

Aspectos genéticos da curva de crescimento de caprinos Anglo-Nubiano

Genetic aspects of the growth curve characteristics in Anglo-Nubian goats

SOUSA, José Ernandes Rufino de^{1*}; SARMENTO, José Lindenberg Rocha¹; SOUSA, Wandrick Hauus de²; SOUZA, Maria do Socorro Medeiros de³; SOUSA JÚNIOR, Severino Cavalcante de¹; DO Ó, Alan Oliveira¹; SANTOS, Gleyson Vieira dos¹

¹Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

²Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, Setor de Produção Animal, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

³Universidade Federal do Piauí, Departamento de Agronomia, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

*Endereço para correspondência: ernandes@ufpi.br

RESUMO

Foram utilizados dados de caprinos da raça Anglo-Nubiana controlados entre os anos de 1980 e 2005 na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA com o objetivo de estudar o ajuste das funções de Brody, Gompertz, Logístico, Richards e Von Bertalanffy sobre a curva de crescimento e estimar parâmetros genéticos para características obtidas a partir da função de melhor ajuste. Para o ajuste das curvas, foi utilizado o procedimento NLIN do *software Statistical Analysis System* (SAS), por meio do método de GAUSS. A curva de Brody foi a que promoveu melhor ajuste. Os valores do peso adulto e da taxa de maturação estimados pela função de Brody foram de 28,22kg e 0.0054/dia, respectivamente. A função de Brody foi usada para estimar parâmetros genéticos e componentes de (co)variância para características de importância econômica pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivadas (DFREML), com utilização do *software* WOMBAT. As estimativas de herdabilidade direta do peso à maturidade e da taxa de maturação foram, respectivamente, 0.10 e 0.12, e a herdabilidade direta dos outros pesos variaram de 0.10 a 0.28. Os resultados obtidos neste estudo indicam que o progresso genético esperado por meio de seleção massal é pequeno.

Palavras-chave: caprinos, herdabilidade, modelos não-lineares, peso

SUMMARY

Data of Anglo-Nubian goats from experimental herds of Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), recorded between 1980 and 2005 were used, with the objective to study the adjustment of Brody, Gompertz, Logístico, Richards and Von Bertalanffy functions on the growth curve and to estimate genetic parameters for the traits obtained from best fitting function. Functions were fitted using NLIN procedure of Statistical Analysis System software (SAS), by GAUSS method. The best fitting was obtained using the Brody function. The respective values of mature weight and maturation rate estimated by Brody function were 28.22kg and 0.0054/day. The Brody function was used to estimate genetic parameters and the (co)variance components for traits of economic importance using the Derivative Free Restricted Maximum Likelihood method, using the WOMBAT software. The estimates direct heritability of mature weight and maturation rate were, respectively, 0.10, and 0.12, and the direct heritability of other weights recorded ranged from 0.10 to 0.28. The results observed in this study indicates small genetic progress using individual selection.

Keywords: goats, heritability, non linear model, weight

INTRODUÇÃO

As análises de medidas repetidas são de fundamental importância na produção animal, pois incluem as situações em que as unidades experimentais ou indivíduos, são analisados ao longo de diversas condições de avaliação. Entre as medidas de crescimento corporal animal possíveis de utilização, uma das mais comuns, que não altera o organismo sob análise e que pode ser mensurada com facilidade e a baixo custo, é o peso em determinadas idades. Dados referentes a essas medidas distribuem-se ao longo do tempo de forma semelhante a curvas exponenciais e podem ser analisados por modelos que consideram relações não-lineares de peso e idade.

Entre as funções não lineares, as mais utilizadas na modelagem da curva de crescimento dos animais são as de Brody ou Monomolecular; Logística ou Autocatalítica; Von Bertalanffy; Gompertz, com os parâmetros a , b e k e a de Richards com um parâmetro a mais, o m . No entanto, estudos indicam que os modelos Logístico, seguido do Von Bertalanffy, são mais versáteis para ajustar dados de crescimento da maioria das espécies animais de importância econômica (FREITAS, 2005).

