



O USO DE ENERGIA PELO EMBRIÃO DE *Gallus gallus domesticus* DURANTE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO ATÉ A ECLOSÃO

Clayton Barbosa Galvão^{1*}, Julia Valadares Pereira², Thales Meireles de Melo Diniz³, Marcela Eduarda Silva de Carvalho⁴, Henrique Carneiro Lobato⁵, Itallo Conrado Sousa de Araújo⁶.

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil – Contato: claytonbrb@gmail.com

²Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil –

³Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil –

⁴Discente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil –

⁵Discente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil –

⁶Docente do Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil –

INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango tornou-se o segmento de proteína animal que mais cresce mundialmente nos últimos anos, com aumento exponencial em seu consumo^{6,7}. Além disso, 30% do ciclo de vida do frango corresponde ao tempo de incubação, que, por isso, é um período de crucial importância para o sucesso na produção^{4,5,8}. Sendo assim, objetiva-se discutir os conceitos construídos sobre a conversão de nutrientes disponíveis nas estruturas do ovo e da consequente transformação deles em energia disponível para o desenvolvimento do embrião.

MATERIAL

O trabalho foi realizado por meio de pesquisa nos buscadores do Google Acadêmico e PubMed, utilizando o filtro de “maior relevância” e o de “data”, priorizando assim os artigos dos últimos 5 anos. Também foram selecionadas revisões de relevância que se relacionavam diretamente ao tema. As palavras chave para a pesquisa foram: fonte de energia, avicultura, desenvolvimento embrionário, pinto, eclosão, incubação e embrião.

RESUMO DE TEMA

Sabe-se que as evoluções genéticas provocaram intensas modificações nos frangos de corte modernos, fazendo com que os requerimentos nutricionais durante o processo de incubação sejam maiores em relação à linhagens não melhoradas. Uma das mudanças visíveis que ocorre a partir das seleções genéticas é em relação ao aumento do metabolismo embrionário. Este é determinado pelas taxas de biossíntese dos tecidos, que por sua vez dependem das disponibilidades de nutrientes e oxigênio². Durante o desenvolvimento embrionário das aves, a energia necessária para o crescimento e manutenção das funções vitais do embrião é fornecida totalmente pelos nutrientes armazenados no ovo. Esse processo pode ser dividido em várias fases, desde a formação do embrião até a eclosão.

Durante a primeira semana de incubação a glicose é a principal fonte de energia dos embriões. A glicose disponível no albúmen é depositada momentos antes da formação da casca de ovo, ainda no organismo da galinha. O Albúmen, rico em proteínas, também desempenha um papel essencial, particularmente na proteção e na nutrição inicial do embrião.

Em relação as fases do desenvolvimento, no terço inicial de incubação, o embrião consome pouca energia, pois está focado na formação inicial das estruturas básicas (como a cabeça e os vasos sanguíneos). Com o avanço do desenvolvimento, particularmente a partir do quinto dia, a demanda energética aumenta significativamente. A taxa metabólica do embrião cresce à medida que mais células e órgãos se formam, e o embrião começa a se mover dentro do ovo. A partir do quinto dia de desenvolvimento embrionário o saco vitelino do ovo é a principal fonte de lipídios e proteínas, fornecendo a maior parte da energia necessária para o desenvolvimento embrionário. O embrião utiliza a energia do saco vitelino de maneira eficiente para desenvolver tecidos, órgãos e sistemas corporais.

Neste mesmo período o metabolismo e consumo de oxigênio aumentam com o passar dos dias, refletindo a elevação da taxa metabólica. A casca

do ovo, apesar de ser uma barreira, permite a troca de gases por meio dos poros, garantindo que o embrião receba o oxigênio necessário e elimine dióxido de carbono. A eficiência dessa troca é crucial para a utilização dos lipídios do saco vitelino como fonte primária de energia. Durante a segunda metade do período de incubação, a membrana corioalantoide

torna-se funcional possibilitando a troca de gases do embrião com o meio externo e conseqüentemente, a realização de reações de beta-oxidação. Sendo assim, os ácidos graxos presentes no saco vitelino tornam-se a principal fonte de energia para o embrião.

Sobre o terço final de desenvolvimento, nos dias que antecedem a eclosão, o embrião consome as reservas finais do saco vitelino, que são essenciais para o desenvolvimento completo dos músculos e órgãos necessários para a sobrevivência fora do ovo. A energia gasta no processo de eclosão, quando o pinto quebra a casca para sair, é significativa e requer uma quantidade considerável de força muscular.

