

# CRESCIMENTO PÓS-NATAL DO COELHO NORFOLK: CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS SOMÁTICOS E ÁREA DOS TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES<sup>1</sup>

VITALINO DALL PAI<sup>2</sup> e PAULO ROBERTO CURI<sup>3</sup>

**RESUMO** - A área das fibras musculares esqueléticas, o peso corporal, da carcaça, de um músculo, o volume gástrico, o comprimento do ceco e dos intestinos foram avaliados em coelhos Norfolk, do nascimento à 26ª semana. Para o estudo da área dos tipos de fibras musculares, segmentos do músculo flexor carpo-radial foram congelados a -70°C. Cortes obtidos em criostato com 8 µm de espessura foram corados pela Hematoxilina e Eosina e outros, incubados para as enzimas: SDH, NADH-TR e m-ATPase, após pré-incubação em meio ácido e alcalino. Os dados foram submetidos a testes estatísticos de significância. As variáveis estudadas revelaram acentuada correlação entre si. A razão peso da carcaça/peso corporal atingiu 55,1% na 10ª semana. Este valor revelou-se estável até a 22ª semana, diminuindo nas idades subsequentes. No período estudado, a área das fibras SO, FOG e FG aumentou 9,1 vezes, 12,4 vezes e 22,2 vezes respectivamente. Na 10ª semana, as fibras aeróbicas SO e FOG tenderam a estabilizar seu crescimento, enquanto que as fibras anaeróbicas FG revelaram ativo crescimento. Com a estabilização do crescimento das fibras SO e FOG, o aumento da massa muscular após a 10ª semana parece ocorrer principalmente pela hipertrofia das fibras anaeróbicas FG.

Termos para indexação: peso corporal, carcaça, músculo, estômago, ceco, intestinos.

## POSTNATAL GROWTH OF NORFOLK RABBIT: CORRELATION BETWEEN MUSCLE FIBER AREA AND SOME SOMATIC PARAMETERS

**ABSTRACT** - Skeletal muscle fibers areas, the weight of body, carcass and muscle, the gastric content and the length of intestines and caecum of Norfolk rabbit from neonate to 26th week were measured. Types of fibers and areas were studied in -70°C frozen blocks of flexor carpo radialis muscle. Some sections were stained with Haematoxylin and Eosin and others were submitted to SDH, NADH-TR and m-ATPase, followed by acid and alkali preincubations. All parameters revealed a high degree of correlation. Carcass weight/body weight ratio reached 55,1% at 10th week. From neonate to 26th week, the areas of SO, FOG and FG muscle fibers increased of x9.1, x12.4 and x22.2. While SO and FOG fibers tend to stabilize their growth at 10th week, FG fibers were active at this age. Due to early stabilization of SO and FOG fibers growth, the additional increase in muscle tissue is attributed mainly to hypertrophy of FG fibers.

Index terms: body weight, carcass, muscle, stomach, caecum, intestines.

## INTRODUÇÃO

Numerosas pesquisas relacionadas com o crescimento da musculatura esquelética de várias espécies animais de interesse zootécnico têm sido realizadas nestas últimas décadas, em íntima associação com modernos métodos de

manejo, nutrição, sanidade e melhoramento genético.

Nesta linha de contínua seleção de animais destinados à reprodução e produção de proteínas, destaca-se o coelho, não só pela qualidade de sua carne e utilidade de sua pele, mas sobretudo pelas suas características de rápido ganho de peso e facilidade de cria e reprodução.

O ganho de peso e o grau de musculação estão em íntima associação com a eficiência na conversão de proteínas de origem vegetal em proteínas de origem animal. Esta habilidade, embora variável entre indivíduos, raças e linha-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 13 de abril de 1992.

<sup>2</sup> Biol., Prof. Adjunto, Dep. de Morfologia, IB, UNESP, CEP 18600 Botucatu, SP.

<sup>3</sup> Biol., Prof. Titular, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP. CNPq.

gens (Harbison 1976), baseia-se notadamente na capacidade de fixar maior número de fibras musculares, as quais não se multiplicam na vida pós-natal e no grau de sua hipertrofia (Goldspink 1962, Rowe & Goldspink 1969).

O tecido muscular esquelético do coelho está constituído por três tipos básicos de fibras: SO [Slow Oxydative] com pequena área, metabolismo aeróbico e contração lenta; FG [Fast Glycolitic], com área maior, metabolismo anaeróbico e contração rápida; FOG [Fast Oxydative Glycolitic], com área intermediária, metabolismo aeróbico e glicolítico e contração rápida (Close 1972, Lobley et al. 1977). A frequência dos tipos de fibras determina as características metabólicas e contráteis do tecido muscular esquelético.

As fibras aeróbicas, por estarem associadas a processo contínuo de produção e consumo de energia, estão em íntima dependência de elevada troca de metabólitos e de oxigênio, tendo, portanto, pequena área. Já as fibras anaeróbicas, tendo reduzida taxa de trocas metabólicas e de oxigênio, são compatíveis com maior área, e portanto, com o processo de hipertrofia (Romanul 1964, Layman et al. 1980, Dall Pai et al. 1982, 1984).

A maioria das pesquisas sobre ganho de peso de coelhos em fase ativa de crescimento avalia parâmetros macroscópicos, como peso vivo, peso da carcaça, peso ósseo, peso de órgãos isolados, relação osso-carne e outros (Iliescu et al. 1974, Spers et al. 1974). Outros pesquisadores adotam modelos matemáticos, na previsão do ganho de peso final (Nunes & Curi 1985).

No entanto, poucos são ainda os trabalhos que se dedicam ao estudo do crescimento dos tipos básicos de fibras musculares esqueléticas, utilizando métodos histoenzimológicos.

