



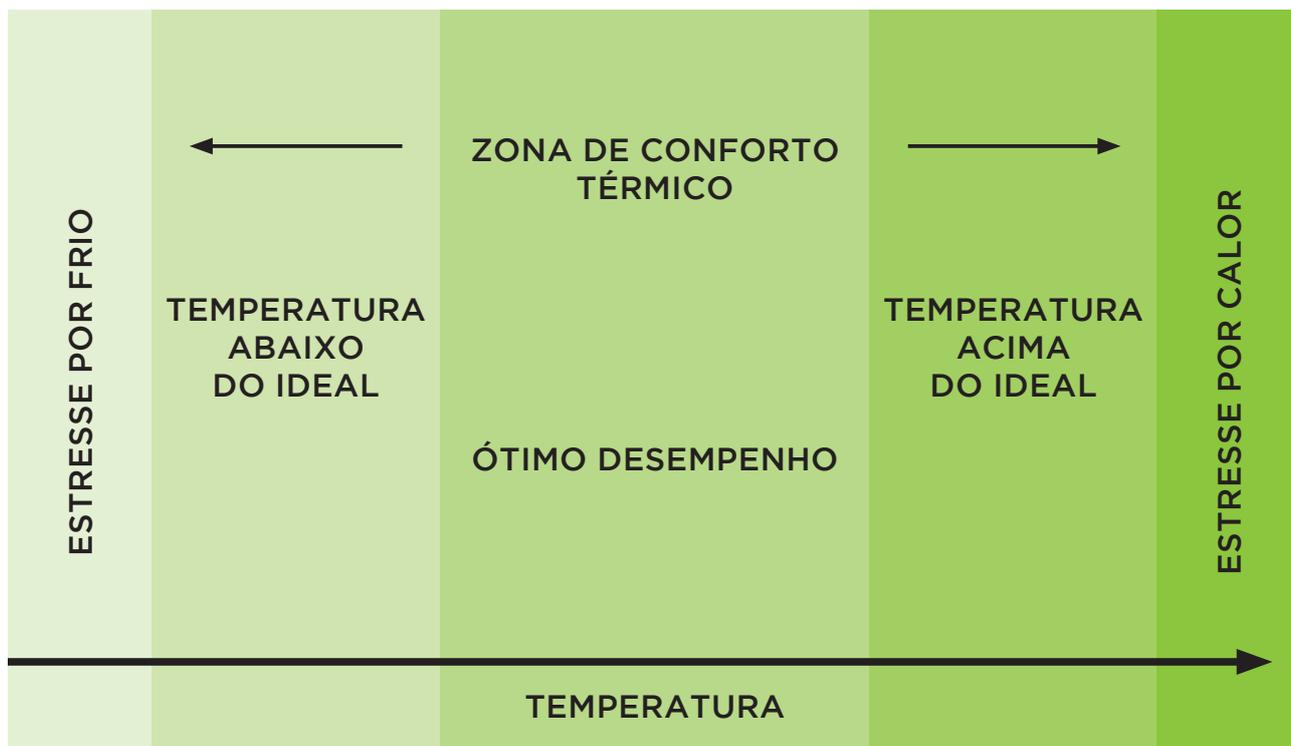
## **EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO EM AVES - IMPORTÂNCIA E ESTRATÉGIAS PARA MANUTENÇÃO**

POR **DRA. JAQUELINE DE PAULA GOBI**  
GERENTE DE NUTRIÇÃO E FORMULAÇÃO

### **INTRODUÇÃO**

A avicultura é um dos segmentos mais importantes para o nosso país, tendo em vista sua contribuição significativa para o PIB brasileiro (ABPA, 2018). Embora tradicional, a criação dessas aves representa um desafio, considerando as condições climáticas —

majoritariamente tropicais — nas quais estamos ambientados, bem como a constante necessidade de alcançar índices produtivos cada vez mais altos. Assim, compreender a fisiologia desses animais é essencial para a adoção de estratégias eficientes, que proporcionem conforto térmico e maximização de resultados zootécnicos.



**Figura 1.** Representação esquemática das zonas de conforto térmico de animais homeotérmicos. Adaptado de: Baccari Jr., (1998).