A identificação da função que possibilite melhor ajuste dos dados é de fundamental importância no estudo do crescimento. Os principais objetivos de modelagem da curva são a estimação dos parâmetros para as curvas e a identificação dos animais mais apropriados a determinados fins, como ganho de peso em uma fase da vida (MONTEIRO et al., 1998). Podem ainda ser descritos alguns índices capazes de auxiliar no melhoramento genético: taxa média de crescimento absoluto, taxa média de maturação absoluta, peso, grau

de maturidade e idade no ponto de inflexão, máxima velocidade de ganho de peso e máxima taxa de maturação (SANTORO et al., 2005).

No Brasil, estudos que envolvem a curva de crescimento em caprinos ainda são incipientes, com destaque para os trabalhos de Malhado et al. (2008), Carneiro et al. (2009) e Cruz et al. (2009). Entretanto, a modelagem da curva média de crescimento desses animais é de grande importância, pois alterações em seu formato podem interferir na eficiência do crescimento e da produção de carne dos animais.

O objetivo neste trabalho foi analisar modelos não-lineares para descrever o padrão da curva de crescimento e estimar parâmetros genéticos para os parâmetros da curva e pesos de caprinos da raça Anglo-Nubiana.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de produção de caprinos Anglo-Nubiano no período de 1980 a 2005, provenientes da Fazenda Experimental Pendência, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA. A fazenda situa-se no município de Soledade, região dos Cariris Velhos Paraibanos, à 546m de altitude e a 210km de João Pessoa. A média de temperatura máxima anual é 35°C e mínima 22°C com pequenas variações. A umidade relativa do ar se situa em torno de 50% e pluviosidade média de 390mm/ano, que varia entre 105 a 705mm/ano.

Os animais foram criados em sistema semi-intensivo em piquetes de pastagem nativa e nativa melhorada. Receberam suplementação alimentar a base de silagem de milho e sorgo, feno de maniçoba, palma forrageira (*Opuntia ficus* sp), e ração concentrada com 14 -

16% de proteína, quando necessária. A suplementação mineral foi constante durante todo o ano.

O rebanho era submetido a períodos de monta controlada, com duração de 40 a 60 dias, e início nos meses de março e novembro, com parições que se concentraram nos meses de fevereiro até abril e de agosto até setembro. Durante a estação de monta, as cabras recebiam suplementação alimentar em razão da escassez de forragem na região. As cabras em estro eram identificadas por intermédio de machos vasectomizados (rufião) e a monta era controlada a intervalos de, aproximadamente, 12 horas, até a não aceitação do reprodutor pela cabra. Os reprodutores eram utilizados por período máximo de três anos consecutivos e as cabras por, no máximo, sete anos. Havia também descartes em função de insucesso na fertilidade ao parto, habilidade materna e por enfermidades.

Após edição dos dados, haviam 4.313 observações de peso do nascimento ao 196.º dia de 946 caprinos, sendo que as pesagens eram intercaladas por períodos médios de 28 dias. Os pesos corporais foram distribuídos em seis classes de idade: a primeira classe constituída pela pesagem ao nascimento, a segunda pelos pesos aos 28.º e 56.º dias, a terceira por pesos aos 84.º e 112.º dias, a quarta pelos pesos ao 140.º dia, quinta pelos pesos ao 168.º dia, e a sexta pelos pesos ao 196.º dia de idade; em dois sexos: machos e fêmeas; em três tipos de nascimento: simples, duplo e triplo; em duas estações de pesagens: chuvosa (de março a julho) e seca (de agosto a fevereiro). Foram ainda mantidos no arquivo grupos de contemporâneos (formados por ano, estação de pesagem e classe de idade) com, no mínimo, três observações.

As classes de idade foram incluídas nos grupos de contemporâneos, para

diminuir a amplitude de idades dos animais comparados diretamente dentro de cada grupo. Essa decisão foi tomada com base na constatação, em análises prévias, de amplitude elevada de idades dentro dos grupos de contemporâneos formados anteriormente sem as classes, o que refletiu diretamente na elevação exacerbada da variância fenotípica. O critério utilizado para agrupamento das idades em classes foi a semelhança entre as idades analisadas.

Os animais foram separados da mãe ao nascimento, recebiam colostro três vezes ao dia, a partir do 10.º dia de vida recebiam dieta sólida e eram desaleitados no 70.º dia de vida. Esse manejo era adotado principalmente como forma preventiva da Artrite-Encefalite Caprina (CAE).

