DESENVOLVIMENTO MUSCULAR EM FRANGOS DE CORTE

Larissa Albuquerque Rosa Silva[1], Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento[2], Charles Kiefer[3], Marina de Nadai Bonin[4], Luanna Lopes Paiva Copat[5], Thiago Rodrigues da Silva[6], Violeta André Macie[7], Henrique Barbosa de Freitas[8]

[1]Mestranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: larissalbuquerquerosa@gmail.com

[2]Professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: karina.souza@ufms.br

[3]Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: charles.kiefer@ufms.br

[4]Professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: marinabonin@hotmail.com

[5]Doutoranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: lu.paiva.lopes@gmail.com

[6]Doutorando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: thiagoth_rodrigues@hotmail.com

[7]Mestranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: violetamacie@gmail.com

[8]Doutorando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: henrique_barbosa_7@yahoo.com.br

Resumo: Visando a obtenção de melhores índices produtivos e maior quantidade de carne de qualidade na carcaça, o conhecimento dos processos envolvidos na deposição de tecido muscular se torna uma fundamental para a manipulação e controle do crescimento. O desenvolvimento do tecido muscular esquelético se inicia na fase embrionária, a partir da diferenciação e migração dos mioblastos, e determinação dos locais de desenvolvimento dos músculos e quantidade de miofibras do animal. Assim, o crescimento dos músculos após a eclosão é limitado ao aumento no tamanho das fibras musculares já existentes ao nascimento. Desse modo, este trabalho tem como objetivo discorrer sobre o processo de desenvolvimento muscular esquelético das aves, desde sua origem embrionária até os fatores intrínsecos e extrínsecos que podem influenciar seu crescimento.

Palavras-chave: Crescimento muscular, músculo esquelético, avicultura

MUSCULAR DEVELOPMENT IN BROILER CHICKENS

Abstract: In order to obtain highests productive indexes, the largest amount of muscle meat is one of the main processes for the investigation of muscle growth. The development of skeletal muscle tissue begins in the embryonic stage, from the differentiation and migration of myoblasts, and the determination of the sites of muscle development and the amount of myofibers in the animal. Muscle growth after hatching is limited to the increase in the size of muscle fibers already present at birth. Thus,

this work aims to trigger the process of skeletal muscle development of birds, from their origin to the intrinsic and extrinsic factors that may influence their growth.Keywords: Muscle growth, skeletal muscle, poultry farming.

INTRODUÇÃO

Em geral, termo crescimento refere-se ao aumento no tamanho ou peso de um animal. Entretanto, estes termos tornam-se simplistas para descrever corretamente o complexo processo de crescimento, o qual envolve fatores genéticos, hormonais, metabólicos e do meio ambiente; ao mesmo tempo, o desenvolvimento do tecido ósseo, muscular e adiposo devem ocorrer em perfeita coordenação

O tecido muscular esquelético compõe a maior parte da musculatura das aves, o qual, vem sofrendo intensas mudanças ao longo do intenso processo de melhoramento genético das espécies comerciais. É formado pincipalmente por proteína, embora muitos componentes façam parte de sua composição.

Desse modo, esta revisão de literatura objetivou discorrer sobre o processo de desenvolvimento do tecido muscular esquelético das aves, tanto no período pré eclosão, quanto no período pós eclosão e os fatores atuantes sobre estes processos.

DESENVOLVIMENTO

Crescimento Animal

O crescimento é um processo dinâmico, regulado por uma série de mecanismos intrínsecos e extrínsecos ao animal, que se inicia logo após a fecundação, com a primeira divisão celular, e persiste até a maturidade (Vieira et al., 2017).

Consiste na combinação do aumento da massa celular total e da diferenciação dessas células. A diferenciação faz com que certos tecidos, órgãos ou partes apresentem diferentes taxas de crescimento e levam a uma mudança em sua forma e tamanho (Warris, 2001).

Desse modo, pode ser considerado crescimento o aumento na taxa de proteína corporal, excluindo-se a deposição de gordura, este pode ser mensurado através do acréscimo de peso corporal em função do tempo, consequência do aumento no tamanho e na capacidade funcional dos tecidos e órgãos desde o nascimento até o peso adulto (Bianchini et al., 2007). Como os músculos são detentores da maior quantidade de proteína no corpo, pode-se considerar que o crescimento depende do desenvolvimento muscular (Gonzales & Sartori, 2002).