As aves, assim como os mamíferos, são animais homeotérmicos, ou seja, têm capacidade de manter suas temperaturas corporais internas a níveis relativamente constantes, produzindo ou perdendo calor para o meio, o que lhes confere a vantagem evolutiva de não ter o metabolismo afetado por oscilações climáticas externas. Essa capacidade, entretanto, é limitada dentro de determinada faixa, denominada zona de conforto térmico (Figura 1), a qual, no caso das aves, é reduzida ao longo do período de crescimento, estabilizando na fase adulta. Assim, para um pintainho — que devido as suas características fisiológicas e conformação corporal não consegue reter eficientemente o calor —, a zona de conforto térmico oscila entre 33-35 °C, enquanto para um animal adulto da mesma espécie, essa mesma faixa é reduzida para 21-23 °C (MACARI; FURLAN, GONZALES; 2002). Fora desse intervalo — iremos falar aqui especificamente de zonas acima do conforto térmico — o animal sofrerá estresse por calor, alterando seu equilíbrio ácido-básico devido a ocorrência de distúrbios, como a alcalose respiratória e o desequilíbrio eletrolítico. Nesse texto, iremos abordar as bases fisiológicas por trás desses termos, bem como indicar estratégias eficientes, com foco em nutrição, no controle/minimização desses distúrbios.



## EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO

O ideal funcionamento das células e, conseqüentemente, do organismo, é influenciado pela concentração de hidrogênio no sangue. A unidade de medida desse íon ( $H^+$ ) é denominada potencial de hidrogênio (pH), o qual é definido como uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma determinada solução. Essa escala varia de 0 a 14, na qual: 7 representa o valor neutro; 0, a acidez máxima; e, 14, a alcalinidade máxima. Assim, as substâncias são consideradas ácidas quando o pH está entre 0 e 6 e alcalinas entre 8 e 14.

Como dito anteriormente, a fórmula que determina o pH de uma solução está na base  $-\log_{10}[H^+]$ . Assim, pequenas mudanças nessa escala representam significativas alterações na concentração de  $H^+$ . O pH das aves é levemente alcalino, e a literatura sobre o assunto assume

valores de pH para aves que variam entre 7,2 a 7,57 (CALDER; SCHIMIDT-NIELSEN, 1968; BORGES, 2001). Para manter esses níveis constantes ao mesmo tempo que produz e excreta ácidos, o organismo se utiliza de mecanismos químicos (sistemas tampões) e, fisiológicos (controle do sistema respiratório e renal).

Um sistema tampão ácido-base pode ser definido como a combinação entre duas ou mais substâncias que cede ou capta íons  $H^+$ , buscando evitar flutuações acentuadas no pH, cedendo ou captando íons. O principal sistema tamponante do pH sanguíneo é o tampão  $HCO_3^-/H_2CO_3$ . Ambas substâncias existem, em condições normais, em uma relação constante e são facilmente reguladas respiração (eliminação do  $CO_2$ ) e renal (eliminação do  $HCO_3^-$ ). Devido ao equilíbrio químico entre  $HCO_3^-$  (ácido fraco) e  $H_2CO_3$  (base conjugada), esse sistema é eficiente e tem ação imediata ao neutralizar o excesso de ácidos ou bases, mantendo

**Figura 2.** Alta densidade observada em criação de frangos de corte (2A), o que pode, associado a outros fatores, causar estresse térmico nos animais, caracterizado por comportamento como respiração ofegante (2B).



do o pH em níveis constantes, de acordo com a reação:  $H_2CO_3/H^+ + HCO_3^-$  (ROOTH, 1969).