Foram ajustados os modelos Brody, Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Richards (Tabela 1) para estimar o crescimento do animal e os parâmetros da curva.

Tabela 1. Forma geral dos modelos não-lineares

Modelos	Fórmulas
Brody	$Y = A(1 - be^{-kt}) + \epsilon$
Von Bertalanffy	$Y = A(1 - be^{-kt})^3 + \epsilon$
Gompertz	$Y = Ae^{-be^{-kt}} + \epsilon$
Logístico	$Y = A(1 + be^{-kt})^{-1} + \epsilon$
Richards	$Y = A(1 - Be^{-kt})^{-m} + \epsilon$

Em que Y é o peso corporal à idade t; A, o peso assintótico quando t tende a mais infinito, ou seja, este parâmetro é interpretado como peso à idade adulta; B, uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de B é estabelecido pelos valores iniciais de Y e t; K é interpretado como taxa de maturação,

que deve ser entendida como a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, ou seja, como indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto; e M é o parâmetro que dá forma à curva. Sua fixação determina a forma da curva e, conseqüentemente, o ponto de inflexão. Assim, assumindo o ponto de inflexão do modelo de Richards igual a zero, obtém-se o modelo de Brody; quando igual a $2/3$, o modelo Von Bertalanffy; tendendo a um, o modelo de Gompertz; e se igual a dois, o modelo Logístico. Percebe-se, então, que os primeiros modelos são casos especiais do modelo Richards, que possui quatro parâmetros. No caso dos modelos não-lineares, não é possível resolver o sistema de equações formado diretamente, como ocorre no caso linear, uma vez que a resolução do sistema é dependente dos próprios parâmetros a serem estimados. Dessa forma, usa-se um processo iterativo para obtenção das estimativas dos parâmetros, o qual começa com valores iniciais, atribuídos aos próprios parâmetros a serem estimados. Calcula-se, então, a soma de quadrado do erro e, a cada passo, obtém-se um conjunto de estimativas atualizadas até o procedimento convergir para um vetor final de estimativas, para alcançar a soma mínima de quadrados do erro (SARMENTO et al. 2006a). Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton modificado por meio do procedimento NLIN do SAS (1999). O critério de convergência adotado foi 10⁻⁸. Os critérios utilizados para selecionar o modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: quadrado médio do resíduo (QMR) - calculado dividindo-se a soma de quadrados do resíduo, pelo número de observações, que é o estimador de máxima verossimilhança da variância residual;

desvio médio absoluto (DMA), que é

dado por: $DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$, obtido como

o somatório dos desvios médios em valores absolutos; coeficiente de determinação (R^2), obtido por meio do quadrado da correlação entre os pesos observados e estimados por uma função, que equivale a $1 - \left(\frac{SQR}{SQT_c} \right)$, em que SQR

é a soma de quadrados do resíduo e SQT_c a soma de quadrados total corrigida pela média; e percentual de convergência (%C) – considerando a existência ou não de convergência.

Em um segundo momento, depois de selecionado o melhor modelo, foram estimados os componentes de covariância e parâmetros genéticos para os pesos e os parâmetros da curva pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), mediante utilização do pacote estatístico WOMBAT (MEYER, 2006), com emprego de um algoritmo livre de derivadas para maximizar o Log da função de verossimilhança.

O modelo animal utilizado apresentava a seguinte forma geral:

$$Y = X \beta + Z_1 a + Z_2 m + \varepsilon ;$$

Em que: Y representa os parâmetros A , B e K e os pesos estimados ao nascimento, 28, 56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias de idade; β , o vetor de efeitos fixos no modelo; a , o vetor dos efeitos genéticos diretos; m , o vetor dos efeitos genéticos maternos, X , Z_1 e Z_2 são as matrizes de incidência e ε o vetor de resíduos aleatórios.

Os efeitos fixos considerados na análise foram sexo da cria, tipo de nascimento e grupo de contemporâneos (formados por ano e estação de pesagem e classe de idade), além da covariável idade da cabra ao parto.