Em coelhos da raça Norfolk de diferentes faixas etárias, a presente pesquisa visa quantificar a área dos tipos de fibras musculares esqueléticas e correlacioná-la com os parâmetros: peso corporal, peso da carcaça, peso muscular, volume gástrico e comprimento do ceco e dos intestinos. Além disto, pretende-se avaliar o grau de maturação do tecido muscular na idade do abate dos animais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na presente pesquisa foram utilizados quatorze grupos de cinco coelhos da raça Norfolk, fêmeas com idades variando do nascimento a 182 dias, criados e mantidos no Biotério Central da UNESP, Campus de Botucatu, SP. Os animais permaneceram alojados em gaiolas metálicas suspensas, munidas de bebedouros e comedouros automáticos, sendo a ração peletizada e de boa procedência, com nível protéico em torno de 15%.

Os diferentes grupos foram sacrificados a intervalos de duas semanas. Uma vez aferido o peso corporal e da carcaça, os animais foram eviscerados, seguindo-se a mensuração do volume gástrico e do comprimento dos intestinos delgado e grosso e do ceco.

A seguir, os músculos carpo-radiais de ambos os membros pélvicos foram removidos e pesados em balança analítica. O músculo do membro direito destinou-se ao estudo da morfologia geral. Assim, segmentos da região mediana deste músculo foram imersos em formalina 10%, tamponada, durante 48 horas, seguindo-se a lavagem em água corrente, desidratação em álcool etílico de concentrações crescentes, diafanização em xilol e inclusão em parafina. Cortes com 5-7  $\mu\text{m}$  de espessura foram corados pelos métodos da Hematoxilina e Eosina e Tricrômico de Masson (McManus & Mowry 1960).

O músculo do membro pélvico esquerdo destinou-se ao estudo das características metabólicas e contráteis dos tipos de fibras. Assim, segmentos deste músculo foram imersos em N-Hexana a  $-70^{\circ}\text{C}$  durante dois minutos (Chayen et al. 1969). Após este tempo, o material foi transferido para a câmara de um micrótomo criostato, a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Cortes com 10  $\mu\text{m}$  de espessura foram corados pelo método da Hematoxilina e Eosina e outros, submetidos às reações para as enzimas: Succinato desidrogenase (Nachlas et al. 1957), Nicotinamida Adenina, Dinucleotídeo Diaforase (Novikoff et al. 1961) e ATPase miofibrilar em pH 9,4, após pré-incubação em meio alcalino (pH 10,4) e em meio ácido (pH 4,6) (Guth & Samaha 1969).

Com base na reatividade a estas enzimas, as fibras foram classificadas conforme a nomenclatura de Peter et al. (1972), SO (Slow Oxydative), FG (Fast Glycolitic) e FOG (Fast Oxydative Glycolitic).

Após a identificação dos três tipos de fibras, com o auxílio de uma câmara clara acoplada a um microscópio e ampliação de 850x foram traçados os contornos de 25 fibras de cada tipo, para cada animal. A seguir, com um planímetro, foram calculadas as áreas de cada

fibra muscular, assim como a área média de cada subpopulação, juntamente com o desvio-padrão.

De posse das variáveis peso corporal (P), peso da carcaça (p), peso do músculo (pm), volume gástrico (v), comprimento do intestino delgado (id), do intestino grosso (ig) e do ceco (c) e área das fibras SO, FOG e FG, efetuou-se a análise de regressão entre pares de variáveis, juntamente com o cálculo dos coeficientes de correlação e de determinação, da análise de variância (estatística F) e seu respectivo nível de significância. Foram também calculados os valores estimados (Y) e a diferença (Yobs-Y) em cada idade, além das taxas geométricas de crescimento. Os resultados foram apresentados em figuras contendo as curvas estimadas e os pontos observados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao nascimento, o músculo flexor carpo-radial do coelho da raça Norfolk revelou-se constituído por uma população de fibras indiferenciadas (I), com diferentes áreas, havendo predominância da forma arredondada e agrupadas em fascículos com delimitações incompletas. Com base na reação SDH NADH-TR, foram reconhecidos dois grupos de fibras, escuras e claras, cujos limites de separação são pouco nítidos. Já na reação m-ATPase, algumas fibras mostram reação mais intensa do que outras (Fig. 1).

A partir da segunda semana, o músculo em estudo revela-se formado por vários fascículos de fibras agrupadas, possuindo contornos poli-

gonais e diferentes áreas. Foram reconhecidas três subpopulações de fibras: SO (Slow Oxidative), com intensa reação SDH e NADH-TR, e fraca a negativa reação para m-ATPase, após pré-incubação alcalina e reação intensa após pré-incubação em meio ácido; FG (Fast Glycolytic), tendo fraca reação para SDH e NADH-TR e forte reação para m-ATPase, após pré-incubação em meio alcalino, e moderada após pré-incubação em pH ácido; FOG (Fast Oxidative Glycolytic), com intensa reação para SDH e NADH-TR, além de reação intensa para m-ATPase após pré-incubação em meio alcalino, e reação fraca a negativa após pré-incubação em meio ácido (Fig. 2, 3 e 4).

Os resultados relativos ao peso corporal, peso da carcaça, peso do músculo, volume gástrico e comprimento dos intestinos e do ceco estão na Tabela 1. As áreas médias das fibras indiferenciadas e dos tipos SO, FOG e FG estão na Tabela 2. As taxas geométricas de crescimento estão na Tabela 3.

As relações percentuais entre o peso da carcaça e peso corporal nas diferentes idades estão na Tabela 4. As curvas de crescimento das variáveis estudadas, as equações do crescimento, e os coeficientes de determinação estão nas Fig. 5 e 6. A Fig. 7 contém as curvas de crescimento dos diferentes tipos de fibras musculares.