**O mecanismo de regulação do equilíbrio ácido-base é efetivo em condições normais. Quando o animal passa por situações adversas esse sistema não é suficiente para o controle, acarretando em um desequilíbrio ácido básico.**

Quando um ácido é adicionado ao sangue, o bicarbonato instantaneamente reage com ele, produzindo um sal ( $NaHCO_3$ ). Essa reação diminui a quantidade de bases e, dessa forma, altera relação  $HCO_3^-/H_2CO_3$ . O  $HCO_3^-$  então se dissocia em  $CO_2$  (eliminada pelos pulmões) e  $H_2O$ , recompondo a relação. De forma semelhante, quando uma base é

adicionada ao sangue, o  $HCO_3^-$  reage prontamente, produzindo  $HCO_3^-$  e  $H_2O$ , o que diminui a quantidade de ácidos. Nesse caso, para preservar a relação do sistema-tampão, os rins aumentam a eliminação de  $HCO_3^-$  (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

O mecanismo de regulação do equilíbrio ácido-base é efetivo em condições normais. Quando o animal passa por situações adversas (Figura 2), sendo expostos a ambientes com altas temperaturas — ressaltando que as aves e, em especial o frango de corte são bem sensíveis ao calor — esse sistema não é suficiente para o controle, acarretando em um desequilíbrio ácido básico.

### **IMPACTOS NEGATIVOS DECORRENTES DO DESEQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO**

Por se tratar de fator essencial para manutenção da homeostase, manter os níveis de pH dentro de uma faixa dita normal é indispensável para propiciar um bom desempenho das aves. Quando isso não ocorre



re, e há uma mudança na combinação específica de íons necessários para o funcionamento eficiente do organismo, alterações podem ser observadas, como: distúrbios na permeabilidade de membranas celulares, barreira seletiva que delimita a célula e, portanto, a protege; alterações na forma molecular de proteína e atividades de enzimas; redução na atividade da anidrase carbônica, enzima responsável pela formação de íons bicarbonato a partir de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , dentre outros.

Assim, alterações que afetam negativamente o desempenho das aves podem ser observadas. Isso pois as mudanças na concentração do íon  $\text{H}^+$  refletem na redução do cálcio iônico (utilizado na formação do ovo, armazenado nos ossos ou excretado), aumentando a incidência de discondroplasia tibial (HALEY et al., 1987) e em problemas na qualidade de casca de ovos (MAKLED & CHARLES, 1987). Além disso, a menor formação de íons bicarbonato – devido a menor atividade da anidrase carbônica – diminui a disponibilidade do carbonato de cálcio, neces-

sária para compor a casca do ovo.

Tendo em vista a importância da manutenção do pH a níveis constantes para a homeostase (CUNNINGHAM; KLEIN, 2004) e, conseqüentemente, para o melhor desempenho dos animais, falaremos agora sobre os mecanismos utilizados pelas aves na tentativa de manterem sua temperatura corporal quando expostas a situações de estresse por calor e como eles podem afetar negativamente esse sistema tampão, causando um desequilíbrio ácido básico.

**As mudanças na concentração do íon  $\text{H}^+$  refletem na redução do cálcio iônico, aumentando a incidência de discondroplasia tibial e em problemas na qualidade de casca de ovos.**

## Qual o custo do desequilíbrio ácido-básico?



- Deprime o apetite
- Reduz a taxa de conversão alimentar
- Diminui a qualidade da gema e casca do ovo
- Diminui a resistência a doenças



- Aumenta mortalidade
- Reduz a produtividade
- Aumenta os investimentos em ambiência



- Reduz a sustentabilidade da produção, devido a menor conversão alimentar e menor produtividade de ovos ou pintainhos, no caso das reprodutoras

