)

## INTRODUCCIÓN

El papel que desempeña el agua en las explotaciones intensivas de ganado porcino, tanto cuantitativa como cualitativamente, es fundamental, ya que el agua supone el 52% del peso corporal de un cerdo de 100 kg.

El agua corresponde al 80% del peso corporal de un lechón recién nacido y al 52% de un animal de 100 kg, y representa entre el 34 y el 39% de la ganancia de peso de un cerdo en engorde. El ganado porcino bebe diariamente un 10% de su peso corporal, es decir, alrededor de diez veces más que el hombre y de forma adecuada para la dosificación de la creatinina en la orina matinal. Además, en el caso de las cerdas, el flujo de los bebederos debe ser de 1 litro/20 segundos.

En 1857, Claude Bernard definió el medio interior como los líquidos del organismo (agua y electrolitos, cloro, sodio, potasio) en los que se bañan las células, y cuya estabilidad es una de las condiciones indispensables de la vida (Heim, 1967), es decir, la homeostasis (Cannon, 1968).

Consumo de agua y alimento compuesto. Es indispensable controlar la calidad del agua y su distribución.			
Edad	Peso medio en kg	Consumo diario de alimento (seco) en kg	Consumo diario de agua en litros
<b>Lechones y cerdos</b>			
3 semanas	6	0,200	0,6
7 semanas	14-15	0,750	1,3-1,5
14 semanas	45-50	1,9-2	4,4-4,6
<b>Cerdas</b>			
Gestantes		2,5-3	15-20
Lactantes		5-8	20-35

## EL AGUA Y LOS ELECTROLITOS

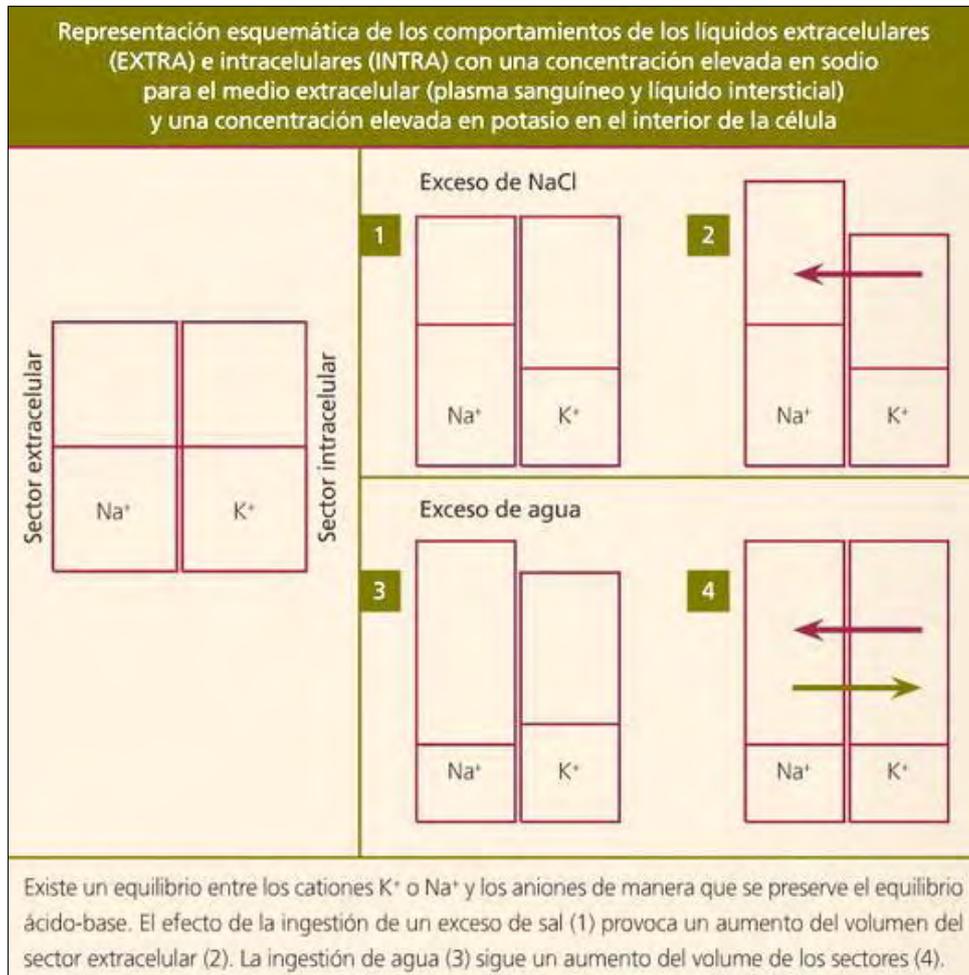
El agua representa el 91,6% del embrión de un cerdo de un peso de 6,5 g, el 88,7% de uno de peso de 725 g y el 66,3% de un animal de 10 kg (Wilkerson y Gortner, 1932), y es constante en todos los tejidos, bajo la forma de agua libre y agua combinada.

