



## Tipos de miosinas de linhagens de frangos de corte criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento<sup>1</sup>

Luciene Aparecida Madeira<sup>2</sup>, José Roberto Sartori<sup>2</sup>, Carla Cachoni Pizzolante<sup>3</sup>, Érika Salgado Politi Braga Saldanha<sup>3</sup>, Maeli Dal Pai Silva<sup>4</sup>, Fernanda Regina Carani<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela FUNDUNESP.

<sup>2</sup> Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, SP.

<sup>3</sup> APTA, Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Brotas, SP.

<sup>4</sup> Departamento de Morfologia, IBB, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu, SP.

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Estrutural, UNICAMP, Campinas, SP.

**RESUMO** - O objetivo neste trabalho foi avaliar o peso vivo, o peso de pernas, os aspectos morfológicos das fibras musculares do músculo flexor longo do hálux e o perfil eletroforético das miosinas de cadeia pesada de quatro linhagens de frangos de corte criados nos sistemas de confinamento e semiconfinamento. Foram utilizados 1.440 pintos distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $4 \times 2$ , composto de quatro linhagens (Ross 305, Máster Gris, Label Rouge e Vermelho Pesado) e dois sistemas de criação (confinamento e semiconfinamento), cada combinação avaliada com quatro repetições. Aos 28 e 84 dias de idade, foram abatidas quatro aves por tratamento, totalizando 64 aves. A eletroforese identificou a presença das três isoformas de miosinas, tipo MyHC-I, MyHC-IIa e MyHC-IIb, no músculo flexor longo do hálux dos frangos de corte. Com aumento da idade, a isoforma de miosina MyHC-II aumenta, enquanto a MyHC-I diminui. Somente aos 84 dias de idade, a expressão das isoformas de miosina do tipo MyHC-II foram influenciadas pela linhagem, confirmando o reflexo da seleção na linhagem Ross no músculo mais glicolítico. A linhagem Ross apresenta maior peso vivo, peso de perna, peso e área do músculo flexor longo do hálux em comparação às linhagens tipo caipira.

Palavras-chave: fibra muscular, eletroforese, frango caipira, sistema de criação

## Types of myosin of chickens of different strains reared in confinement and semi-confinement systems

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate body weight, leg weight and morphologic aspects of the muscle fibers of the flexor hallucis longus muscle and electrophoretic profile of myosin heavy chain of four strains of broilers, reared in confinement and semi-confinement systems. 1440 chicks were randomly assigned in a  $4 \times 2$  factorial arrangement: four strains (Ross 305, Master Gris, Label Rouge and Vermelho Pesado), two production systems (confinement and semi-confinement), with four replicates for each treatment. Four birds were sacrificed for each treatment, at 28 and 84 d, totaling 64 animals. Electrophoresis technique identified the presence of three myosin heavy chain types: MyHC-I, MyHC-IIa and MyHC-IIb, in the flexor hallucis longus muscle of the broilers. There was increase in MyHC-II and decrease in MyHC-I, as age passed. Only at 84 days-old was the MyHC-II expression influenced by strain, confirming a response of selection in Ross lineage on a more glycolytic muscle. The Ross lineage has higher live weight, leg weight, weight and area of the flexor hallucis longus, compared to different chicken strains.

Key Words: muscle fiber, electrophoresis, free range type, rearing systems

### Introdução

Para compreensão do desenvolvimento muscular, é fundamental estudar os mecanismos que regulam o número, tipo e tamanho das fibras musculares. Essas variações estão relacionadas a vários fatores que interferem no desenvolvimento muscular nos períodos pré-natal e pós-natal (Dauncey & Gilmour, 1996), como: fatores intrínsecos (genética, fatores reguladores de crescimento, ativadores

de transcrição, *status* endócrino, proteinases musculares e inervação), fatores ambientais (dieta e temperatura ambiente), atividade motora, idade, sexo, doenças, tipo de músculo e localização das fibras no músculo.