O crescimento dos tecidos consiste em dois processos. Durante a fase pré-natal do crescimento, ocorrem profundas transformações celulares, caracterizadas, principalmente, pelo aumento na quantidade de células do organismo e acentuada diferenciação celular, processo denominado hiperplasia (Junqueira e Carneiro, 2013; Vieira et al., 2017).

Após o nascimento, as células aumentam de tamanho, processo denominado como hipertrofia, a qual promove o aumento da massa de tecido com pouca alteração no número de células (Junqueira e Carneiro, 2013; Vieira et al., 2017).

Diferentes partes do corpo apresentam diferentes momentos de maturação, pois possuem taxas de crescimento distintas, além disso, existem razões biológicas para essas sequências de maturidade (Warris, 2001). Desse modo, a deposição dos tecidos ósseo, muscular e adiposo não ocorre de forma isométrica (Vieira et al., 2017).

O desenvolvimento do tecido ósseo é mais rápido que o do tecido muscular que, por sua vez, é mais rápido que o tecido adiposo, ocorrendo, desse modo, um comportamento característico de crescimento, onde são desenvolvidos sucessivamente, visto que cada tecido recebe impulsos distintos de crescimento nas diferentes fases de vida do animal (Gonzales & Sartori, 2002; Vieira et al., 2017).

O tecido ósseo desenvolve-se mais rapidamente que os demais. Este processo é atribuído ao fato de que este tecido tem como função dar a sustentação ao corpo do animal e, além disso, apresenta sítios de fixação para o desenvolvimento da musculatura esquelética (Vieira et al., 2017).

Assim como o tecido esquelético, a musculatura garante ao animal o suporte físico para a postura e a possibilidade de locomoção. Uma vez que a maior quantidade de proteína do corpo do animal é observada nos músculos, o crescimento depende particularmente do desenvolvimento muscular (Gonzales & Sartori, 2002).

Nos vertebrados são encontrados três tipos de músculos, sendo eles esquelético, liso e cardíaco. Onde o musculo esquelético age sob controle voluntário, e os músculos liso e cardíaco, sob controle involuntário. Destes, o músculo esquelético tem maior importância para a produção animal, pois é o tipo de músculo mais comumente consumido como carne (Gomide et al., 2013; Powell, 2016).

O acúmulo de gordura acontece relativamente tarde, pois o crescimento e desenvolvimento muscular é prioritário. É o componente de carcaça mais variável, e a quantidade depositada depende dos fatores genéticos e exógenos. Sua função predominante é manter a homeostase de energia. Além disso, também funciona como um importante tecido endócrino e parácrino envolvido em muitos processos corporais (Gonzales & Sartori, 2002; Buyse & Decuypere, 2014).

Entretanto, o início do desenvolvimento de um tecido não marca o término do crescimento de outro. São processos coordenados, distinguindo-se tão somente por uma maior ou menor taxa específica de crescimento em um determinado momento. Há, portanto, um perfeito sincronismo de crescimento de cada sistema, de modo que o crescimento do animal, como um todo, atinja seu clímax (Vieira et al., 2017).

As diferentes taxas de crescimento entre os tecidos é o resultado de uma mudança nas propriedades básicas do metabolismo de cada tecido. Desse modo, a representação do peso de um animal em relação a sua idade, forma uma curva sigmoide. (Warris, 2001; Gonzales & Sartori, 2002).

De modo simplificado, no início do crescimento a taxa de ganho de peso é mais acentuada (fase de aceleração), até que o indivíduo atinja a puberdade, e um leve declínio na taxa de crescimento comece a ocorrer (fase de desaceleração), embora o animal não deixe de crescer (Vieira et al., 2017).

Ao atingir a maturidade, o peso permanece relativamente constante (crescimento nulo) por um período que varia de acordo com a espécie mas, normalmente, é longo e se estende até a senilidade. A partir desse momento, o peso do animal pode decair (crescimento negativo), consequência direta do processo de envelhecimento que, entre outros processos, promove perda de massa óssea e atrofia muscular (Vieira et al., 2017).