Incluso en el caso de inanición, los animales pueden sobrevivir si se les ofrece agua, aun después de perder toda la grasa de reserva y la mitad de las proteínas (40% del peso vivo). Sin embargo, cuando se administra una dieta deshidratada, pero no se ofrece agua durante 2-3 días, la pérdida de un 20% de peso vivo puede ser fatal.

La concentración de los electrolitos se mide en gramos o miligramos por litro, en miliequivalentes (mEq) si se quiere determinar el equilibrio entre aniones —cloro (Cl<sup>-</sup>):1 mEq=35,5 mg— y cationes —sodio (Na<sup>+</sup>):1 mEq=23 mg; potasio (K<sup>+</sup>): 1 mEq=39 mg— o en milimoles (mOsm) para expresar la presión osmótica ejercida (una solución de 58,5 mg/l de NaCl o una de 74,5 mg/l de KCl tienen la misma presión osmótica igual a una milésima).

La cantidad de agua eliminada por la orina y por las heces es igual a la ingerida y a la que resulta del metabolismo.

1. El compartimento intracelular: representa del 40 al 50% del peso corporal y contiene un 60% de la totalidad del agua del organismo y 150 mEq/l de potasio.
2. El compartimento extracelular: representa del 20 al 30% del peso corporal y contiene el 40% del agua total, así como 143 mEq/l de sodio y 103 mEq/l de cloro. Hay que tener en cuenta la subdivisión del sector extracelular en sector plasmático y sector intersticial, así como los líquidos contenidos en los vasos sanguíneos o linfáticos (Lalone, 1990).



## LA HOMEOSTASIA

La homeostasia resulta de todos los mecanismos de regulación que aseguran el equilibrio hídrico, es decir, el grado de hidratación del organismo (Quinton, 1979) y el equilibrio electrolítico (Mac Kay, 1979), que concierne al sector extracelular, lo que engloba a la sangre rica en cloruro de sodio ( $NaCl$ ) y una concentración elevada de potasio en el interior de las células (Williams, 2002).

El abastecimiento de agua y de electrolitos se efectúa a través de la alimentación. Las pérdidas se producen por diversas vías, la más importante es la renal, en la que la variabilidad del poder de concentración de la orina se traduce en una retención mayor o menor de agua.

La osmolaridad de la orina del ganado porcino (alrededor de 1.075 mOsm) es relativamente más baja que la del hombre (1.400-1.480), la del perro (2.000-2.600) o la de los animales que viven en el desierto (3.000-6.000) (Schmidt-Nielsen e O'Dell, 1961).

Las pérdidas de agua por vía cutánea y por vía pulmonar son variables, y constituyen el factor principal de la regulación de la temperatura corporal, por encima del agua necesaria para "humidificar" el aire que entra en los pulmones, así como la que se difunde a través de la piel (transpiración insensible). El ganado porcino no presenta sudoración, por lo que tiene que realizar taquipnea para bajar la temperatura corporal.

Una cierta cantidad de agua y de electrolitos se elimina con las heces. En los lechones destetados (Hamilton y Roe, 1977), alimentados con una ración comercial (un 23% de proteína, un 2,5% de materia grasa y un 6% de fibra) diluida en un tercio de agua (274 mOsm de osmolaridad, 42 mEq/l de  $Na^+$ , 35 mEq/l de  $K^+$  y 35 mEq/l de  $Cl^-$ ), la osmolaridad de las heces (399 mOsm) es superior a la de la media de la sangre (312 mOsm).

Para los electrolitos, la concentración del  $Na^+$  (23 mEq/l) es inferior a la del alimento y a la de la sangre (147 mEq/l). Ocurre lo mismo en el caso del  $Cl^-$  (cuya concentración en las heces es de 13 mEq/l, de 35 mEq/l en el alimento y 100 mEq/l en la sangre). En el caso del  $K^+$ , su concentración en heces es de 98 mEq/l, un valor más elevado que el del alimento y, sobre todo, que el de la sangre (5 mEq/l).

