

Fatores ambientais e estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal na raça Nelore

[*Environmental effects and genetic parameters estimates for scrotal circumference in Nelore cattle*]

S.L. Gressler¹, M.G.M. Gressler², J.A.G. Bergmann³

¹Centro Universitário da Grande Dourados – Unigran

²Aluno de pós-graduação – Universidade Federal da Grande Dourados – MT

³Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

RESUMO

Foram analisadas mensurações de perímetro escrotal (PE) obtidas aos 365 (PE365, n = 8.564), 455 (PE455, n = 7.463) e 550 (PE550, n = 4.447) dias de idade, com o objetivo de estimar parâmetros genéticos e verificar a adequação do ajuste do modelo de análise de PE para os efeitos de peso ou ganho de peso (GP). Os parâmetros foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, com o aplicativo MTDFREML, sob modelo animal e com a inclusão de 54.987 animais na matriz de parentesco. A inclusão no modelo dos efeitos de peso e do GP não influenciou os valores de estimativa de herdabilidade (h^2) nas três idades. As h^2 variaram de 0,50 a 0,59, dependendo do modelo, sem diferenças importantes entre as três idades estudadas. Os resultados indicaram a possibilidade de ganho genético no PE por meio da seleção direta para esta característica. A melhor idade para seleção do PE seria aos 365 dias.

Palavras-chave: zebu, perímetro escrotal, peso, herdabilidade

ABSTRACT

The aims of this study were to estimate genetic parameters for scrotal circumference (SC) at 365 (SC365, n = 8,564), 455 (SC455, n = 7,463) and 550 (SC550, n = 4,447) days of age using different models and to verify the effect of adjustments for body weight and for weight gain (WG) on parameter estimates. Parameters were estimated using the REML methodology (MTDFREML), with an animal model and considering the relationship among 54,987 animals. The adjustment for weight and WG did not influence heritability (h^2) estimates for SC at any age. No important difference among h^2 estimates for SC in the three ages was observed. The h^2 estimates ranged from .50 to .59 depending on the model. Results suggested that selection for SC would be effective. The best age for SC selection would be at 365 days.

Keywords: zebu, scrotal circumference, weight, heritability, scrotal circumference

INTRODUÇÃO

Trabalhos descritos na literatura indicaram que o perímetro escrotal (PE) é geneticamente associado de forma favorável à precocidade sexual (Gressler, 1998), libido e qualidade espermática (Sarrei, 2001) e ao desenvolvimento ponderal (Karsburg *et al.*, 2002). Apesar disso, o uso de mensurações do PE para a seleção tem sido questionado porque poderia trazer reposta correlacionada indesejável quanto ao tamanho adulto dos animais em razão da associação dessa característica com o desenvolvimento corporal (Dal-Farra *et al.*, 1998; Gressler, 1998; Ortiz-Peña *et al.*, 2001;

Karsburg *et al.*, 2002) e de sua ineficiência como critério de seleção (Unanian *et al.*, 2000). Quanto ao questionamento, Unanian *et al.* (2000) consideraram que medidas de PE não são suficientes para diferenciar animais precoces dos demais.

Em vista disso, propõem-se para este estudo os seguintes objetivos: quantificar os efeitos do peso e do ganho de peso e verificar a adequabilidade de sua inclusão para ajuste do PE, bem como estimar parâmetros genéticos para o PE, utilizando-se estruturas de dados e modelos diferentes.

Recebido em 26 de agosto de 2012

Aceito em 11 de março de 2014

E.mail: selmos@terra.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados são provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) e referem-se ao PE medido em três diferentes idades, em animais criados exclusivamente em pasto. O arquivo da característica reprodutiva dos machos foi subdividido em três, definidos como PE365, PE455 e PE550, que continham informações completas dos animais e medidas do PE nas idades de 365, 455 e 550 dias, respectivamente.

Foram inicialmente processadas análises utilizando-se o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1998). Objetivou-se avaliar o efeito dos fatores não genéticos que estariam influenciando a característica perímetro escrotal, com nível de significância estatística de 5%. A partir desse estudo inicial, foram definidos os grupos de contemporâneos e as covariáveis incluídas nos modelos para as análises de parâmetros genéticos. Dessa forma, foram definidos três modelos para cada idade de mensuração do PE, sendo, no total, nove modelos finais para as medidas escrotais nas três idades padrão.

As medidas do perímetro escrotal e as pesagens foram tomadas, respectivamente, da desmama e do nascimento até os 21 meses de idade, sendo realizadas trimestralmente – janeiro-abril-julho-outubro. Os ajustes do perímetro escrotal e dos pesos para as idades-padrão foram feitos por interpolação linear. Para tanto, foi utilizada a expressão sugerida por Lôbo (1996).