Os componentes genéticos maternos e de ambiente permanente não foram incluídos para as características, peso à idade adulta (A), taxa de maturação (K) e grau de maturidade do animal ao nascimento (constante de integração B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o valor do peso adulto (A), obtido pelos cinco modelos (Tabela 2), pode-se verificar que a estimativa desse parâmetro foi maior para o modelo de Richards (31,47), seguido pelos modelos Brody (28,22), Bertalanffy (22,55), Gompertz (21,41) e Logístico (19,79).

Outro parâmetro de grande importância é o k, que representa a taxa de maturidade do animal, e indica a velocidade de crescimento para atingir o

peso assintótico. Dessa forma, animais com altos valores de k apresentam maturidade precoce em comparação a animais de valores menores e com pesos iniciais similares. Na estimativa da taxa de maturação (k), pôde-se perceber que o valor variou de 0,0040 a 0,0229/dia, em função do modelo.

De acordo com os critérios QMR, DMA e R² cujos valores são apresentados na Tabela 2, Brody e Richards foram as funções que melhor ajustaram os dados e descreveram o crescimento dos animais em estudo, sendo superior em todos os critérios mencionados acima. No entanto apesar do bom ajuste, o modelo Richards apresentou problemas quanto à convergência no processo iterativo, possivelmente por esse modelo necessitar estimar um parâmetro a mais.

Tabela 2. Estimativa de Parâmetros e critérios de avaliação para os modelos estudados

Modelo	Parâmetros				Critérios			
	A	B	K	M	QMR	DMA	R ²	C (%)
Brody	28,2264	0,8987	0,0054	-	8,7967	2,1021	0,7761	90,44
Bertalanffy	22,5529	0,4821	0,0113	-	8,8554	2,1246	0,7746	96,84
Gompertz	21,4155	0,6297	0,0143	-	8,9078	2,1421	0,7733	97,99
Logístico	19,7933	1,4808	0,0229	-	9,1056	2,2059	0,7685	96,39
Richards	31,4740	0,9383	0,0040	0,8674	8,7944	2,1020	0,7761	73,89

QMR = quadrado médio do resíduo, DMA = desvio médio absoluto, R² = coeficiente de determinação e C (%) = percentual de convergência.

O percentual de convergência (%C) dos modelos Bertalanffy, Gompertz e Logístico apresentaram valores muito próximos e superiores ao dos outros dois modelos. Malhado et al. (2008) em estudo com caprinos da raça Anglo-Nubiana encontraram resultados semelhantes. De acordo com Souza & Bianchini Sobrinho (1994) quanto maior o número de

convergências individuais em relação ao número total de animais, melhor tende a ser o modelo.

Quanto ao comportamento gráfico das curvas de crescimento ajustadas pelas funções não-lineares (Figura 1), observam-se ajustes similares praticamente em todas as idades entre os modelos analisados. As curvas Logística e Richards

superestimaram o peso ao nascer e o peso aos 112 dias de idade. Para as demais idades os ajustes desses modelos são bem próximos dos pesos observados.

Diante destes resultados, a função de Brody deve ser escolhida para representar o crescimento dos animais em estudo. Dificuldades de convergência com o modelo Richards foi relatada por Sarmiento et al. (2006b), ao

evidenciarem que, apesar da maior flexibilidade, por não fixar o ponto de inflexão, esse modelo apresenta maiores dificuldades no processo de iteração. Freitas (2005) verificou que os modelos de Brody, Logístico e Von Bertalanffy foram adequados para ajustar dados de crescimento de caprinos da raça Moxotó.