As linhagens comerciais de frangos de corte são resultantes de programas de seleção que buscam rápido ganho de peso e conformação, favorecendo o desenvolvimento de peito em relação às demais partes da carcaça; daí, a importância de se avaliar o efeito dos programas de

seleção no número de fibras musculares. Avaliando o músculo *semimembranosus* de frangos, Burke & Henry (1997) observaram que os de linhagens comerciais apresentaram o dobro de fibras musculares em comparação a frangos comuns. Similarmente, Remignon et al. (1994, 1995) constataram que linhagens de frango de crescimento rápido continham 15 a 20% mais fibras no músculo *latissimus dorsi* que aves de crescimento mais lento.

A miosina é o componente primário dos miofilamentos e a principal proteína contrátil da fibra muscular. Essa molécula está composta por cadeias pesadas de miosina (MyHC, Myosin Heavy Chain) e cadeias leves de miosina (MyLC Myosin Light Chain) e identificadas no músculo esquelético dos mamíferos em distintas isoformas (Serrano et al., 1996). Têm-se demonstrado que as propriedades contráteis do músculo e a intensidade da tensão, identificadas pela técnica da mATPase, dependem das cadeias pesadas de miosina das fibras (Bottinelli et al., 1994) e que as técnicas histoquímicas não permitem identificar alguns tipos de fibras, em particular as híbridas, que apresentam coexpressão das diferentes isoformas de miosina. De acordo com Dal Pai Silva & Carvalho (2007), quatro isoformas de cadeia pesada de miosina (MyHC) estão presentes nas fibras musculares: fibras do tipo I, com MyHC-I, fibras do tipo IIA, com MyHC-IIa, fibras do tipo IIB, com MyHC-IIb, e fibras do tipo IID, com MyHC-IIId (somente nos mamíferos).

Em frangos de corte, a seleção para a taxa de crescimento e o rendimento de peito pode não afetar significativamente o tipo de fibra presente no músculo, mas promove aumento do diâmetro e comprimento das fibras (Berri et al., 2007). Contudo, as consequências da hipertrofia de fibras musculares na qualidade sensorial e no processamento de produtos de carne de aves do tipo colonial ainda não receberam muita atenção. Dessa maneira, o objetivo neste trabalho foi avaliar os aspectos morfológicos das fibras musculares esqueléticas e o perfil eletroforético das miosinas de cadeia pesada do músculo flexor longo do hálux em linhagens de frangos de corte criados nos sistemas de confinamento e semiconfinamento.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Brotas, da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, no período de 7 de março a 30 de maio de 2006.

Foram utilizados 1.440 pintos de corte machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado,

com esquema fatorial  $4 \times 2$ , composto de quatro linhagens (Ross 308, Máster Griss, Label Rouge e Vermelhão Pesado) e dois sistemas de criação (confinamento e semiconfinamento), cada combinação avaliada com quatro repetições de 45 aves. As aves foram criadas até 84 dias de idade seguindo recomendações de manejo e nutrição para linhagens tipo colonial da Embrapa Suínos e Aves (Figueiredo et al., 2000). A partir de 28 dias de idade, as aves Ross, Master Griss, Label Rouge e Vermelhão Pesado em semiconfinamento tiveram acesso a piquete gramado ( $3 \text{ m}^2/\text{ave}$ ) durante o dia, sendo recolhidas à noite.

As aves foram alojadas em galpões experimentais de alvenaria coberto com telhas de barro, com  $108 \text{ m}^2$ , pé-direito de 2,80 m, dividido em boxes com  $2,25 \times 2,25 \text{ m}$ , perfazendo  $5,0 \text{ m}^2$  cada. Os boxes possuíam acesso aos piquetes gramados (*Brachiaria decumbens*) cercados com arame tipo tela trançada com 1,70 m de altura, 30,0 m de comprimento e 4,50 m de largura, perfazendo  $135 \text{ m}^2$  cada piquete, sendo que os cercados de tela foram revestidos com sombrite, aumentando a altura do alambrado para 3,30 m.

Os pintos foram vacinados no incubatório contra as doenças de Marek e Bouba Aviária e, revacinadas contra Bouba aos 20 dias de idade. Aos 5 dias de idade, todas as aves foram vacinadas contra coccidiose. Outras vacinações contra doença de newcastle, bronquite infecciosa e gumboro foram feitas aos 10, 35 e 55 dias de idade.

Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum* no interior do galpão experimental, em comedouros tubulares e bebedouros pendulares, respectivamente, um de cada por boxe. O período de criação foi dividido em três fases, segundo recomendações de Figueiredo et al. (2000), e em cada uma foi fornecida ração específica: ração inicial, no período de 1 a 28 dias; ração de crescimento, de 29 a 56 dias; e ração final, de 56 a 84 dias de idade (Tabela 1).

As rações foram produzidas na forma farelada, na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Campus de Botucatu, e eram isentas de promotores de crescimento, antibióticos, coccidiostáticos e ingredientes de origem animal.

Aos 28 e 84 dias de idade, foram abatidas, ao acaso, quatro aves por tratamento, para análise morfológica do músculo flexor longo do hálux. O abate foi por deslocamento cervical seguido de sangria. O músculo foi dissecado e pesado sem tendões e gordura. Amostras foram coletadas por meio de secções transversais na região mediana do músculo, envolvidas em talco neutro e imediatamente congeladas em nitrogênio líquido durante dois minutos (Chayen et al., 1969). Cortes histológicos com  $10 \mu\text{m}$  de espessura, obtidos em criostato a  $-20^\circ\text{C}$ , foram submetidos

Tabela 1 - Composição das rações experimentais

Ingrediente (%)	Fase de desenvolvimento (idade)		
	1 a 28 dias	29 a 56 dias	56 a 84 dias
Milho	58,730	66,300	67,240
Farelo de soja	31,400	26,440	21,700
Farelo de trigo	5,720	3,217	7,290
Fosfato bicálcico	1,840	1,730	1,425
Calcário calcítico	1,160	1,258	1,350
NaCl	0,350	0,350	0,350
DL-metionina	0,100	0,095	0,085
Kleenofeed <sup>1</sup>	0,250	0,250	0,250
Coccoace <sup>2</sup>	0,050	0,020	0,020
Toyocerin <sup>3</sup>	0,150	0,100	0,050
Cloreto de colina	0,050	0,040	0,040
Suplemento vitamínico <sup>4</sup>	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>5</sup>	0,100	0,100	0,100
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável, kcal/kg	2.800	2.900	2.900
Proteína bruta, %	20,00	18,00	16,50
Lisina, %	1,00	0,88	0,78
Metionina, %	0,40	0,38	0,35
Cálcio, %	1,00	1,00	0,95
Fósforo disponível, %	0,46	0,43	0,38

<sup>1</sup> Kleenofeed® - adsorvente de micotoxina.

<sup>2</sup> Coccoace® - prebiótico composto por oligossacarídeos, mananoligossacarídeos, manose, lipídeos, proteínas, água.

<sup>3</sup> Toyocerin® - 10<sup>10</sup> ufc/g de *Bacillus toyoi* sp por grama do produto.

<sup>4</sup> Suplemento vitamínico (níveis de garantia por kg de produto): vit. A - 15.000.000 UI; vit. D3 - 5.000.000 UI; vit. E - 30.000 mg; vit. K3 - 2.000 mg; tiamina - 2.500 mg; riboflavina - 11.250 mg; piridoxina - 3.750 mg; vit. B12 - 30.000 mg; niacina - 75.000 mg; pantotenato de cálcio - 25.000 mg; ácido fólico - 13.755 mg; biotina - 125 mg; cloreto de colina - 812.500 mg; metionina - 3.250.000 mg e antioxidante - 50.000 mg.

<sup>5</sup> Suplemento mineral (níveis de garantia por kg do produto): ferro - 50.000 mg; cobre - 700.000 mg; manganês - 600.000 mg; zinco - 500.000 mg; iodo - 12.500 mg; selênio - 2.000 mg.

à coloração com hematoxilina e eosina (HE), para avaliação do padrão morfológico e tamanho das fibras musculares, pela mensuração da área das fibras (Dubowitz & Brooke, 1984). Para as medições, foi escolhido o mais íntegro e o de melhor padrão de reação entre cortes presentes em cada lâmina. Para obtenção da área das fibras, foram analisadas 100 fibras musculares de cada animal utilizando-se microscópio óptico comum acoplado a um software de análise de imagens (Image-Pro Plus, versão 4.5.0.27). Somente foram medidas fibras que se encontravam inteiramente dentro dos campos microscópicos. As análises morfológicas e de isoformas de miosina (MyHC) foram realizadas no Laboratório de Biologia do Músculo Estriado do Departamento de Morfologia, Instituto de Biociências – UNESP, Campus de Botucatu.