Estos datos demuestran que la cantidad de agua eliminada por la orina y por las heces es igual a la ingerida y a la que resulta del metabolismo. Ocurre lo mismo con los electrolitos  $Cl^-$ ,  $Na^+$  y  $K^+$ , cuyo exceso es eliminado a través del riñón y las heces, que se reparten de forma diferente en el interior ( $K^+$ ) y en el exterior ( $Na^+$ ) de la célula, con un incremento del equilibrio entre los aniones y los cationes en el interior de cada uno de los sectores del organismo (equilibrio ácido-base). Intervienen numerosos mecanismos cuando se produce un exceso de agua

(Lawrence, 1972), de NaCl (Clemens y col., 1975) o en el caso de pérdidas de agua y de electrolitos en el animal diarreico (Alexander, 1962).

## **APLICACIONES PRÁCTICAS**

El intercambio de nutrientes y de desechos entre la sangre y los tejidos se realiza por una extensión de los capilares que equivale aproximadamente a 700 m<sup>2</sup> en un animal de 82 kg. Estos intercambios requieren la presencia de agua, así como de un medio noble en el que las células vivan y realicen sus funciones. La presencia de agua en los diferentes compartimentos del organismo, depende de la presencia de una proporción adecuada de diversos electrolitos. El conocimiento adecuado de los nutrientes extracelulares e intracelulares confieren al veterinario la base de intervención para actuar en las diversas situaciones clínicas de gran interés en las explotaciones porcinas. Las diarreas víricas, las diarreas bacterianas, el calor (estrés térmico o síndrome del verano) o las alteraciones del comportamiento por déficit de oligoelementos constituyen una serie de cuadros clínicos complejos, pero que se encuentran al alcance del clínico. Otras situaciones menos comunes son la hidratación adecuada antes de una intervención, con acupuntura (con agujas o parches), o cualquier otro método alternativo. El ganado porcino carece de glándulas sudoríparas, por lo que su forma de combatir el calor en verano pasa por una oferta de agua abundante y por sistemas auxiliares de enfriamiento, como la micronebulización. Esta área de conocimiento veterinario es muy importante en los lechones jóvenes, en los que el equilibrio electrolítico es fundamental para su supervivencia, a través de una abundante producción de calostro y de leche, y de una adecuada vigilancia de las maternidades. La vigilancia de las cistitis y nefritis ascendentes de las cerdas preñadas debe ser encuadrada en este tipo de abordaje.

## **MECANISMOS DE REGULACIÓN**

El equilibrio hidroelectrolítico extra e intracelular se modifica por la ingestión de sal. La presión osmótica de la sangre y del medio intersticial aumenta fuertemente (figura), lo que provoca un paso de agua de las células al exterior y, por tanto, un aumento del volumen del sector extracelular. La secreción renal se modifica, especialmente la concentración de Na<sup>+</sup> en la orina que aumenta, e interviene la sed para restablecer la presión osmótica de los líquidos orgánicos con la ingestión de agua.

El agua ingerida y absorbida, y su paso a la sangre, determina un ligero aumento del volumen plasmático, con la correspondiente disminución de la presión osmótica. El consecuente paso del agua al interior de las células, sin que se produzca el paso inverso de electrolitos (porque el potasio intracelular se mantiene), está en el origen de un aumento del volumen de los compartimentos líquidos del organismo.

Un cerdo de 100 kg de peso es capaz de neutralizar la ingestión de 2 litros de agua, ya que esa agua no se suma a los 34 litros de plasma (sector plasmático), sino que se diluye en los 45-50 litros del sector extracelular. El segundo mecanismo de regulación del exceso de agua es el aumento de la excreción renal: el volumen de la orina aumenta bastante (poliuria) hasta que el retorno del equilibrio está asegurado.

Para completar el esquema de los mecanismos físico-químicos que intervienen en la regulación del tránsito de agua y de electrolitos, veremos qué ocurre en el caso de privación de agua. El organismo continúa eliminando agua por la orina, por el aire expirado y por la piel (cerca del 5% de agua total del organismo al día), por lo que la oferta debe compensar las pérdidas naturales, que deben ser multiplicadas por tres o por cuatro en caso de que el animal esté luchando contra el calor y, sobre todo, en caso de que sufra una diarrea.

La falta de agua reduce el volumen del sector extracelular, lo que provoca una concentración más elevada de NaCl, la salida de agua intracelular y el paso de los iones K<sup>+</sup> intracelulares al líquido intersticial, señal de una lesión grave de la célula, lo que acelera la deshidratación. El sodio y el potasio son eliminados por el riñón siempre que el volumen de la orina lo permita.