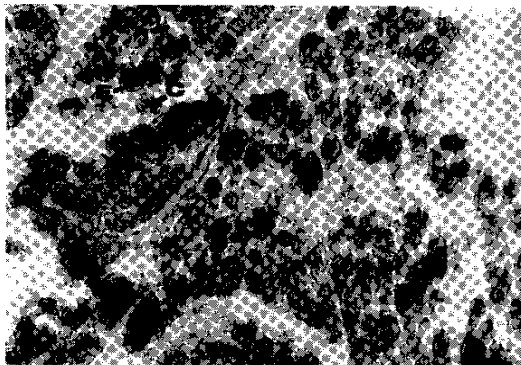


FIG. 1. Músculo flexor carpo radial (corte transversal) do coelho Norfolk ao nascimento. Fibras Escuras (E); Fibras Claras (C). SDH. 190X.

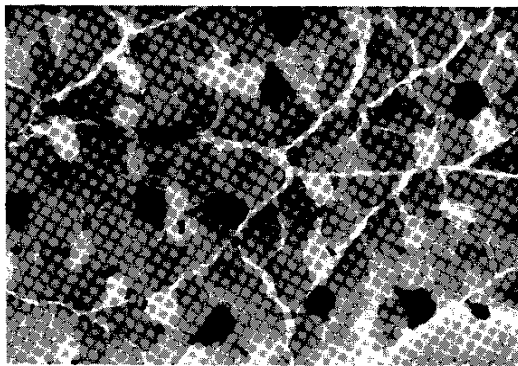


FIG. 2. Músculo flexor carpo radial do coelho Norfolk com 6 semanas. Fibras FOG (1), FG (2), SO (3). m-ATPase, após pré-incubação em pH 4,6. 190X.

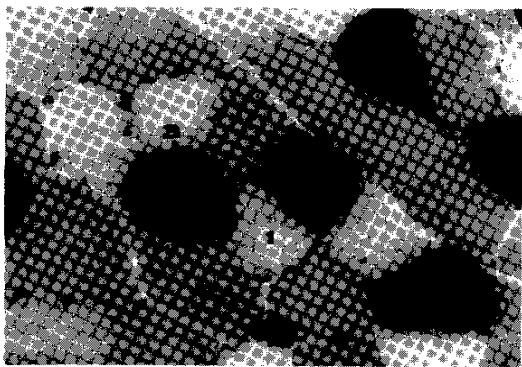


FIG. 3. Músculo flexor carpo radial do coelho Norfolk com 18 semanas. Fibras FOG (1), FG (2), SO (3). m-ATPase, após pré-incubação em pH 4,6. 190X.

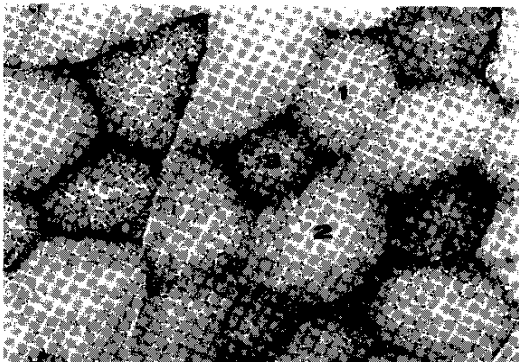


FIG. 4. Músculo flexor carpo radial do coelho Norfolk com 26 semanas. Fibras FOG (1), FG (2), SO (3). NADH-TR. 190X.

Ao nascimento, o peso corporal e o da carcaça de coelhos da raça Norfolk foi de 59,08 g e 14,1 g, respectivamente. Assim, o peso da carcaça representou 31,1% do peso corporal. Pesquisas desta natureza e envolvendo maior número destes animais, revelaram um peso inicial de 73,0 g (Nunes & Curi 1985). O peso inicial, além de ser variável entre as diferentes raças de coelhos, é muito dependente do tamanho da ninhada (Nunes 1978, Nunes et al. 1982).

A importância do peso inicial sobre o desenvolvimento e ganho de peso da massa muscular parece depender de fatores genéticos e do estado nutricional no período da gestação. Neste

sentido, os efeitos da desnutrição foram mensurados em carneiros, suínos e ratos recém-nascidos (Everitt 1968, Robinson 1969, Bedi et al. 1982). Nestes animais, os autores detectaram redução do número de fibras musculares. Em suínos recém-nascidos, tem sido demonstrado que o peso inicial e o número de fibras musculares estão relacionados ao local do útero em que se processa a gestação e que as alterações observadas são similares às induzidas pela desnutrição (Wigmore & Stickland 1983).

O ajuste do crescimento das estruturas em função da idade do animal mostrou-se adequado em todas as situações estudadas com coeficientes de determinação maiores que 0,95 ( $P < 0,001$ ). Em pesquisas desta natureza, a excelência da aplicação de regressão assintóticas foi salientada anteriormente por Stevens (1951).

No estudo do ajuste do crescimento das variáveis desta natureza utilizamos regressões assintóticas, como a função de Gompertz, uma vez que tal metodologia demonstrou melhor adaptação do que a função polinomial (Vieira & Mischak 1976). A utilização da função de Gompertz tem-se revelado mais eficiente na interpretação do acréscimo de crescimento das variáveis, uma vez que seus valores aumentam até certos limites, com tendência à estabilização.

Com relação ao aumento ponderal de coelhos da raça Norfolk, destaca-se que, na 26ª semana, os pesos corporal e da carcaça atingiram 4252,4 g e 2193,6 g, respectivamente, sendo que o peso da carcaça representou 51,6% do peso corporal. Até esta idade, o peso corporal e o da carcaça revelaram um aumento de 71,1 vezes e 120,1 vezes o peso inicial (duas semanas), respectivamente. No entanto, a faixa de interesse econômico da carcaça situou-se em torno da 10ª semana, com peso corporal e da carcaça atingindo 1868,06 g e 1029,3 g, respectivamente. Assim, o peso da carcaça representou 55,1% do peso corporal. Esta relação manteve-se em torno de 53-54% até a 22ª semana, diminuindo nas idades subsequentes.