## MANUTENÇÃO DA TEMPERATURA CORPÓREA EM AVES

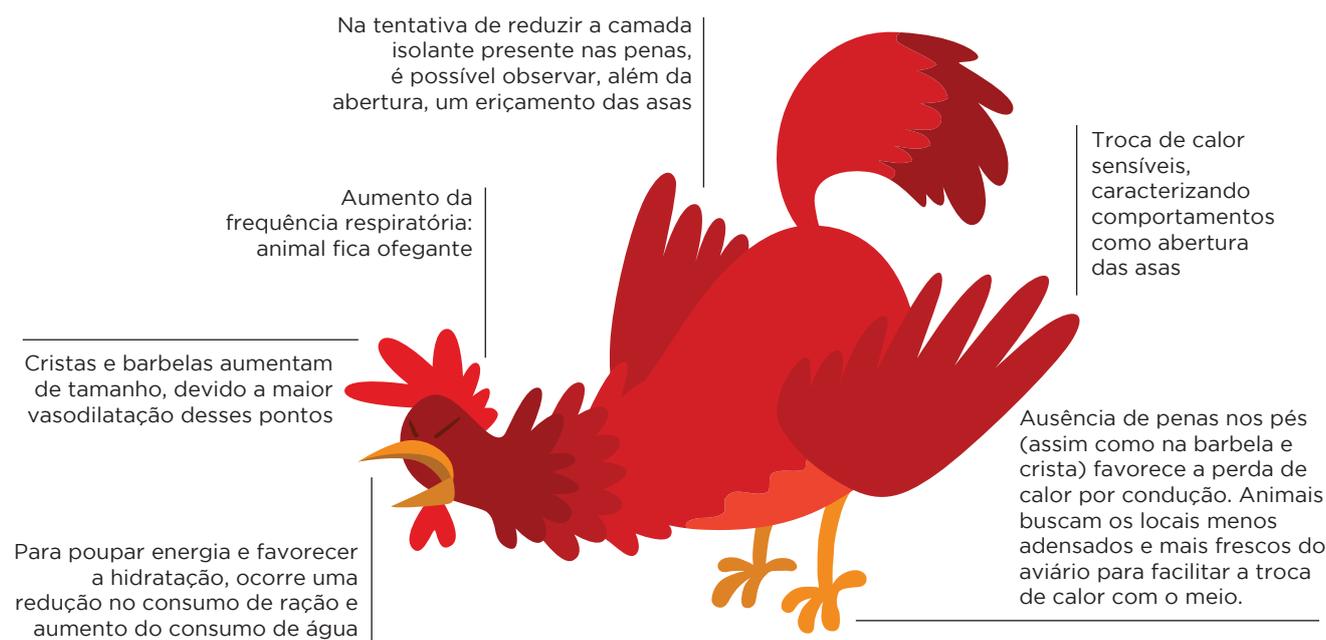
A temperatura interna das aves varia de acordo com a idade, sexo, genética, dentre outras características. Entretanto, podemos considerar que uma ave apresenta uma temperatura interna em torno de 41°. Sendo um animal homeotérmico, as aves mantêm essa temperatura a níveis mais ou menos constantes, aumentando a liberação de calor quando a temperatura externa aumenta e, de forma equivalente, reduzindo a liberação de calor em caso contrário. Quando a temperatura externa aumenta ou diminui acima dos níveis ditos termoneutros, os processos metabólicos têm que mudar para manter a homeostase, e diz-se então que o animal está em estado de estresse (CUNNINGHAM; KLEIN, 2004).

Ao contrário de muitos animais, as aves não possuem glândulas sudoríparas, dificultando a troca de calor com o ambiente. Ademais, a tolerância ao calor não foi algo explorado nos programas de melhoramento genético (DUANGJINDA et al., 2017). Para dissipar o calor, as aves utilizam mecanismos de trocas sensíveis, ou seja, que dependem do diferencial de temperatura entre superfície corporal e ambiente e o mecanismo físico de termólise, através da ofegação. Assim, quando o animal se encontra em estado de estresse por calor, apresenta comportamentos como: abertura das asas, tentativa de distanciamento dos demais animais e aumento da frequência respiratória, além de aumentarem o consumo de água (Figura 3),

os quais, em somatório, estressam as aves.

O aumento da frequência respiratória é responsável por 80% da perda de calor acima de 30°C. Dessa forma, pode ser considerado um mecanismo eficiente em dissipar o calor, mas que, entretanto, acarreta em uma série de distúrbios que podem gerar uma condição de alcalose respiratória no animal. A hiperventilação produz uma maior dissipação do dióxido de carbono, gerando uma descompensação uma vez que a há um excesso de gás carbônico sendo excretado, maior do que a produção endógena. A redução parcial de CO<sub>2</sub> tem, como consequência imediata, a redução de ácido carbônico e dos íons H<sup>+</sup> (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002), aumentando pH sanguíneo. Além disso, outra característica importante refere-se ao alto gasto de energia para dissipar o calor, perdendo, dessa forma, parte da energia ingerida que deveria ser utilizada para maximizar a produção na manutenção da temperatura corporal (MC DOWELL, 1974).