A taxa de crescimento é modificada como resultado do balanço entre os processos anabólicos e catabólicos teciduais. No início a taxa de anabolismo é maior que a taxa de catabolismo e o tecido cresce. Com o passar do tempo, a diferença entre os processos anabólicos e catabólicos vai diminuindo até se tornar zero e o tecido para de crescer (Gonzales & Sartori, 2002).

Miogenese

Após o processo de gastrulação, são definidas três camadas de germinativas primárias. A estrutura externa compreende o ectoderma e a superfície interna compreende o endoderma. Entre essas camadas encontra-se o mesoderma (Velleman & McFarland, 2014). A miogenese se inicia com a diferenciação de subpopulações de células estaminais da mesoderme em células precursoras miogênicas, denominadas mioblastos, que são células uninucleadas e mitoticamente ativas (Gonzales e Sartori, 2002).

Pode-se observar, durante este processo, três linhagens de mioblastos participantes classificados em: embrionário, fetais e adultos. Durante a miogênese, os mioblastos embrionários se desvinculam de seu sítio de origem e começam a migrar pelo organismo, instalando-se em regiões específicas, onde ocorrerá a formação dos músculos, então se fundem, dando origem aos miotubos polinucleados, contribuindo na formação das fibras musculares primárias (Velleman & McFarland, 2014).

Os mioblastos fetais são desenvolvidos em sequência, e começam a se fundir para formar as fibras secundárias, que se formam ao lado as fibras primárias, e servem para orientar o desenvolvimento músculos para que eles funcionem corretamente (Velleman & McFarland, 2014). Em um segundo estágio do desenvolvimento, enfim se desenvolvem os mioblastos adultos, que se fundem formando os miotubos. Aparentemente, após os mioblastos serem incorporados pelos miotubos, os núcleos perdem a capacidade de se dividir (Stockdale, 1992).

Há evidências de que o número de fibras primárias é influenciado pelo fator genética do que as fibras secundárias. Desse modo, quando há mudanças número total de fibras de um músculo, devido a fatores de meio ambiente, estas alterações ocorrem nas fibras secundárias (Gonzales e Sartori, 2002).

No processo da miogênese também estão envolvidas as células satélites. Estas estão dispostas abaixo da lâmina basal e não caracterizadas pela alta atividade mitogênica. Participam do crescimento pós-natal, e reparo de fibras musculares degeneradas (Schultz, 1974). As células satélites, podem contribuir tanto para a multiplicação número de núcleos da miofibra, através de sua capacidade de se fundir a fibras musculares já existentes, quanto para a formação de novas fibras musculares, através de sua capacidade de sem fundirem entre si (Gonzales e Sartori, 2002).

Desenvolvimento Muscular

O processo final de maturação do músculo é considerado hipertrófico, pois é caracterizado pelo aumento no conteúdo de proteína. Nas aves, nenhuma ou pouca alteração no número de fibras ocorre após a eclosão, sendo a quantidade total estabelecida ainda na fase de incubação (Gonzales e Sartori, 2002). A taxa de crescimento dos músculos é dependente do turnover protéico, que pode ser definido como um fenômeno onde a síntese e a degradação de qualquer proteína ocorreriam ao mesmo tempo, o que estabelece uma relação entre o metabolismo e catabolismo protéico (Petracci, 2011).

No estado de equilíbrio, espera-se que a taxa de síntese seja igual à taxa de degradação, nesse caso, há deposição protéica. O crescimento se dará quando o incremento anabólico superar as perdas catabólicas. Assim, a deposição e a perda de proteína muscular se devem a um balanço, negativo ou positivo, respectivamente (Powell, 2016). Inicialmente, a taxa anabólica é bem maior que a catabólica, levando ao crescimento do tecido muscular. Porém, com o passar do tempo esta diferença começa a diminuir até que o tecido para de crescer (Velleman & McFarland, 2014).

A síntese de tecido muscular é influenciada não somente pela genética ou pelo estágio de crescimento do animal, mas também por desnutrição, deficiência de nutrientes, hipertrofia induzida por exercício, hormônios e agentes repartidores de nutrientes (Gonzales & Sartori, 2002). Há evidências de que a maioria dos núcleos da célula muscular madura é originada por células satélites. Elas fazem parte de uma população de células com grande atividade mitogênica, que auxiliam o crescimento muscular pós-natal, o reparo de fibras musculares danificadas e a manutenção do músculo esquelético adulto (Silva e Carvalho, 2007).