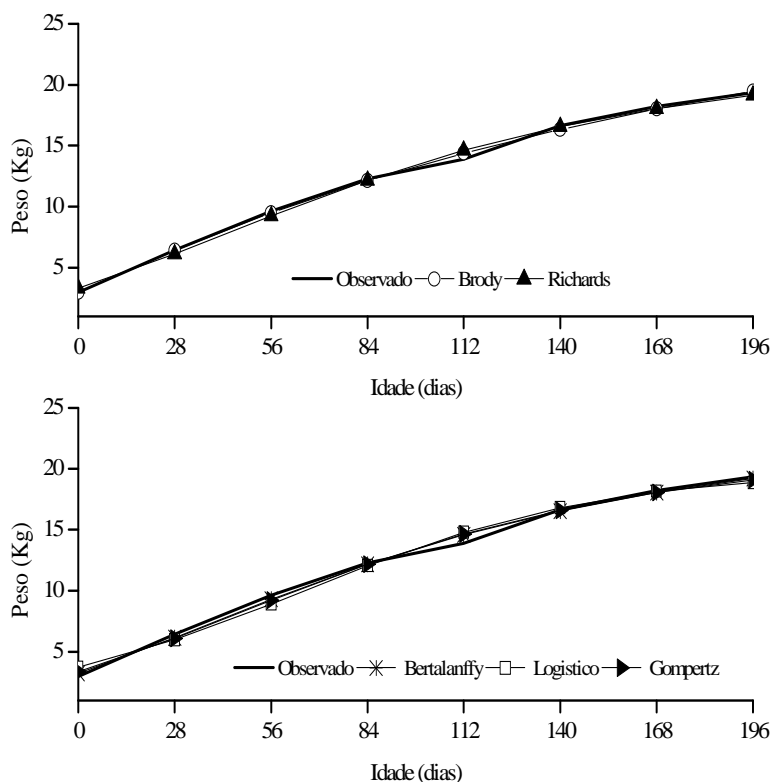


Figura 1. Curvas de crescimento observada e ajustada em função de cada modelo

No Irã, a função de Brody foi utilizada para modelar a curva de crescimento de ovinos Mehrabian Iranian (BATHAEI & LEROY, 1996). Os autores justificaram a escolha desta curva pela facilidade de estimação e interpretação biológica dos parâmetros.

Em estudo realizado com caprinos da raça Anglo-Nubiana, Malhado et al. (2008) observaram que os modelos Von

Bertalanffy, Logístico e Gompertz foram adequados para descrever o crescimento dos animais, com ligeira superioridade do primeiro. Carneiro et al. (2009) constataram que o modelo logístico apresentou melhor ajuste na descrição da curva de crescimento de caprinos.

Estimativas de herdabilidades para os parâmetros A, B e K (Tabela 3) foram de moderadas a baixas e variaram de

0,10 a 0,25, indicativo de que a seleção massal não é uma boa estratégia para promover alterações na curva de crescimento do referido rebanho de caprinos.

Segundo McManus et al. (2003), a relação biológica mais importante no estudo da curva de crescimento está entre o peso adulto (*A*) e a taxa de maturação (*K*). Estimativas de correlações genéticas (-0,78) e fenotípicas (-0,52) entre *A* e *K* foram

altas e negativas. Esses resultados podem ser indicativos de que animais com maiores taxas de crescimento têm menor probabilidade de atingir maiores pesos à maturidade que aqueles que crescem mais lentamente no início da vida. Ou seja, animais que atingem a maturidade mais pesados tendem a menor taxa de crescimento. Os resultados aqui encontrados estão de acordo com os reportados por Bathaei & Leroy (1998) e Lôbo et al. (2006).

Tabela 3. Estimativas de herdabilidade (diagonal), correlação genética (acima da diagonal) e correlação fenotípica (abaixo da diagonal) entre os parâmetros da curva de crescimento de caprinos Anglo-Nubiano

Parâmetros	A	B	K
A	0,10 ± 0,06	0,98 ± 0,08	-0,78 ± 0,07
B	0,76 ± 0,08	0,25 ± 0,10	-0,89 ± 0,12
K	-0,52 ± 0,04	-0,51 ± 0,08	0,12 ± 0,10

A associação genética e fenotípica entre os parâmetros *B* e *K* foram altas e negativas. Uma possível interpretação biológica dessa relação seria que, animais desmamados mais leves (valores altos de *B*) tendem a apresentar menores taxas de maturidade (menores valores de *k*) que aqueles desmamados mais pesados. Correlações positivas entre *A* e *B* podem indicar que cordeiros mais pesados em idades que antecedem o desmame e na ocasião do desmame tendem a atingir maiores pesos à maturidade. Bathaei & Leroy (1996), ao estudarem ovinos no Irã, verificaram resultados contrários aos deste estudo.