Associado as alterações na frequência respiratória e na utilização da energia, outro ponto importante com relação as estratégias de dissipar o calor refere-se ao maior consumo de água em aves submetidas a condições de alta temperatura. Quando a ave se encontra na zona de termoneutralidade, pode-se dizer que o consumo de água corresponde ao dobro da quantidade de ração ingerida. Entretanto, em situações de estresse por calor, essa relação pode dobrar ou até quadruplicar (TECH, 2008).



**Figura 3.** Principais mecanismos de dissipação de calor utilizado pelas aves de produção, quando em estresse por calor.

**O aumento da frequência respiratória é responsável por 80% da perda de calor acima de 30°C. Assim, pode ser considerado um mecanismo eficiente em dissipar o calor, mas que, entretanto, acarreta em uma série de distúrbios que podem gerar uma condição de alcalose respiratória no animal.**



## **O ESTRESSE TÉRMICO E O BALANÇO ELETROLÍTICO**

Uma das características de aves estressadas pelo calor é o aumento do consumo de água para compensar a perda de água e aumentar a capacidade de dissipação de calor. Assim, quanto maior a quantidade de urina excretada, maior a perda de eletrólitos, como sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>) e cloro (Cl<sup>-</sup>), elementos que são essenciais na manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais.

O balanço eletrolítico da dieta (dEB), também conhecido como diferença cátion-ânion, é calculado pela subtração entre os íons sódio e potássio e o íon cloro ( $[Na^{+}] + [K^{+}] - [Cl^{-}]$ ). O cálculo, para fins práticos, é realizado dividindo-se a concentração de cada íon na ração (mg/kg), por seu miliequivalente (mEq) (MONGIN, 1981):

$$\text{BE mEq/kg de ração}^1 = \frac{\text{mg/kg de Na da ração}}{22,990} + \frac{\text{mg/kg de K da ração}}{39,102} - \frac{\text{mg/kg de Cl da ração}}{35,453}$$

<sup>1</sup>Denominado também de número de Mongin.

Na prática, o somatório de todas essas respostas das aves submetidas ao estresse por calor pode resultar na redução da taxa de crescimento bem como na baixa qualidade do ovo, refletindo negativamente na produtividade.

## **MANEJOS NUTRICIONAIS PARA MINIMIZAR O EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO**

Como pode-se imaginar, a minimização dos efeitos deletérios do calor é um tema multidisciplinar

(DAYYANI; BAKHTIYARI, 2013) e deve ser realizada em todos os âmbitos do manejo com as aves. Assim, embora não explorado a fundo nesse texto, alterações no ambiente, no manejo alimentar e na densidade das aves são primordiais. No que compete a nutrição, existem alguns ajustes a serem considerados na tentativa de manter o equilíbrio ácido-básico das aves a níveis normais.

Dentre as diversas reações das aves frente ao estresse por calor, uma é a redução do consumo de ração. Fisiologicamente, essa adaptação é benéfica pois, embora acarrete em uma diminuição na ingestão diária de nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento, o organismo produz menos calor. Portanto, uma primeira estratégia nutricional refere-se ao aumento das concentrações de nutrientes (energia, vitaminas etc.) via dieta considerando o menor consumo. Além disso, estratégias como uso de vitamina C, escolha de um adequado anticoccidiano, equilíbrio aminoácídico — uma vez que a proteína contribui mais para a produção de calor metabólico do que carboidratos e gorduras — são essenciais. Entretanto, para maior eficiência de cada uma dessas técnicas, o manejo nutricional chave pode ser considerado como o controle do dEB da dieta.

Dessa forma, para compensar as perdas de eletrólitos, recomenda-se a incorporação, em proporções adequadas, de cátions e ânions na dieta. As recomendações são mutáveis e devem ser ajustadas de acordo com o segmento (corte, postura ou reprodução) região, época do ano, instalações, manejo etc. Para fins didáticos, entretanto, valores entre 150 a 380 mEq têm sido mais comumente considerados.