A análise das isoformas de MyHC foi realizada pela separação eletroforética em gel de poliácridamida (SDS-PAGE). Das amostras de músculo congeladas, foram retirados de seis a dez de cortes transversais (12 µm de espessura), os quais foram colocados em 450 µL de uma solução contendo 10% de glicerol (vol/vol), 5% de 2-β-mercaptoetanol (vol/vol), 2,3% de duodecilsulfato de sódio SDS (wt/vol), em 0,9% de tampão Tris-HCl (wt/vol) (pH 6.8). Os cortes foram homogeneizados e aquecidos por 10 minutos a 60°C. Porções do extrato (10 µL) foram

submetidas a eletroforese em gel de poliácridamida SDS-PAGE (7%) a 70V por 3 horas, aumentando-se para 230V por mais 21 horas a 4°C, e coradas com *coomassie blue*. As isoformas de MyHC foram identificadas de acordo com seu peso molecular e suas porcentagens relativas quantificadas por densitometria (Blum et al., 1987).

Os géis contendo as bandas de miosina foram fotografados em transiluminador e, para a análise densitométrica, foi utilizado o programa Image Master VDS (versão 3.0). Foi obtida a porcentagem relativa (IOD) das isoformas MyHC-I e MyHC-II.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do procedimento GLM do programa SAS (1996). As médias das variáveis que apresentaram diferença estatística (P<0,05) foram comparadas pelo teste Tukey. Foram determinados os coeficientes de correlação entre dados de desempenho e características físicas da carne e morfológicas das fibras musculares a 5% de significância.

## Resultados e Discussão

Não houve efeito do sistema de criação (P>0,05) sobre o peso vivo, o peso de perna direita, o peso e a área das fibras musculares aos 28 e 84 dias de idade (Tabela 2), resultados semelhantes aos encontrados por Madeira et al. (2006), que

também não observaram efeito do sistema de criação na área das fibras musculares em pesquisa com a linhagem Ross e três linhagens do tipo caipira nos dois sistemas de criação. De acordo com Branciari et al. (2009), a área das fibras no músculo *ileotibialis lateralis* das linhagens Ross, Kabir e Leghorn nos sistemas intensivo e orgânico também não sofre influência significativa dos sistemas de criação.

A linhagem influenciou ( $P < 0,05$ ) o peso vivo e o peso da perna direita aos 28 e 84 dias de idade. A linhagem Ross foi a que apresentou maior peso vivo, enquanto as demais não diferiram entre si. Já aos 84 dias de idade, a linhagem Ross foi superior ( $P < 0,05$ ) quanto a essas variáveis, seguida da Máster Griss e Vermelhão Pesado, que não diferiram entre si, porém foram superiores à Label Rouge, que apresentou menor peso vivo e da perna direita. Para área das fibras do músculo flexor longo do hálux, houve efeito de linhagem ( $P < 0,05$ ) somente aos 28 dias de idade. A linhagem Ross apresentou maior área de fibras musculares (Figura 1), ao passo que as demais não diferiram entre si, resultados que podem estar relacionados ao maior peso e ganho de peso da linhagem Ross, que foi melhorada geneticamente para ganho de peso. Resultados semelhantes foram encontrados por Madeira et al. (2006), que notaram efeito de linhagem na área das fibras FG (*fast glicolitic*) e registraram os maiores valores para aves Ross, seguidas das Paraíso Pedrês, e os menores valores nas linhagens Caipirinha e Pescoço Pelado.

Branciari et al. (2009), em pesquisa com as linhagens Ross, Kabir e Leghorn nos sistemas intensivo e orgânico, explicaram que as menores áreas das fibras do tipo de  $\alpha R$  ( $\alpha$  Red) e fibras  $\alpha W$  ( $\alpha$  White) na linhagem Ross criadas em sistema orgânico podem ser atribuídas à má-adequação da raça de crescimento rápido em criação extensiva, como confirmado pelos dados comportamentais.