Em mais detalhes, sabe-se que a queima de carboidratos para obtenção da energia necessária do embrião é uma via rápida, porém de pouca rentabilidade energética, ao passo que a queima de gordura é um processo mais complexo com rendimento significativamente superior, ainda mais na presença de oxigênio. Por isso, o embrião utiliza fontes de carboidratos, pouco presentes no ovo, no início de seu desenvolvimento e quando há demanda energética de pronta utilização, como na fase de nascimento, há uso do glicogênio hepático armazenado na fase inicial. Todo o processo de desenvolvimento embrionário é dependente de reações bioquímicas, transformando substrato em energia para a realização das três fases de desenvolvimento (diferenciação, crescimento e maturação). O embrião utiliza, principalmente, o substrato do saco vitelino para a realização dessas conversões energéticas e os processos bioquímicos principais se resumem, em condições normais, a transformação de carboidrato e gorduras em energia (ATP), para que a proliferação e diferenciação celular sejam realizados com eficiência⁴.

Outros componentes, como ácido oléico, linoleico, palmítico e araquidônico, são utilizados visando obtenção de energia para o metabolismo embrionário, mas de forma geral, no final dos processos tais componentes são convergidos para a via glicolítica como última etapa, mesmo quando o substrato original não for um carboidrato. As gorduras presentes no saco vitelino são degradadas através de reações Beta oxidativas em que os ácidos graxos de cadeia longa são transformados em Acetil-CoA, entrando a partir daí no ciclo de Krebs, resultado também em energia, CO e água³.

Durante o quinto até o 18º dia de incubação ocorre a fase de intenso crescimento embrionário (hipertrofia celular). As condições de incubação são importantes em todas as etapas, mas o mais crítico é o requerimento nutricional do embrião¹¹. Depois do uso de lipídios, a estratégia metabólica muda no momento da bicagem interna, pois a demanda de oxigênio do embrião excede ao suprimento disponível pela difusão através da casca e, então, o embrião começa a metabolizar carboidratos através de mecanismos anaeróbicos até o momento da bicagem externa^{1,10}. A análise do desenvolvimento embrionário de frangos de corte revela a importância do saco vitelino e do oxigênio para o crescimento e a maturação. O processo é caracterizado por fases distintas, em que a



XIV Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente

demanda energética aumenta à medida que o embrião se desenvolve. A porção vitelínica, rica em lipídios, é a principal fonte de energia, enquanto a albúmen fornece proteínas essenciais para o desenvolvimento inicial. Dessa forma, infere-se que o balanço energético durante o desenvolvimento embrionário do frango é um exemplo de extrema eficiência biológica, com o embrião aproveitando ao máximo os nutrientes disponíveis para garantir o desenvolvimento completo até o momento da eclosão¹⁰.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças metabólicas resultantes da seleção genética em frangos de corte modernos exigem uma compreensão mais aprofundada dos requerimentos nutricionais e de incubação, sendo que condições desbalanços nutricionais podem comprometer o desenvolvimento adequado e a eclosão dos pintos. Uma linha de pesquisa interessante seria a análise das vias metabólicas durante os diferentes estágios de desenvolvimento, incluindo o papel de hormônios e enzimas na regulação da conversão de nutrientes em energia para beneficiar, além do entendimento do processo, a possibilidade de tecnologia de administração *in ovo* dos elementos estudados com a finalidade de assegurar a correta utilização das fontes energéticas por parte do embrião no seu desenvolvimento até a eclosão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, V.M. **Fisiologia da incubação e desenvolvimento embrionário**. FEP MVZ, Belo Horizonte, 2011. 124p. : il.
2. BOERJAN, M. **Incubation for uniformity**. *Australian Poultry Science*, no 18, p.174-181, 2006a.
3. CALIL, T.A.C. **Princípios básicos de incubação**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007. Santos, Anais. Santos: FACTA, 2007.
4. GOES, E.C. **Putrescina como um componente na nutrição in ovo de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2018.
5. GONÇALVES, F.M., et al. **Nutrição in ovo: estratégia para nutrição de precisão em sistemas de produção avícola**. *Revista Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v. 62, n. 237, p. 54-55, 2013.
6. GARCIA, D. A., & GOMES, D. E. **A Avicultura Brasileira e Os Avanços Nutricionais**. *Revista Científica, Open Journal System*. 1(1), 2019.
7. MIRANDA, H. A. et al., **Efeitos da nutrição in ovo no desempenho de frangos de corte: uma revisão**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, e38810212307, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI:1033448
8. LAYA K. et al. **In-ovo feeding: a review** *Veterinária notícias* v.26 | n.1 | p.50-67
9. ROMANOFF, A. L. **The Avian Embryo: Structural and Functional Development**. New York: Macmillan, 1960.
10. RICKLEFS, R. E. **Embryo growth rates in birds and mammals**. *Functional Ecology*, v. 7, n. 4, p. 423-431, 1993.
11. WILSON, H.R. **Effects of Maternal Nutrition on Hatchability**. *Poultry Science*, v.76: 134-143, 1997.