O abate de coelhos da raça Norfolk na UNESP-Botucatu, SP, é praticado com peso

**TABELA 1.** Médias e desvios-padrão do peso corporal (P), peso da carcaça (PC), peso do músculo (pm), volume gástrico (v) e comprimento do intestino (id), do ceco (c) e do intestino grosso (ig) do coelho Norfolk do nascimento à 26ª semana.

Coelhos semanas	P (g)	PC (g)	pm (mg)	v (cm <sup>3</sup> )	id (m)	c (m)	ig (m)
0	59,08 ± 3,87	18,14 ± 1,57	0,0112 ± 0,0013	12,88 ± 0,55	0,49 ± 0,01	0,058 ± 0,004	0,057 ± 0,002
2	257,5 ± 4,9	92,26 ± 2,6	0,16 ± 0,003	42,72 ± 4,78	1,20 ± 0,03	0,133 ± 0,009	0,406 ± 0,018
4	460,6 ± 17,2	212,7 ± 3,7	0,221 ± 0,006	73,4 ± 2,9	1,70 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,69 ± 0,03
6	1359,1 ± 40,0	545,1 ± 18,8	0,32 ± 0,03	93,2 ± 2,8	1,90 ± 0,08	0,32 ± 0,02	0,93 ± 0,02
8	1733,5 ± 28,8	894,30 ± 9,0	0,36 ± 0,03	172,40 ± 4,0	3,08 ± 0,06	0,38 ± 0,02	1,13 ± 0,03
10	1868,06 ± 111,25	1029,3 ± 33,3	0,433 ± 0,032	184,96 ± 9,2	2,83 ± 0,11	0,43 ± 0,03	1,20 ± 0,02
12	2321,46 ± 31,6	1240,05 ± 73,1	0,475 ± 0,028	199,86 ± 9,2	2,95 ± 0,05	0,51 ± 0,02	1,30 ± 0,09
14	2471,3 ± 115,9	1333,9 ± 47,5	0,520 ± 0,017	222,42 ± 9,9	3,15 ± 0,08	0,48 ± 0,02	1,41 ± 0,03
16	3189,0 ± 96,8	1717,8 ± 14,8	0,543 ± 0,017	227,2 ± 11,8	3,19 ± 0,02	0,52 ± 0,03	1,44 ± 0,04
18	3307,4 ± 141,1	1786,16 ± 55,8	0,562 ± 0,005	238,70 ± 6,56	3,29 ± 0,08	0,54 ± 0,05	1,47 ± 0,04
20	3832,4 ± 35,4	2045,5 ± 18,4	0,651 ± 5,3	246,1 ± 5,3	2,57 ± 0,14	0,57 ± 0,03	1,51 ± 0,03
22	3932,6 ± 58,7	2127,6 ± 36,1	0,699 ± 0,028	254,4 ± 5,1	2,81 ± 0,07	0,57 ± 0,03	1,54 ± 0,03
24	4235,3 ± 82,4	2222,1 ± 28,6	0,711 ± 0,027	259,9 ± 7,6	3,10 ± 3,08	0,58 ± 0,04	1,58 ± 0,04
26	4251,4 ± 99,5	2193,6 ± 99,6	0,706 ± 0,068	294,2 ± 7,9	3,09 ± 0,06	0,61 ± 0,03	1,59 ± 0,05

corporal em torno de 2.000 g e com peso da carcaça próximo de 1.050 g. No Brasil, via de regra, o abate é efetuado com peso vivo de 2.000 g a 2.500 g, estando, portanto, com a faixa etária além do maior ganho de peso da carcaça.

Além disso, a maturação do tubo digestivo nas diferentes raças de coelhos completa-se em torno da 8ª semana (Lang 1981). Assim, o abate dos coelhos desta raça em torno da 10ª semana, é favorável, uma vez que, além de o peso da carcaça ser máximo em relação ao peso corporal, o tecido muscular atingiu sua maturidade.

Ao nascimento, as fibras do músculo em estudo revelaram pequena área, contornos arredondados e organização fascicular incompleta. Além disto, as fibras revelaram diferentes intensidades de reação às enzimas, que demonstram o metabolismo e a habilidade contráctil, estando, portanto, em estágio indiferenciado. Já a partir da 2ª semana, três subpopulações de fibras SO, FOG e FG foram detectadas, com diferentes áreas e velocidades de crescimento. De acordo com a literatura, a massa muscular, em determinada idade, é função do grau de hiper-

**TABELA 2. Médias e desvio-padrão da área ( $\mu\text{m}^2$ ) das fibras I, SO, FOG e FG do músculo carpo radial do coelho Norfolk, do nascimento à 26ª semana.**

Idade semanas	Fibras			
	I	SO	FOG	FG
0	149,6 ± 30,8	-	-	-
2	-	162,0 ± 23,3	160,9 ± 16,2	316,9 ± 73,1
4	-	176,9 ± 23,3	222,1 ± 65,9	442,7 ± 57,1
6	-	282,5 ± 18,4	290,1 ± 64,8	557,3 ± 76,1
8	-	1079,2 ± 140,2	1233,4 ± 86,3	1490,1 ± 132,4
10	-	1298,3 ± 41,5	1397,4 ± 54,9	1942,8 ± 141,5
12	-	1119,7 ± 79,0	1532,4 ± 131,5	2407,2 ± 127,10
14	-	1250,8 ± 40,4	1716,8 ± 42,6	2693,7 ± 62,7
16	-	1321,5 ± 28,4	1838,9 ± 153,5	2480,8 ± 83,4
18	-	1259,6 ± 72,1	1395,2 ± 41,2	2667,0 ± 131,8
20	-	1341,7 ± 34,7	1480,7 ± 35,3	3119,5 ± 196,4
22	-	1502,8 ± 112,2	1863,0 ± 51,5	3309,1 ± 175,0
24	-	1350,4 ± 72,1	1885,6 ± 56,7	3251,1 ± 146,9
26	-	1374,8 ± 109,2	1859,0 ± 83,4	3322,6 ± 190,3