Houve efeito de linhagem ( $P < 0,05$ ) no peso do músculo flexor longo do hálux aos 28 e 84 dias de idade, uma vez que os valores obtidos na linhagem Ross foram superiores aos das demais linhagens, que não diferiram entre si (Tabela 2).

Sartori et al. (1999) compararam uma linhagem de alto crescimento (Hubbard) a outra de crescimento lento (Pescoço Pelado) e também observaram maior área das fibras FG (*fast glicolitic*) no músculo flexor longo do hálux. Esses autores relataram que a maior massa muscular dos frangos de corte selecionados para ganho de peso foi caracterizada por aumento da área das fibras glicolíticas em relação à área das fibras oxidativas, *fast oxidative glicolitic* + *slow oxidative* (FOG + SO).

Neste trabalho, no entanto, nas linhagens de alto crescimento (Ross e Paraíso Pedrês) as fibras oxidativas

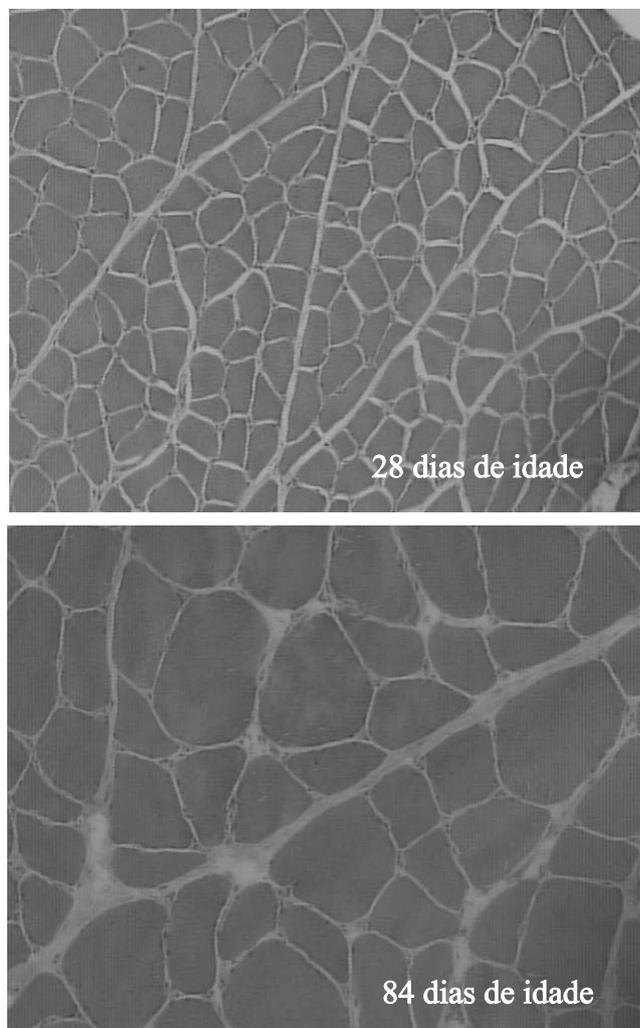


Figura 1 - Cortes transversais do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 e 84 dias de idade corados com hematoxilina-eosina.

também apresentaram maior área, assim como observado por outros pesquisadores, que relataram que a seleção para tamanho corporal ou taxa de crescimento rápido em várias espécies animais, aves (Smith, 1963), suínos (Remignon et al., 1994, 1995) e codornas (Fowler et al., 1980), promoveram sensíveis diferenças na massa muscular, com alterações no número e tamanho das fibras musculares.

No músculo flexor longo do hálux, foram identificadas as três bandas da cadeia pesada de miosina, MyHC do tipo I e MyHC do tipo IIa e IIb (Figuras 2 e 3). Observou-se também maior quantidade da isoforma do tipo I aos 28 dias de idade em relação aos 84 dias e porcentagem maior da MyHC do tipo IIb aos 84 dias de idade.

