

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLA, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
ECAPMA

Nombre del Curso:
334001-Sistema Metabólico Nutricional

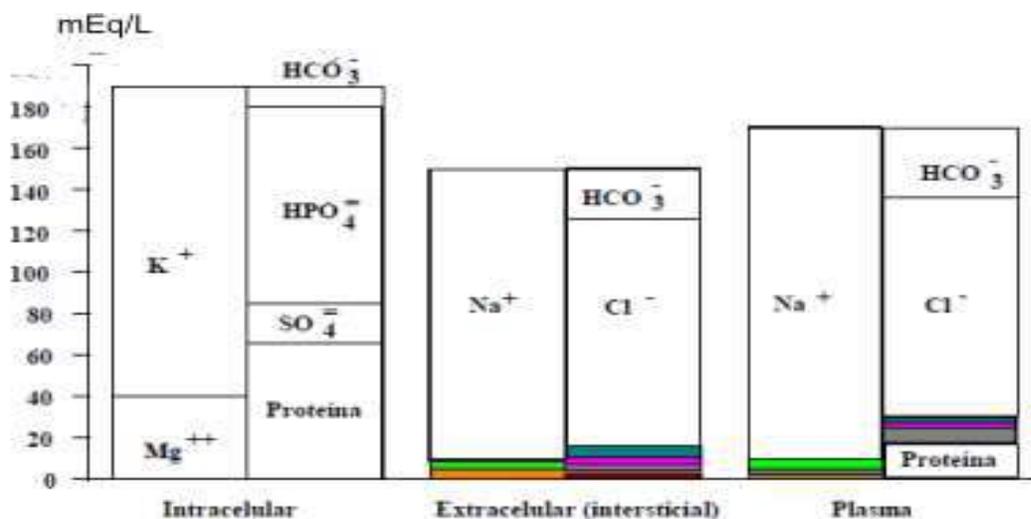
Tema: Metabolismo ácido-base en los animales

JAIRO ENRIQUE GRANADOS MORENO.,MSc
(Director Nacional)

2014

Metabolismo ácido base en animales.

El equilibrio ácido-base del organismo animal está localizado en los compartimentos líquidos. El agua representa aproximadamente el 60% del peso vivo de un animal adulto y se distribuye en el líquido intracelular (alrededor del 60% del agua total) y el líquido intersticial, con un 7 a 8% del agua total formando el agua plasmática (Meschy F.,2000)



Gráfica 1. Composición química de los fluidos corporales (Tomado de Meschy., 2000)

La gráfica 1, muestra la importancia del potasio, sodio, cloro y bicarbonato que tienen un papel esencial en el mantenimiento del equilibrio iónico y por ende del metabolismo ácido-base, ya que el proceso bioquímico de su regulación pasa por los sistemas tampón o de intercambio iónico. Por lo tanto, la ingestión de agua o de electrolitos desplaza este equilibrio y puede traducirse en cambios temporales del tamaño de los compartimentos líquidos. La relación que existe entre electrolitos y equilibrio ácido-base se basa en los mecanismos de absorción digestiva y los intercambios iónicos entre los compartimentos digestivos y sanguíneos. La absorción de cationes se hace “en contra” de los iones H⁺ y tiene, por tanto, un efecto alcalinizante a nivel sanguíneo, mientras que la absorción de aniones tiene un efecto inverso debido a la salida de iones bicarbonato de célula sanguínea. El mantenimiento del equilibrio ácido-base dentro de los valores fisiológicos pone en juego un sistema principalmente localizado a nivel sanguíneo (poder tampón de los hematíes y del plasma) y renal. La hipótesis clásica de compensación de la acidosis metabólica (Pitts, 1948) considera que el pH plasmático y la concentración en bicarbonato sanguíneo se mantienen en los valores normales por dos vías complementarias a nivel renal:

Reabsorción del bicarbonato en el tubo proximal del riñón ; en situación de acidosis la casi totalidad del bicarbonato filtrado a nivel glomerular es rápidamente reabsorbido;

- Salida de protones por acidificación intensa en el tubo distal .

Esta acidificación puede hacerse por dos vías: la del fosfato, generalmente admitida, y la del catabolismo de la glutamina, hoy en día cuestionada (Atkinson y Bourke, 1995), que no conduciría a la producción de amoníaco sino directamente ión amonio, sin acción sobre el equilibrio ácido-base en esa zona de pH. Igualmente, es preciso tener en cuenta la importante producción iónica derivada del metabolismo de los aminoácidos o la utilización del bicarbonato en la ureogénesis. El pH de la orina es ciertamente un indicador fiable (Patience, 1990) y sobre todo de más fácil determinación que el pH sanguíneo o la concentración de bicarbonatos en plasma.