**TABELA 3. Taxas geométricas de crescimento dos parâmetros: peso corporal (P), peso da carcaça (p), peso do músculo (pm), volume gástrico (v), comprimento do intestino delgado (id), do ceco (c) do intestino grosso (ig) e da área das fibras SO, FOG e FG do coelho Norfolk, durante o crescimento (2ª a 26ª semanas).**

Idade semanas	Parâmetros									
	P	p	pm	v	id	c	ig	SO	FOG	FG
2	301	137	0,044	18,27	0,196	0,044	0,122	108,15	208,53	452,41
4	272	127	0,38	14,23	0,160	0,031	0,095	90,39	163,88	361,42
6	245	119	0,035	12,29	0,154	0,025	0,082	75,54	128,79	288,73
8	221	111	0,033	11,08	0,125	0,022	0,074	63,13	101,21	230,66
10	200	103	0,031	10,22	0,112	0,019	0,069	52,77	79,54	184,27
12	180	96	0,030	9,57	0,102	0,018	0,064	44,10	62,51	147,21
14	163	90	0,029	9,06	0,082	0,016	0,061	36,86	49,13	117,60
16	147	84	0,028	8,63	0,060	0,015	0,058	30,80	38,61	93,95
18	132	80	0,027	8,27	0,060	0,014	0,056	25,74	30,34	75,06
20	120	73	0,027	7,96	0,051	0,014	0,054	21,52	23,84	59,96
22	108	68	0,026	7,69	0,049	0,013	0,052	17,98	18,74	47,90
24	97	63	0,026	7,46	0,049	0,013	0,050	15,03	14,73	38,27
26	88	59	0,025	7,24	0,046	0,012	0,049	12,56	11,53	30,57

trofia destas fibras, cuja frequência nos diferentes músculos é mantida constante durante o

crescimento (Guth & Yellin 1971, Lobley et al. 1977).

**TABELA 4.** Relação (%) entre peso da carcaça e peso corporal do coelho Norfolk, com idades do nascimento à 26ª semana.

Idades semanas	Peso corporal (g)	Peso carcaça (g)	Relação peso da carcaça Peso corporal
0	59,8	18,14	30,72
2	257,5	92,26	35,82
4	460,6	212,7	46,17
6	1359,01	545,1	40,10
8	1733,5	849,3	48,99
10	1868,06	1029,3	55,09
12	2321,46	1240,5	53,43
14	2471,3	1333,9	53,97
16	3189,0	1717,8	53,97
18	3307,4	1756,16	54,00
20	3832,4	2045,5	53,37
22	3932,6	2127,6	54,10
24	4235,3	2222,1	52,46
26	4251,4	2193,6	51,59

À semelhança das variáveis macroscópicas, o crescimento das três variedades de fibras musculares também ocorreu segundo um processo exponencial. No período do crescimento ativo, o aumento da área das fibras revelou-se mais acentuado nas fibras FG. Como consequência, as fibras revelaram contínuo ganho em área, porém com tendência à estabilização nas idades mais adiantadas. Com base nas observações enzimáticas e nas medidas da área, o crescimento das fibras musculares enquadrou-se na teoria polifásica proposta por Goldspink (1962). Assim, as fibras com pequeno diâmetro, contornos arredondados e padrão enzimático com características indiferenciadas, correspondeu ao estágio monofásico, com único tipo de fibras de aspecto indiferenciado, o qual se estende até a 2ª semana. Após esta idade, algumas fibras revelaram acelerado processo de hipertrofia e diferenciação enzimática, originando as fibras anaeróbicas (FG), cuja velocidade de crescimento é mais acelerada do que as fibras remanescentes, caracterizando assim, o estágio bifásico.

As fibras restantes diferenciaram-se em um tipo de fibra com metabolismo aeróbico e anaeróbico e contração rápida - as fibras FOG -, e em outro, com metabolismo aeróbico e velocidade de contração lenta - as fibras SO -, caracterizando, assim, o estágio polifásico do músculo. A observação de que as fibras SO e FOG estabilizam seu crescimento em período mais precoce do que as fibras FG foi descrita em outras espécies animais (Haltia et al. 1978, Dall Pai et al. 1982, 1984).

De acordo com a literatura, a explicação para este crescimento diferenciado reside na habilidade metabólica, no grau de capilarização e nas características contrácteis das fibras (Bendal & Voyle 1967, Ashmore et al. 1972). Segundo estes autores, à medida que a hipertrofia das fibras se processa, a área do sarcoplasma atinge determinado estágio onde o suprimento de metabólitos e de oxigênio, assim como a remoção dos produtos do metabolismo, atingem níveis críticos. Neste estágio, a fibra ou inicia processo de divisão celular ou é passível de degeneração. No entanto, estes processos não foram observados no tecido muscular em fase de crescimento (Layman et al. 1980).

A observação das preparações das Fig. 2 a 4 revela que a concentração de fibras FG é maior do que a de fibras SO e FOG, sendo esta característica também observada em outros músculos do coelho (Guth & Yellin 1971, Groschel-Stewart et al. 1973), sendo parcialmente responsável pela coloração róseo-clara do tecido muscular. Além do crescimento ativo, que se prolonga nas idades subseqüentes ao período do abate, este tipo de fibra revela baixos níveis de colesterol e maior número de miofilamentos protéicos, cujos diâmetros são maiores em relação aos demais tipos de fibras (Bourne 1972).