Como as isoformas da MyHC determinam a atividade da ATPase, os tipos de fibras musculares relacionam-se com as isoformas expressas. Madeira et al. (2006), trabalhando com linhagens de frangos de corte Label Rouge, Caipirinha,

Tabela 2 - Peso vivo, peso da perna direita, peso e área do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 e 84 dias de idade criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento

Característica	Idade		Idade	
	28 dias	84 dias	28 dias	84 dias
	Peso vivo (g)		Peso da perna (g)	
Linhagem				
Ross	1344a	4985a	122a	567a
Máster Griss	782b	3564b	70b	376b
Label Rouge	647b	3084b	60b	333b
Vermelhão Pesado	748b	3610b	67b	377b
Sistema de criação	ns	ns	ns	ns
Confinamento	851	3917	77	421
Semiconfinamento	909	3704	83	406
Interação LxS*	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de variação (%)	11,77	11,52	12,44	14,30
	Peso do músculo (g)		Área das fibras ( $\mu\text{m}^2$ )	
Linhagem				
Ross	0,899a	5,38a	2131a	3114
Máster Griss	0,475b	2,61b	1757b	3250
Label Rouge	0,387b	2,44b	1670b	3071
Vermelhão Pesado	0,481b	2,72b	1771b	3057
Sistemas de criação	ns	ns	ns	ns
Confinamento	0,549	3,43	1817	3056
Semiconfinamento	0,572	3,15	1847	3191
Interação LxS*	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de variação (%)	18,31	24,23	13,82	10,67

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*LxS: interação entre sistema de criação e linhagem.

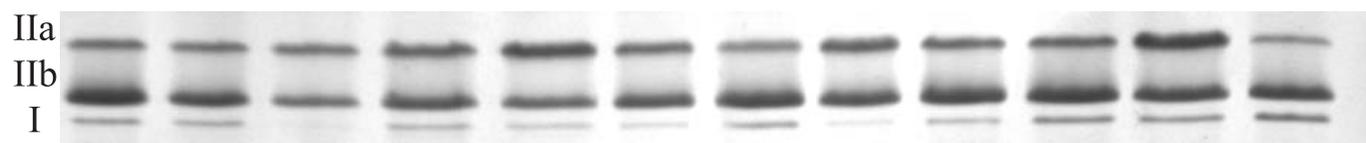


Figura 2 - Separação eletroforética das isoformas de miosinas (MyHC) do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 dias de idade.

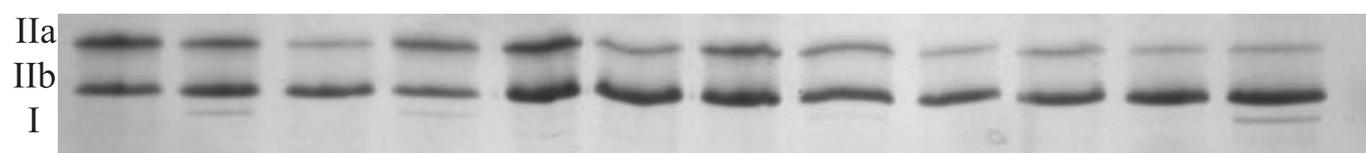


Figura 3 - Separação eletroforética das isoformas de miosinas (MyHC) do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 84 dias de idade.

7 P e Ross, observaram as fibras do tipo FOG (fast oxidative glycolitic) no mesmo músculo estudado.

Não houve efeito do sistema de criação na expressão das isoformas de miosinas (MyHC-I, MyHC-IIa e MyHC-IIb) aos 28 e 84 dias de idade (Tabela 3). Esses resultados também podem ser atribuídos à pouca frequência do acesso das aves ao piquete, que foi insuficiente para influenciar essa variável, discordando de observações de Branciarri et al. (2009), que notaram influência da genética e do sistema de criação no músculo *ileotibialis* de três linhagens (Ross, Kabir e Leghorn) e citaram que as diferenças na

distribuição da fibra muscular podem ser explicadas por um aumento na porcentagem de fibras  $\alpha\text{R}$  (tipo SO ou Slow) obtidas nas linhagens Kabir e Leghorn, possivelmente devido a uma variação no seu comportamento entre os sistemas de criação.