## **DESHIDRATACIÓN**

El estado de deshidratación con perturbaciones de la función renal, accidental o patológica, requiere la administración simultánea de agua y de sales (sodio y potasio). El papel del riñón, que en el adulto consigue concentrar los electrolitos y ahorrar la eliminación de agua, es fundamental.

En el recién nacido (Casartelli y Brugger, 1992), en el caso de falta de agua, exceso de calor o presencia de diarrea, lo que provoca la gravedad y la rápida evolución del estado de deshidratación es que el riñón no ha alcanzado su funcionalidad integral, especialmente la capacidad de concentrar la orina.

La privación de sal (NaCl) ocurre raramente y la sudoración, a través de la cual se eliminan el agua y las sales, es muy limitada en los cerdos, que eliminan más agua por vía pulmonar. Esto resulta en una disminución de la presión osmótica (hipotonía) extracelular con una tendencia en la retención de urea de los compuestos orgánicos azotados, lo que explica la elevación de la uremia y de la azotemia.

El conjunto de estas variaciones es función del volumen del sector plasmático estimado en un 5% del peso corporal en lechones (Talbot y Swenson, 1970). En el ganado porcino de 50 a 60 kg, no es más del 3-4%

(Steinhardt y col., 1972) y, por tanto, está relativamente afectado por la oferta excedentaria de agua (Biesek y col., 2005).

#### BIBLIOGRAFÍA

1. ALEXANDER F., 1962. - The concentration of certain electrolytes in the digestive tract of the horse and pig. Res. Vet. Sci., 3, 7884.
2. BIESEK, S.; ALVES, A.L.; GUERRA, I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. Barueri/SP: Manole, 2005.
3. CANNON W.D., 1968- The way of an investigator. Hafner, New York, U.S.A.
4. CLEMENS E.T., STEVENS C.E., SOUTHWORTH M., 1975. - Sites of organic acid production and pattern of digesta movement in the gastrointestinal tract of swine. J. NuIr., 105, 759-768.
5. CASARTELLI, C.; BRUGGER, E. - Distúrbios Hidroeletrólíticos. In Piva,J.P.; Carvalho,P. ; Garcia,P.C.; Terapia Intensiva em Pediatria, 3a. edição. Medsi Editora Médica e Científica Ltda. Rio de Janeiro, 1992.
6. CZERLINSKI, GH; YPMA, TJ, (2008a). Single molecule action in cancer cells, J. Bionanoscience 2: 9–18.
7. CZERLINSKI, GH; YPMA, TJ, (2008b). Dimensional effects on single molecule kinetics in submicron vacuoles, J. Bionanoscience 2: 19–28.
8. HAMILTON D.L., ROE W.E., 1977. - Electrolyte levels and net fluid and electrolyte movements in the gastrointestinal tract of weanling swine. Can. J. Comp. Med., 41, 241-250.
9. HEIM R., 1967. - Les concepts de Claude Bernard Sur le milieu intérieur. Masson, Paris.
10. LALONE,W. – Biochemistry and Physiology of Blood and Body Fluids. In: A Review Course for the Written Exam in Perfusion Technology. Extracorporeal Technologies, Inc. Indianapolis,1990.
11. LAWRENCE T.L.J., 1972. - A review of some effects on health and performance of variations in the physical form of the diet of the growing pig. 11. Fibrous constituents and water level. Vet. Rec., 91, 84-88.
12. MAC KAY W.C., 1979. - Electrolytes. In: M. Rechcigl, Comparative animal nutrition, Vol. 3, 80-89, S. Karger, Basel, Suisse.
13. QUINTON H.M., 1979. - Comparative water metabolism in animals: from protozoa to man. In : M. Rechcigl, Comparative animal nutrition, vol. 3, 100-231, S. Karger, Basel, Suisse.
14. SCHMIDT-NIELSEN B., O'DELL R., 1961. - Structure and concentrating in the mammalian kidney. Am. J. Physiol., 200, 1119-1124.
15. TALBOT R.B., SWENSON MJ., 1970. - Blood volume of pigs from birth through 6 weeks of age. Am. J. Physiol., 218, 1141-1144.
16. WILKERSON V.A., GORTNER R.A. 1932. - A biochemical study of the embryonic growth of the pig with special reference to nitrogenous compounds. Am. J. Physiol., 102, 153-166.
17. WILLIAMS, H. M. Nutrição para a saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo. Baruei/ SP: Manole, 2002.

Volver a: [Producción porcina](#)