A despeito da clara importância do dEB na die-

ta, muitos nutricionistas detêm pouca atenção aos níveis dos íons, em especial, sódio, cloro e potássio. Um dos motivos dessa aparente desatenção muitas vezes está relacionado ao fato de que, nas dietas comerciais, os níveis de potássio estão quase sempre em excesso nas rações e o sódio e cloro encontram-se facilmente disponíveis no cloreto de sódio (NaCl), ingrediente este de baixo custo. Entretanto, deve-se ressaltar que o nível utilizado de NaCl (sal comum) na ração muitas vezes não é proporcionalmente ajustado para esses elementos e, por isso, deve ser considerado sua suplementação, sobretudo tratando-se de animais potencialmente expostos ao estresse por calor.

## EQUILIBRIUM TEC

Diante dessa necessidade, a Polinutri possui em seu portfólio um premix com os principais eletrólitos para uso na avicultura (postura, corte e reprodução). Equilibrium Tec apresenta alta eficiência no combate dos efeitos negativos do estresse calórico, aumentando o balanço eletrolítico da dieta associado à manutenção de adequados níveis de sódio, potássio e cloro. Os íons K<sup>+</sup> presentes no produto permitem a reposição do potássio perdido devido à alta excreção via urina. A presença de Na<sup>+</sup> estimula o consumo de água (desde que se tenha disponibilidade de água fresca), auxiliando no processo de reidratação das aves. Por fim, possui um pequeno teor de Cl<sup>-</sup>, importante para manter o equilíbrio entre esses três eletrólitos.

## Equilibrium Tec apresenta alta eficiência no combate dos efeitos negativos do estresse calórico, aumentando o balanço eletrolítico da dieta associado à manutenção de adequados níveis de sódio, potássio e cloro.

A dosagem recomendada varia de 1 a 4kg por tonelada de ração, de acordo com a necessidade das aves. Tem interesse em saber mais sobre a recomendação desse produto, a fim de minimizar os efeitos decorrentes do estresse calórico e preservar os ganhos/ave esperados? Entre em contato com um de nossos nutricionistas para analisarmos seu caso individualmente.

## REFERÊNCIAS

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL.** *Relatório anual 2018*. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.
- BACCARI JR, F.** Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: *Simpósio Brasileiro de Ambiente na Produção de Leite*. Anais. Piracicaba, SP, Brasil: FAPESP, 1998.
- BORGES, S.A.** *Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico*. 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) — Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.
- CALDER, W. A.; SCHMIDT-NIELSEN, K. N. U. T.** Panting and blood carbon dioxide in birds. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, v. 215, n. 2, p. 477-482, 1968.
- CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G.** *Tratado de Fisiologia Veterinária*. (3. ed.). Guanabara: São Paulo, 2004. 596 p.
- DAYYANI, N., BAKHTIYARI, H.** Heat stress in poultry: background and affective factors. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, v. 11, n. 1, p. 1409-1413, 2013.
- DUANGJINDA, M. ET AL.** Hsp70 genotypes and heat tolerance of commercial and native chickens reared in hot and humid conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 19, n. 1, p. 7-18, 2017.
- HALLEY, J. T.; NELSON, T. S.; KIRBY, L. K. ET AL.** Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg, abnormalities and blood base excess in broiler chicks. *Poultry Science*, v. 66, n. 10, p. 1684-1692, 1987.
- MACARI, M. FURLAN, R. L. GONZALES, E.** *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep, 1994.
- MAKLED, M. N.; CHARLES, O. W.** Eggshell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source, and photoperiod. *Poultry science*, v. 66, n. 4, p. 705-712, 1987.
- MCDOWELL, ROBERT E.; JONES, RICHARD G.** *Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales*. Zaragoza: Acribia, 1974. 692 p.
- MONGIN, P.** Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.
- ROOTH, G.** Introduction to Acid-Base and Electrolyte Balance. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, v. 49, n. 5, p. 322, 1970.
- TECH, AVIAGEN GROUP.** *Calidad del agua*. Disponível em: [http://en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/SPRossTe](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/SPRossTe). Acesso em: 15 out. 2019.



**Jaqueline de Paula Gobi**  
Gerente de Nutrição e Formulação