A linhagem influenciou ( $P < 0,05$ ) somente a expressão das miosinas de cadeia pesada do tipo MyHC-IIa e MyHC-IIb aos 84 dias de idade. A linhagem Ross apresentou maior quantidade de MyHC-IIa, porém não diferiu da Label Rouge, seguida das linhagens Vermelhão Pesado e Máster Griss, que não diferiram entre si. Para a variável MyHC-IIb, o maior

Tabela 3 - Tipos de isoformas de miosinas de cadeia pesada (MyHC) (%) do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 e 84 dias de idade criados em sistema de confinamento ou semiconfinamento

	Idade					
	28 dias			84 dias		
	MyHC-I	MyHC-IIa	MyHC-IIb	MyHC-I	MyHC-IIa	MyHC-IIb
Linagem	ns	ns	ns	ns		
Ross	6,30	32,83	60,87	4,60	42,92a	52,47b
Máster Griss	5,36	37,34	57,29	4,92	25,04b	70,04a
Label Rouge	9,01	29,16	61,83	6,45	37,21ab	56,34ab
Vermelho Pesado	8,61	35,43	55,96	5,52	26,75b	67,73ab
Sistema de criação	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Confinamento	6,90	33,84	59,26	6,23	34,93	58,84
Semiconfinamento	7,74	33,54	58,72	4,51	31,03	64,45
Interação LxS*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de variação %	55,59	30,04	15,88	81,82	33,81	18,58

MyHC I: isoforma da miosina do tipo I (SO - oxidativa); MyHC IIa: isoforma da miosina do tipo IIa (FG - glicolítica); MyHC IIb: isoforma da miosina do tipo IIb (FOG - glicolítica e oxidativa).

<sup>a,b</sup> Médias na coluna, para cada variável, seguidas por letras minúsculas diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

<sup>ns</sup> Não-significativo.

\*LxS: interação entre sistema de criação e linhagem.

valor foi observado na linhagem Máster Griss, seguida das linhagens Vermelho Pesado e Label Rouge, que não diferiram entre si. Já na linhagem Ross este tipo de miosina ocorreu em menor quantidade em relação às demais. A maior expressão da miosina de cadeia pesada do tipo MyHC-IIa da linhagem Ross pode ser atribuída à seleção para crescimento rápido aplicada nestas aves, acarretando-lhes músculo glicolítico em comparação às outras linhagens, que possuem o músculo oxidativo, talvez devido ao aumento da atividade dessas aves quando fornecido acesso ao exterior.

Spindler et al. (1980) verificaram que a frequência e o volume relativo ocupado pelas fibras intermediárias (FOG) foram relativamente constantes durante o crescimento. Pode-se considerar que as fibras intermediárias são formas de transição na conversão de fibras vermelhas para brancas e isso está de acordo com a hipótese de Ashmore et al. (1972), citados por Spindler et al. (1980), que afirmaram que o número de fibras brancas aumenta via diferenciação das fibras vermelhas, sem alterar o número total de fibras. Isso explica a maior porcentagem da isoforma do tipo I aos 28 dias, pois, no decorrer do crescimento, pode ter havido modulação da isoforma do tipo I para tipo II.

Madeira et al. (2006) trabalharam com a linhagem comercial Ross e três do tipo caipira (Label Rouge, Caipirinha e 7 P) e encontraram maior massa muscular e musculatura mais glicolítica nos machos, comportamento observado também neste estudo, em que foram avaliados apenas machos. Segundo Remignon et al. (1995), aves selecionadas para alta taxa de crescimento tendem a apresentar fibras musculares maiores e em maior número em comparação a aves não selecionadas, entretanto, a proporção de tipos de fibras musculares não varia entre esses animais. Brackenbury & Williamson (1987) encontraram aumento significativo na

porcentagem de fibras oxidativas nas aves condicionadas em comparação às não-condicionadas, tanto depois de seis semanas quanto depois de 15 semanas de treinamento.

## Conclusões

Há três isoformas de miosinas, tipo MyHC-I, MyHC-IIa e MyHC-IIb, no músculo flexor longo do hálux de frangos de corte. Com aumento da idade, aumenta a isoforma da miosina de cadeia pesada MyHC-II e diminui a MyHC-I. Somente aos 84 dias de idade, a expressão das isoformas de miosina de cadeia pesada do tipo MyHC-II é influenciada pela linhagem, confirmando o reflexo da seleção na linhagem Ross no músculo mais glicolítico. O sistema de criação não afeta a expressão das miosinas de cadeia pesada MyHC-I, MyHC-IIa e MyHC-IIb em nenhuma das idades estudadas. A linhagem Ross apresenta maior peso vivo, peso de perna, peso e área do músculo flexor longo do hálux em comparação às linhagens tipo caipira.