As células satélites constituem uma população bastante heterogênea, visto que algumas podem sofrer diferenciação imediata, sem divisão prévia, enquanto outras primeiramente proliferam, gerando uma célula filha para diferenciação e outra para futura proliferação São células mononucleadas, cuja membrana basal está em continuidade com a membrana basal da fibra muscular (Petracci, 2011).

Enquanto o tecido muscular esquelético mantém-se livre de agressões, estas permanecem em estado de quiescência, entretanto, são ativadas em resposta a estímulos como crescimento, remodelação ou trauma, proliferam-se e expressam marcadores da linhagem miogênica. Essas células se fundem a fibras musculares já existentes ou se fundem a células satélites vizinhas para gerar novas fibras musculares (Gous, 2010).

Também podem ser influenciadores da ativação de células satélites a nutrição e pelo exercício físico. A proporção de núcleos de fibras que residem em células satélites versus mionucleos diminui com a desnutrição. Além disso, as células satélites de indivíduos malnutridos são em grande parte

quiescentes. Após a recuperação nutricional, as células satélites se ampliam e tornam-se mitoticamente ativas (Petracci, 2011).

Fatores que influenciam o crescimento muscular

As diferenças dos músculos entre animais, categorias animais, entre indivíduos e entre os tipos de músculos são decorrentes de diferenças no número, tipo e tamanho das fibras presentes nos músculos. Os fatores que influenciam essas características podem ser intrínsecos ou extrínsecos aos animais (Gonzales e Sartori, 2002).

Pode-se dizer que os mecanismos de metabolismo do tecido muscular são regulados por meio da frequência com que os genes dos animais se expressam. A diferença entre linhagens comerciais e caipiras é conhecida, pois se sabe que linhagens de crescimento rápido, comerciais, apresentam cerca de 25% a mais de fibras do que linhagens de crescimento lento, como as caipiras (Remignon et al., 1994).

Além disso, há diferenças no potencial de crescimento dentro das linhagens comerciais e caipiras. A linhagem Cobb, linhagem comercial, demonstra maior precocidade para deposição de proteína no músculo, quando comparado a linhagem Ross (Marcato et al., 2009). Dentre as linhagens caipiras, a linhagem Sasso possui melhor desempenho e maior potencial de crescimento quando comparada a linhagem Isa Label (Dourado et al., 2009).

O crescimento muscular é regulado pelos hormônios, podendo modificar a taxa de síntese protéica, agindo nos processos de transcrição e tradução, por outro lado, podem atuar sobre os processos de degradação, através da ação de enzimas proteolíticas e ação lisossomal (Gonzales e Sartori, 2002).

A dieta aparece como um ponto importante a ser considerado quando o assunto é crescimento muscular. Entre alguns fatores que podem alterar a síntese e a degradação protéica, influenciando o crescimento do tecido muscular estão o nível dietético de aminoácidos, nível energético da ração, vitaminas e minerais (Gonzales & Sartori, 2002).

A carência ou desbalanceamento destes nutrientes, alteram os níveis circulantes de enzimas e hormônios. A alteração nos níveis circulantes de insulina e aminoácidos é reponsável por grande parte das mudanças no turnover protéico, durante o período pós-alimentar (Gonzales e Sartori, 2002). Ao mesmo tempo, a expressão de transportadores intracelulares de aminoácidos nos músculos é reduzida. Em animais sob desnutrição, pouca ou nenhuma deposição protéica é observada (Scanes, 2014).