Em suma, a aplicação de métodos estatísticos e laboratoriais no estudo das características do tecido muscular de animais de interesse econômico, além do interesse biológico, contribui com valiosos subsídios que revelam as características morfológicas, a composição, o crescimento e o grau de maturação do tecido muscular do animal por ocasião do abate comercial.

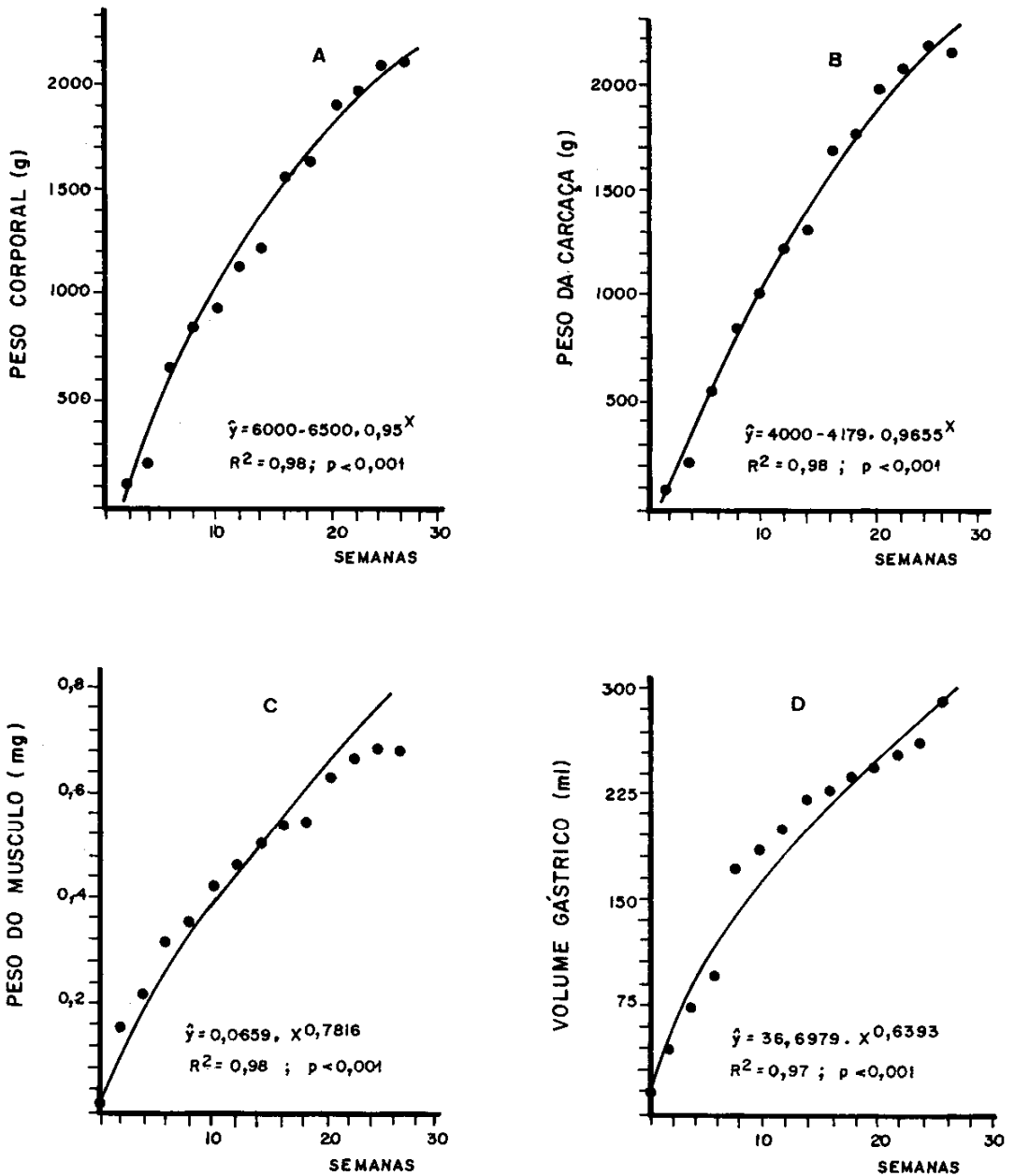


FIG. 5. Regressão dos parâmetros peso corporal (A), peso da carcaça (B), peso do músculo (C) e volume gástrico (D) em função da idade dos coelhos.



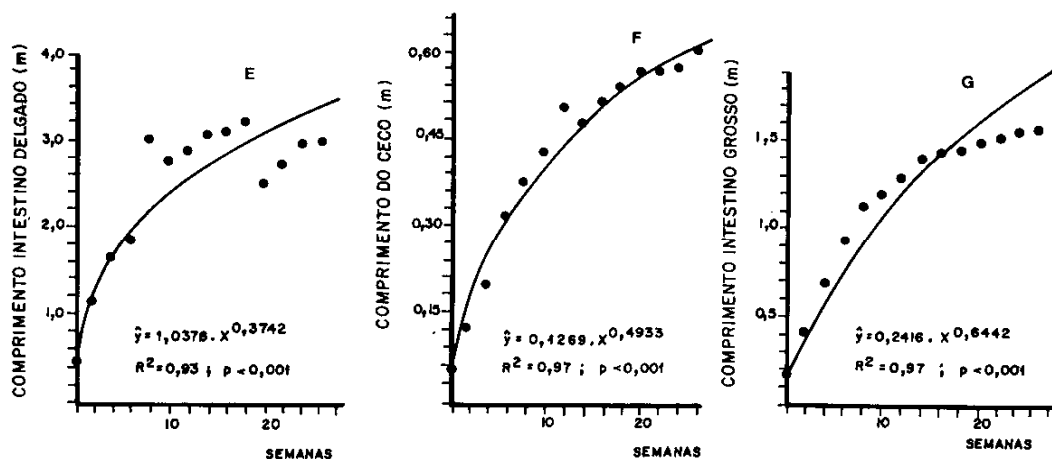


FIG. 6. Regressão do comprimento do intestino delgado (E), do ceco (F) e do intestino grosso (G) em função da idade dos coelhos.