## Referências

- ASHMORE, C.R.; THOMPSON, C.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.34, p.37-41, 1972.
- BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; DEBUT, M. et al. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of *Pectoralis major* muscle and breast meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2005-2011, 2007.
- BLUM, H.; BEIER, H.; GROSS, H.J. Improved silver staining of plant proteins, RNA and DNA in polyacrilamide gels. **Electrophoresis**, v.8, p.93-99, 1987.
- BOTTINELLI, R.; BETTO, R.; SCHIAFFINO, S. et al. Maximum shortening velocity and coexistence of myosin heavy chain isoforms in single skinned fast fibers of rat skeletal muscle. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v.15, p.413-419, 1994.

- BRACKENBURY, J.H.; WILLIAMSON, A.D.B. Treadmill exercise training increases the oxidative capacity of chicken *iliotibialis* muscle. **Poultry Science**, v.68, p.577-581, 1987.
- BRANCIARI, R.; MUGNAI, C.; MAMMOLI R. et al. [2009] Effect of genotype and rearing system on chicken behavior and muscle fiber characteristics. **Journal of Animal Science**, 2009, Disponível em: <<http://jas.fass.org>>. Acesso em: 23 set. 2009.
- BURKE, W.H.; HENRY, M.H. Characteristics of the *Pectoralis superficialis* and *Semimembranosus* of broiler strain chickens, bantam chickens and the reciprocal crosses between them. **Poultry Science**, v.76, p.767-773, 1997.
- CHAYEN, J.; BITENSKY, L.; BUTCHER, R.G. et al. **A guide to practical histochemistry**. Oliver & Bould, 1969. 261p.
- DAL PAI SILVA, M.; CARVALHO, R.F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.21-31, 2007 (supl. especial).
- DAUNCEY, M.J.; GILMOUR, R.S. Regulatory factors in the control of muscle development. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.55, p.543-559, 1996.
- DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. **Muscle biopsy: a modern approach**. London: W.B. Saunders Company Ltda, 1984. 472p.
- FIGUEIREDO, E.A.P.; AVILA, V.S.; BRUM, P.A.R. et al. **Frango de corte colonial EMBRAPA 041**. Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 2000. 8p. (Folder da linhagem).
- FOWLER, S.P.; CAMPION, D.R.; MARKS, H.L. et al. An analysis of skeletal muscle response to selection for rapid growth in japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*). **Growth**, v.44, p.235-252, 1980.
- MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semi-confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2322-2332, 2006.
- REMIGNON, H.; GARDAHAUT, M.F.; MARCHE, G. et al. Selection for rapid growth increases the number and the size of muscle fibres without changing their typing in chickens. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v.16, p.95-102, 1995.
- REMIGNON, H.; LEFAUCHEUR, L.; BLUM, J.C. et al. Effects of divergent selection for body weight on three skeletal muscles characteristics in the chicken. **British Poultry Science**, v.35, p.65-76, 1994.
- SARTORI, J.R.; GONZALES, E.; DAL PAI, V. et al. Tipos de fibras do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte machos de diferentes linhagens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.1, n.3, p.181-185, 1999.
- SERRANO, A.L.; PETRIE, J.L.; RIVERO, J.L. et al. Myosin isoforms and muscle fiber characteristics in equine *Gluteus medius* muscle. **Anatomical Record**, v.224, p.444-451, 1996.
- SMITH, J.H. Relation of body size to muscle cell size and number in the chicken. **Poultry Science**, v.42, p.283-290, 1963.
- SPINDLER, A.A.; MATHIAS, M.M.; CRAMER, D.A. Growth changes in bovine muscle fiber types as influenced by breed and sex. **Journal of Food Science**, v.45, p.29-31, 1980.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT. User's guide**. Version 6.11. 4. ed. v. 2. Cary: SAS Institute Inc., 1996. 842p.