Balance electrolítico dietario (BED)

Un electrólito es una substancia que cuando se disuelve en agua produce una solución de átomos disueltos o iones con cargas eléctricas. Por ejemplo NaCl se disocia en solución y se vuelve a Na^{+1} y Cl^{-1} y cuando KHCO_3 se disocia en solución se convierte en K^{+} y HCO_3^{-1} . Las dietas de animales no tienen ninguna carga eléctrica neta, por eso, todos los aniones con carga eléctrica negativa están balanceados con los cationes de carga positiva. De la misma manera, en todos los fluidos biológicos la suma de la carga positiva tiene que ser igual a la suma de la carga negativa. Los electrólitos pueden tener diferentes efectos sobre el metabolismo y la fisiología y por eso pueden afectar al equilibrio eléctrico y consecuentemente al equilibrio ácido-base y al desempeño del animal. Enfermedades tales como enteritis resultan en una pérdida de electrólitos, en consecuencia, se tienen que tomar medidas, como la suplementación de electrólitos, para compensar los perdidos. El equilibrio de electrólitos es la diferencia entre la concentración total de aniones y cationes dietéticos, así, los elementos minerales en la dieta que tienen una carga eléctrica negativa se consideran elementos que forman ácidos y recíprocamente los elementos que forman bases tienen una carga positiva .

La idea de manipular las concentraciones iónicas de la ración a fin de evitar las consecuencias patológicas de la acidosis (o de la alcalosis) es bastante antigua y encontró en los años 70 un primer campo de aplicación en avicultura. En rumiantes, la primera aproximación ha sido para la prevención de la fiebre de la leche; más recientemente han aparecido un cierto número de trabajos relacionados con la especie porcina. La base es

bastante simple: los aniones, a excepción del fosfato y del bicarbonato, son acidógenos y los cationes son alcalógenos. Según el esquema de Monguin(1981), el comportamiento de los electrolitos y equilibrio ácido-base es:

$(\text{An-Cat})_{\text{in}}$ = acidez ingerida, donde: An: aniones y Cat: cationes

$(\text{An-Cat})_{\text{or}}$ = acidez excretada

A_{Endo} = acidez endógena

En estado de equilibrio :

$$(\text{An-Cat})_{\text{in}} + A_{\text{Endo}} - (\text{An-Cat})_{\text{or}} = 0$$

Sobre esta base, se han propuesto varias ecuaciones, para monogástricos, se

mantiene generalmente el Balance Electrolítico (BED) expresado en mEq/kg de MS (ó por 100 g) de alimento.

Esto se puede representar de la siguiente forma:

$$\text{BED} = \text{meq} (\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-) / \text{Kg dieta}$$

También:

$$\text{BED} = (\text{Na}/23 + \text{K}/39 - \text{Cl}/35,5) \times 1000$$

Con todo rigor, sería preciso probablemente tener en cuenta otros aniones y cationes con la condición de que no sean metabolizados, es decir iones exclusivamente destinados a la homeostasis ácido-base, y debería ser tomada en cuenta su eficacia de absorción digestiva. Así, otras ecuaciones para rumiantes (Horst et al., 1997) y porcinos han sido propuestas (Patience y Wolynetz, 1990), sin que por el momento supongan una mejora sensible

Aplicaciones del balance electrolítico (BED) en animales.

Los primeros estudios sobre los efectos del equilibrio electrolítico de la ración sobre los rendimientos fueron realizados con aves en los años 70. Sauveur y Mongin (1978) encontraron una respuesta curvilínea de la velocidad de crecimiento cuando el BED aumentaba, siendo el crecimiento máximo para un BED de alrededor de 250 mEq/kg. Estos mismos autores también demostraron la existencia de una relación estrecha entre la acidosis metabólica, caracterizada por un bajo contenido del anión bicarbonato: HCO_3^- en el plasma, y la mayor frecuencia de discondroplasia tibial. Después de una docena de años, estudios similares han sido realizados con la especie porcina. El destete se ve de un cambio brutal de la naturaleza y del modo de presentación del alimento consumido por los lechones, los cuales necesitan una rápida adaptación de su función digestiva. En particular, la acidificación del alimento en el estómago debe ser suficiente para controlar el desarrollo de la flora bacteriana (*E. Coli*) y permitir una actividad óptima de las enzimas digestivas. En el destete, esta acidificación es difícil debido a la que la actividad secretora es pequeña y a que el poder tampón de los alimentos (resistencia a la acidificación) es mucho más importante que el de la leche (Bolduan et al., 1988). El poder tampón de los alimentos, definido como la cantidad de HCl necesaria para bajar el pH a 3 (Boltshauser et al., 1993) ó 4 (Bolduan et al., 1988) y depende principalmente de su contenido en proteínas y minerales. Paralelamente, también depende del balance electrolítico de la dieta. Un poder tampón pequeño del alimento corresponde a un valor bajo de BED. En la práctica, se recomienda utilizar durante este período (0-2 semanas postdestete) alimentos que presenten un bajo poder tampón (Bolduan *et al.*, 1988). Si bien el efecto sobre el pH estomacal no ha sido claramente demostrado, la utilización de ácidos orgánicos ha resultado ser interesante durante este período, sobre todo cuando la dieta no contiene productos lácteos (Easter, 1988 ; Giesting *et al.*, 1991). Sin embargo, es preciso destacar que estas dietas con bajo poder tampón son igualmente acidógenas a nivel metabólico, lo que podría tener una incidencia negativa sobre los rendimientos.

Algunos trabajos han estudiado las posibles interacciones entre la adición de ácidos orgánicos y de bicarbonato sódico (Krause et al., 1994, Giesting *et al.*, 1991). En dichos trabajos, los rendimientos óptimos generalmente se obtienen cuando la adición de ácidos orgánicos está asociada a la incorporación de bicarbonato de sodio