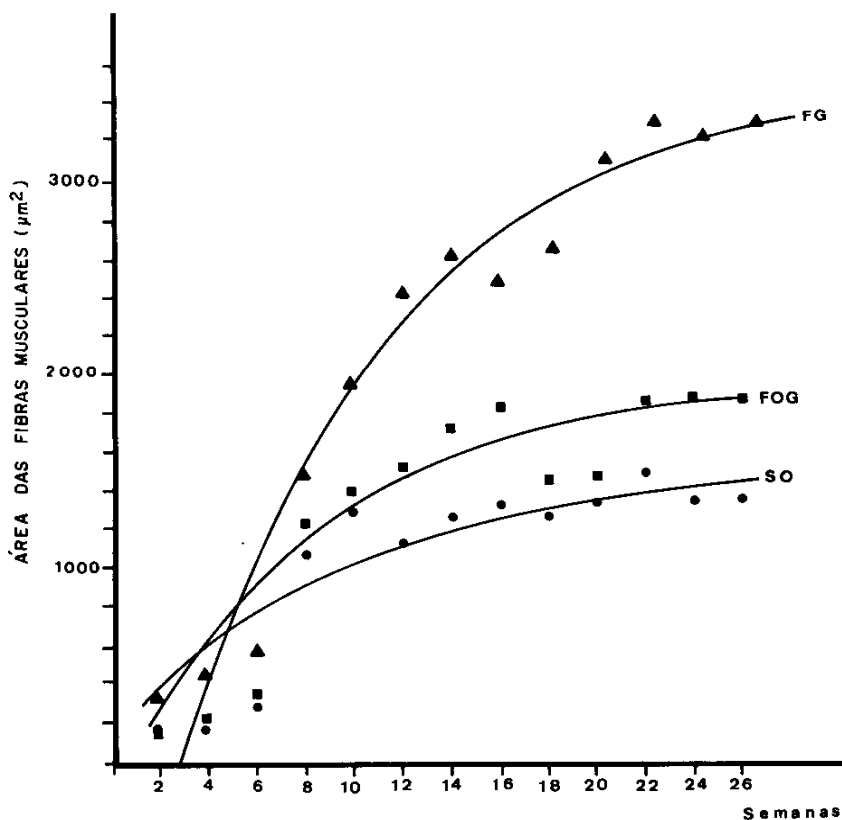


FIG. 7. Regressão da área das fibras musculares SO, FOG e FG em função da idade dos coelhos.

## CONCLUSÕES

1. As variáveis área dos tipos de fibras musculares, peso corporal, peso da carcaça, peso muscular, volume gástrico e comprimento do ceco e dos intestinos delgado e grosso revelaram acentuada correlação entre si, especialmente no período ativo do crescimento.

2. Em torno da 10ª semana, o peso da carcaça atingiu 55,1% do peso corporal, sendo este o período mais apropriado para o abate comercial.

3. Até a 2ª semana, o músculo flexor longo dos dedos revelou fibras de aspecto indiferenciado. Após esta idade, três tipos de fibras foram reconhecidos: SO (Slow Oxydative), FOG (Fast Oxydative Glycolitic) e FG (Fast Glycolitic), havendo reduzida frequência de fibras SO.

4. Os três tipos de fibras musculares revelaram diferentes taxas geométricas de crescimento. As fibras SO e FOG tendem a estabilizar seu crescimento em torno da 10ª semana, enquanto que para as fibras FG, as taxas geométricas de crescimento mantêm-se elevadas nas idades subseqüentes.

5. Do nascimento à 26ª semana, o peso corporal aumentou 71,1 vezes, e o da carcaça, 120,9 vezes. Neste período, o aumento da área das fibras SO, FOG e FG foi de 9,1 vezes, 12,4 vezes e 22,4 vezes, respectivamente.

6. Até a 10ª semana, o peso corporal aumentou 31,6 vezes e o da carcaça, 56,7 vezes. Já a área das fibras SO, FOG e FG aumentou de 8 vezes, 8,6 vezes e 6,1 vezes, respectivamente.

7. Com a estabilização do crescimento das fibras SO e FOG, o aumento da massa muscular após o período do abate comercial parece ocorrer principalmente por hipertrofia das fibras FG.

## REFERÊNCIAS

ASHMORE, L.R.; TOMPKIS, G.; DOER, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.34, p.37-41, 1972.

BEDI, K.S.; BIRZGALIS, A.R.; MAHON, M.; SMART, S.; WAREHAM, A.C. Early life un-

dernutrition in rats. 1. Quantitative histology of skeletal muscle from underfed young rats and adult refeed animals. *British Journal of Nutrition*, v.47, p.417-431, 1982.

BENDAL, J.R.; VOYLE, C.A. Study of the histologic changes in the growing muscle of beef animals. *Journal of Food Technology*, Oxford, v.2, p.259-283, 1967.

BOURNE, G.H. *The structure and function of muscle*. 2. ed. New York: Academic Press, 1972. v.1.

CLOSE, R.I. dynamic properties of mammalian skeletal muscle. *Physiological Reviews*, Bethesda, v.52, p.129-197, 1972.