A temperatura também pode ser colocada como influenciadora do crescimento muscular. Temperaturas abaixo ou acima do ideal, geram um maior gasto energético aos animais para a mantença da homeotermia, reduzindo sua capacidade de síntese protéica (Velleman & McFarland, 2014). Além disso, temperaturas elevadas levam a diminuição do consumo a fim de reduzir o calor metabólico, desse modo, o atendimento das exigências nutricionais do animal fica prejudicado, influenciando de forma negativa a síntese protéica (Oliveira et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento e desenvolvimento muscular das aves são determinados no momento da concepção e podem se influenciados por inúmeros fatores, entre eles cita-se dieta, ambiente e linhagem. Conhecer os processos fisiológicos e bioquímicos que envolvem o crescimento e a deposição de tecido muscular se torna uma ferramenta essencial para a manipulação do crescimento, para se obter melhores índices produtivos e maior quantidade de carne de qualidade na carcaça

LITERATURA CITADA

BIANCHINI, W., SILVEIRA, A. C., JORGE, A. M., ARRIGONI, M. D. B., MARTINS, C. L., RODRIGUES, É., ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira De Zootecnia**, V. 16, N. 1, P. 107-112, 2007 2007.

BUYSE, D., DECUPYERRE. F., Adipose tissue and lipidic metabolism. **Sturkie's Avian Physiology**. 2014.
DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DORIGAM, DUCLOS, M. J.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. Muscle growth and meat quality. **Journal Of Applied Poultry Research**, V. 16, N. 1, P. 107-112, 2007.
GOMIDE, L. D. M., RAMOS, E. M., FONTES, P. R., **Ciência E Qualidade Da Carne: Fundamentos**. *Viçosa: Editora UFV*, 2013.
GONZALES, E.; SARTORI, J. R.; MACARI, M. Crescimento E Metabolismo Muscular. **Fisiologia Aviária Aplicada A Frangos De Corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP**, 2002.
GOUS, R. M. Nutritional Limitations On Growth And Development In Poultry. **Livestock Science**, V. 130, N. 1, P. 25-32, 2010.
JUNQUEIRA, L. C., CARNEIRO, J. Tecido Muscular. **Histologia Básica: Texto & Atlas**. *12th Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan*, 149-175, 2013.
MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDEZ, J.B.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; FURLAN, R.L.; PIVA, G.H. Crescimento e deposição de nutrientes nas penas, músculo, ossos e pele de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Ciência Agrotécnicas.** V.33, N.4, P.1159-1168, 2009.
OLIVEIRA, G.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.D.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; ORLANDO, U.A.D. Efeito Da Temperatura Ambiente sobre O Desempenho E As Características De Carcaça De Frangos De Corte Dos 22 Aos 42 Dias. **Revista Brasileira De Zootecnia.** v.35, n.4, p.1398-1405, 2006.
PETRACCI, M.; Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues**. Livestock Science** v.4, n.1, p.1-12 2011.
POWELL, D. J., VELLEMAN, S. G., COWIESON, A. J., SINGH, M., & MUIR, W. I. Influence of hatch time and access to feed on intramuscular adipose tissue deposition in broilers. **Poultry Science**, v.*95,* n.6, p. 1449-1456, 2016.
REMINGNON, H.; LEFAUCHEUR, L.; BLUM, J.C.; ROCARD, F.H. Effects of divergent selection for body weight on three skeletal muscles characteristics in the chicken. **British Poultry Science**, v.35, p.65-76, 1994.
SCANES C, G, Skeletal muscle. In: **Sturkey's avian phisiology**. Ed. Academic Press. San Diego. Pag. 443-453, 2014.
SCHULTZ, E. A., Quantitative study of the satellite cell population in postnatal mouse lumbrical muscle. **The Anatomical Record**, v. 180, n. 4, p. 589-595, 1974.
SILVA, M. D. P., CARVALHO, R. F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 14, n.4, p.21-31, 2007.
STOCKDALE, F. E., MILLER, J. B. The cellular basis of myosin heavychain isoform during development of avian skeletal muscle. **Developmental Biology** p.1-9. 1992
VELLEMAN, S. G., MCFALARND, D. C., Skeletal Muscle. In: **Sturkey's Avian Phisiology**. Ed. Academic Press. San Diego. p. 443-453, 2014.
VIEIRA, B. S., LIMA, A. L. F., WEBER, A., SOARES, C. E. S. DAHLKE F., Crescimento Muscular. In: **Fisiologia Das Aves Comerciais.** 2. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 532-593, 2017.
WARRIS, P.D. The Growth and Body Composition Of Animals. In: **Meat Science: An Introductory Text.** 2 Ed. Cambrige, p 9-25, 2001.