Estimativas de herdabilidade direta para os pesos do nascimento aos 196 dias de idade tiveram variação de 0,10 a 0,28 (Tabela 4), situou-se, portanto, dentro do intervalo normalmente relatado na literatura (MANDAL, et al., 2006; SOUSA et al. 2010). Herdabilidades

mais altas foram observadas entre 56 e 112 dias de idade. É provável que valores de baixa magnitude observados ao nascimento e após os 112 dias sejam atribuídos ao pequeno número de informações nas idades, a partir do 112 dias e da eliminação de animais que apresentaram baixo desempenho, em idades mais novas.

As herdabilidades para o efeito genético materno, com exceção do peso ao nascer, foram de magnitude baixa, e variaram de 0,05 a 0,27 (Tabela 4). A redução dos efeitos genéticos materno, logo após o peso ao nascimento, pode ser atribuída, provavelmente, ao manejo adotado no rebanho, em que as crias são separadas da mãe ao nascimento e mantidas sob aleitamento artificial até o 70^o dia, como forma preventiva da Artrite-Encefalite Caprina (CAE). Outra hipótese estaria associada à falta de ajuste em decorrência do menor número

de observações com o aumento da idade, o que pode dificultar a partição da variância total nas proporções corretas para cada efeito aleatório.

Sarmento et al. (2006a), em estudo com ovinos da raça Santa Inês, observaram tendência de declínio da herdabilidade materna nas últimas idades estudadas, mas ao 196º dia de idade houve, ainda, contribuição do efeito materno, em torno de 7% da variação fenotípica. Bosso et al. (2007), verificaram que estimativas de herdabilidade para peso corporal de caprinos variaram de

moderadas a altas e diminuíram com a idade, sendo 0,50 para peso ao nascimento e 0,30 para peso ao 360º dia de idade. Entretanto, Rashidi et al. (2006) em estudo com caprino, relataram que as estimativas de herdabilidade variaram de 0,20 para peso à desmama a 0,44 para peso a um ano de idade, e que as estimativas de herdabilidade materna foram menores do que as herdabilidades diretas e variaram de 0,02 para peso à desmama e aos seis meses de idade a 0,07 para peso ao nascimento.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos entre os pesos analisados

Característica	PN	P56	P112	P196
PN	0,10 ± 0,02 (0,27 ± 0,08)	0,83 ± 0,14	0,58 ± 0,17	0,31 ± 0,08
P56	0,37 ± 0,04	0,28 ± 0,10 (0,05 ± 0,02)	0,75 ± 0,12	0,69 ± 0,12
P112	0,30 ± 0,04	0,62 ± 0,19	0,14 ± 0,08 (0,15 ± 0,06)	0,70 ± 0,15
P196	0,17 ± 0,07	0,60 ± 0,19	0,77 ± 0,15	0,10 ± 0,05 (0,11 ± 0,07)

Herdabilidade direta (diagonal) e materna (diagonal entre parênteses), correlação genética (acima da diagonal) e fenotípica (abaixo da diagonal).

Estimativas de correlações genéticas diretas encontradas entre as características foram todas positivas e de moderada a alta magnitude. Variaram de 0,31 entre peso ao nascimento e peso aos 196 dias a 0,83 entre peso ao nascimento e peso aos 56 dias de idade (Tabela 4). Esses resultados mostram uma tendência esperada, isto é, de redução das correlações à medida que a distância em tempo entre as pesagens aumenta.

As altas correlações genéticas aditivas obtidas entre pesos observados entre pares de idades posteriores ao nascimento (0,69 – 0,75) podem ser um indicativo de que, a seleção para maior peso nas primeiras idades tende a aumentar o peso nas idades subsequentes. No entanto,

sabe-se que a resposta correlacionada não depende exclusivamente da correlação genética entre as características, mas também das herdabilidades das características envolvidas no processo de seleção.

As correlações fenotípicas obtidas foram todas positivas e variaram de 0,17 a 0,77, sendo as mais altas obtidas entre idades adjacentes, o que indica que as características estudadas têm certa dependência fenotípica, porém, entre peso ao nascimento e as demais pesagens houve tendência de redução com o aumento da idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Rashidi et al. (2006) com valores que variaram

de 0,24 a 0,84 entre os pesos do nascimento ao 360^o dia de idade.