CHAYEN, J.; BITENSKI, L.; BUTCHER, R.G.; POULTER, L.W. *A guide to practical histochemistry*. London: Oliver & Boyd, 1969.

DALL PAI, V.; COSTA, I.R.S.; CURI, P.R. Postnatal growth of fibers of *M. gracilis* (Pars caudalis) in both sexes of rats. *Anatomischer Anzeiger*, Jena, v.152, p.53-59, 1982.

DALL PAI, V.; THOMAS, E.; CURI, P.R. Postnatal growth of skeletal muscle fibres of the rat. *Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch*, Leipzig, v.130, p.827-834, 1984.

EVERITT, G.C. Prenatal development of uniparous animals with particular reference to the influence of maternal nutrition in sheep. In: *GROWTH and development of Mammals*. London: Lodge and G.E. Lamming, 1968. p.131-157.

GOLDSPINK, G. Studies of postembryonic growth and development of skeletal muscle. I. Evidence of two phases in which striated muscle fibers are able to exist. *Proceeding of Royal Society Academy*, Dublin, v.62, p.135-150, 1962.

GROSCHEL-STEWART, V.; MESCHEDÉ, K. LEHR, I. Histochemical and immunohistochemical studies on mammalian striated muscle fibers. *Histochemie*, v.33, p.79-85, 1973.

GUTH, L.; SAMAHA, F.J. Qualitative differences between actomyosin ATPase of slow and fast mammalian muscle. *Experimental Neurology*, v.25, p.138-152, 1969.

GUTH, L.; YELLIN, H. The dynamic nature of the called "fiber types" of mammalian skeletal muscle. *Experimental Neurology*, v.31, p.277-300, 1971.

HALTIA, M.; BERLIN, O.; SCHUCHT, H.; SOURANDER, P. Postnatal differentiation and

- growth of skeletal muscle fibres in normal and undernourished rats. *Journal of Neurology Science*, Amsterdam, v.36, p.25-39, 1978.
- HARBISON, S.A. Muscle growth in genetically different lines of swine. *Growth*, v.40, p.253-283, 1976.
- ILIESCU, D.H.; MELICIO, A.T.; SPERS, A. Efeito do sexo e peso vivo nas características quantitativas e qualitativas dos coelhos Norfolk ao abate. I. Peso e rendimento de vísceras, cabeça e couro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, 1974. p.138.
- LANG, J. The nutrition of the commercial rabbit. Part 1. Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B*, v.51, p.197-217, 1981.
- LAYMAN, D.K.; HEGARTY, P.V.J.; SWAN, P.B. Comparison of morphological and biochemical parameters of growth in rat skeletal muscles. *Journal of Anatomy*, London, v.130, p.159-171, 1980.
- LOBLEY, G.E.; WILSON, A.B.; BRUCE, A.S. An estimation of the fibre type composition of eleven skeletal muscles from New Zealand white rabbits between weaning and early maturity. *Journal of Anatomy*, v.123, p.501-513, 1977.
- McMANUS, J.F.A.; MOWRY, R.W. *Staining methods: Histologic and Histochemical*. New York: Paul Hoeber Inc., 1960.
- NACHLAS, M.M.; TSOU, K.C.; SOUZA, E.; CHENG, C.S.; SELIGMAN, A.M. Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenil substituted ditetrazole. *Journal Histochem. Cytochem.*, v.5, p.420-436, 1957.
- NOVIKOFF, A.B.; SHIN, W.; DRUCKER, J. Mitochondrial localization of oxydative enzymes. Staining results with two tetrazolium salts. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, v.9, p.47-61, 1961.
- NUNES, J.R.V. Relação entre tamanho da ninhada e o peso ao nascer do coelho Norfolk. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 15., 1978, Belem. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1978. p.234.
- NUNES, J.R.V.; CURI, P.R. Estudo comparativo do crescimento pós-natal de coelhos Norfolk, California e Nova Zelândia. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.14, p.313-325, 1985.
- NUNES, J.R.V.; MOURA, A.S.A.M.T.; POLASTRE, R. Influência do tamanho da ninhada sobre o desempenho de coelhos Norfolk. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CUNICULTURA, 2., 1982, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1982. p.120.
- PETER, J.B.; BARNARD, R.J.; EDGERTON, V.R.; GILLESPIE, C.A.; STEMPER, K.E. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. *Biochemistry*, v.11, p.2627-2633, 1972.
- ROBINSON, D.W. The cellular response to porcine skeletal muscle to prenatal and neonatal nutritional stress. *Growth*, v.33, p.231-240, 1969.
- ROMANUL, F.C.A. Enzymes in muscle. I. Histochemical studies of enzymes in individual muscle fibres. *Archives of Neurology*, v.11, p.355-368, 1964.
- ROWE, R.W.D.; GOLDSPIK, G. Muscle fibre growth in five different muscle of both sexes of mice. I. Normal mice. *Journal of Anatomy*, v.104, p.519-530, 1969.
- SPERS, A.; ILIESCU, D.H.; NUNES, J.R.V.; MELÍCIO, A.T. Efeito do sexo e peso vivo nas características quantitativas e qualitativas de coelhos Norfolk, ao abate. III. Peso e relação carne-osso na carcaça e cortes cárneos. *Atualidades Veterinárias*, São Paulo, v.3, n.18, p.79, 1974.
- STEVENS, W.L. Asymptotic regression. *Biometrics*, v.7, p.247-267, 1951.
- VIEIRA, S.; MISCHAN, M.M. A logística e a Gompertz; duas funções alternativas no estudo de dados de crescimento. *Ciência e Cultura*, v.28, p.950-952, 1976.
- WIGMORE, P.M.; STICKLAND, N.C. Muscle development in large and small pig fetuses. *Journal of Anatomy*, v.137, p.235-245, 1983.