Sarmento et al. (2006a) em estudo com ovinos da raça Santa Inês encontraram correlações genéticas diretas positivas e de alta magnitude entre todas as características, e as correlações fenotípicas obtidas foram todas positivas e variaram de baixa a moderada magnitude, sendo as mais altas entre idades adjacentes.

O modelo de Brody apresentou ajuste médio superior aos demais e, portanto, deve ser preferido no estudo da curva média de crescimento de caprinos.

As estimativas de herdabilidades para as características analisadas são de baixa magnitude, o que sugere pequeno progresso genético esperado por meio de seleção individual.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA, pelo fornecimento dos dados para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BATHAEI, S.S.; LEROY, P.L. Growth and mature weight of Mehrabian Iranian: fat-tailed sheep. **Small Ruminant Research**, v.22, n.2, p.155-162, 1996.

BATHAEI, S.S.; LEROY, P.L. Genetic and phenotypic aspects of the growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. **Small Ruminant Research**, v.29, n.2, p.261-269, 1998.

BOSSO, N.A.; CISSÉ, M.F.; VAN der WAAIJ, E.H.; FALL, A.; VAN ARENDONK, J.A.M. Genetic and phenotypic parameters of body weight in west African Dwarf goat and Djallonké sheep. **Small Ruminant Research**, v.67, n.2, p.271-278, 2007.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P.R.A.M.; PEREIRA, D.G.; SUZART, J.C.C.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; ROCHA, J.L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, n.3, p.536-545, 2009.

CRUZ, G.R.B.; COSTA, R.G.; RIBEIRO, M.N. Curva de Crescimento de Caprinos Mestiços no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.204-210, 2009.

FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.

LÔBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V.; LOBO, A.M.B.O.; PASSOS, J.R.S.; OLIVEIRA, A.A. Parâmetros genéticos de características estimadas da curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1012-1019, 2006. Supl.

McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L.A.C.; MIRANDA, R.M.; MORENO-BERNAL, F.E.; SANTOS, N.R. Curvas de crescimento de Ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1207-1212, 2003.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; SANTOS, P.F. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.210-218, 2008.

MANDAL, A.; NESER, F.W.C.; ROUT, P.K.; ROY, R.; NOTTER, D.R. Estimation of direct and maternal (co)variance components for pré-weaning growth traits in Muzaffarnagari sheep. **Livestock Science**, v.99, n.1, p.79-89, 2006.

MONTEIRO, A.M.C.; AZEVEDO, J.M.T.; SILVA, S.R. Curvas de crescimento de caprinos machos da raça Serrana Transmontana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.5, n.2, p.35-41, 1998.

MEYER, K. "WOMBAT" – Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2006.

RASHIDI, A.; RAMAZANIAN, M.; VAEZ TORSHIZI, R. Genetic parameter estimates for growth traits and fleece weight in Markhoz goats, In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte, **Proceedings...** Belo Horizonte, 2006.

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S.B.P.; ALBUQUERQUE BRASIL, L.H.; SANTOS, E.S. Estimativas de parâmetros de curvas de crescimento de bovinos Zebu, criados no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2262-2279, 2005. Supl.

SARMENTO, J.L.R.; TORES, R.A.; SOUSA, W.H.; PEREIRA, C.S.; LOPES, P.S.; BREDA, F.C. Estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos uni e multicaracterísticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.581-589, 2006a.

SARMENTO, J.L.R.; REGAZZI, A.J.; SOUSA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDA, F.C.; GILBERTO, R.O.M. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.435-442, 2006b.

SOUZA, J.C.; BIANCHINI SOBRINHO, E. Estimativas de peso de bovinos de corte, aos 24 meses, da raça Nelore usando curvas de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.85-91, 1994.

SOUSA, J.E.R.; SILVA, M.A.; SARMENTO, J.L.R.; SOUSA, W.H.; SOUZA, M.S.M. Avaliação da trajetória média de crescimento de caprinos em modelos de regressão aleatória. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.267 – 276, 2010.

STATISCAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**: statistics. Version 8.0. Cary, NC: SAS Institute, 1999.

Data de recebimento: 23/08/2010

Data de aprovação: 04/05/2011