Peso ou medida padrão = $P_a + GMD * d_a$, em que:

P_a = peso ou medida escrotal anterior à idade-padrão;

d_a = dias compreendidos entre a pesagem ou a medida escrotal anterior e a idade-padrão;

GMD = ganho médio diário; e

$GMD = (P_s - P_a) \div (I_s - I_a)$, em que:

P_s = peso ou medida escrotal posterior à idade-padrão;

P_a = peso ou medida escrotal anterior à idade-padrão;

I_s = idade na pesagem ou medidas posteriores à idade-padrão;

I_a = idade na pesagem ou medidas anteriores à idade-padrão.

O intervalo máximo entre as medidas, ou as pesagens, foi de ± 90 dias em relação à idade-padrão.

O ganho de peso (GP) foi calculado como sendo o ganho entre as idades-padrão, ou seja, ganho entre as idades-padrão de 210 e 365, de 365 e 455 e de 455 e 550 dias de idade, G365, G455 e G550, respectivamente. O grupo contemporâneo foi definido como sendo fazenda, mês e ano de nascimento do animal para o PE nas três idades-padrão.

Após a consistência, os dados foram submetidos à análise completa de conectividade entre grupos contemporâneos por meio do algoritmo MILC.FOR (Fries e Roso, 1997). Para ser considerado conectado à base de dados principal, o grupo de contemporâneo, definido como fazenda, mês e ano de nascimento, deveria possuir, no mínimo, 11 laços genéticos diretos com outro grupo de contemporâneos e, no mínimo, três pais – touro e ou vaca – conectados de acordo com as definições prévias do algoritmo MILC.FOR para cada característica avaliada. A síntese desses arquivos pode ser observada na Tab. 1.

Tabela 1. Estrutura dos arquivos finais utilizados nas análises do perímetro escrotal de animais da raça Nelore

Arquivo	N animais	N fazendas	N touros	N matrizes	N GC
PE365	8564	20	385	6500	356
PE455	7563	20	344	5807	312
PE550	4447	16	227	3609	201

PE365 = arquivo contendo o perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 365 dias; PE455 = arquivo contendo o perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 455 dias; PE550 = arquivo contendo o perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 550 dias. N = número.

O modelo final nos arquivos 1, 4 e 7, utilizado para descrever variações do perímetro escrotal ajustado, respectivamente, para as idades-padrão de 365, 455 e 550 dias, foi: $Y_{ijk} = \mu + a_i + GC_j + b_1(I_{ijk} - \bar{I}) + b_2(I_{ijk} - \bar{I})^2 + e_{ijk}$, em que:

- Y_{ijk} = observação do perímetro escrotal ajustado para uma das três idades-padrão do animal k;
 μ = constante;
 a_i = efeito aleatório do touro i, pai do animal;
 GC_j = efeito fixo do grupo de contemporâneos j;
 b_1 = coeficiente de regressão linear da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal;
 b_2 = coeficiente de regressão quadrático da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal;
 I_{ijk} = idade da vaca, mãe do animal;
 \bar{I} = média de idade das vacas, mães dos animais;
 e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

O modelo final nos arquivos 2, 5 e 8, utilizado para descrever variações do perímetro escrotal ajustado para as idades-padrão de 365¹, 455 e 550² dias, foi:

$Y_{ijk} = \mu + a_i + GC_j + b_1(P_{ijk} - \bar{P}) + b_2(P_{ijk} - \bar{P})^2 + b_3(I_{ijk} - \bar{I}) + b_4(I_{ijk} - \bar{I})^2 + e_{ijk}$, em que:

- Y_{ijk} = observação do perímetro escrotal ajustado a uma das três idades-padrão do animal k;
 μ = constante;
 a_i = efeito aleatório do touro i, pai do animal;
 GC_j = efeito fixo do grupo de contemporâneos j;
 b_1 = coeficiente de regressão linear do peso à idade-padrão correspondente (para o PE medido aos 365, 455 ou 550 dias de idade) sobre o perímetro escrotal;
 b_2 = coeficiente de regressão quadrático do peso à idade-padrão correspondente (para o PE medido aos 365 ou 455 dias de idade) sobre o perímetro escrotal;
 P_{ijk} = peso à idade-padrão correspondente (para o PE medido aos 365, 455 ou 550 dias de idade);
 \bar{P} = médias dos pesos às idades-padrão correspondentes (para o PE medido aos 365, 455 ou 550 dias de idade);
 b_3 = coeficiente de regressão linear da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal (para o PE medido aos 455 ou 550 dias de idade);
 b_4 = coeficiente de regressão quadrático da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal (para o PE medido aos 455 ou 550 dias de idade);
 I_{ijk} = idade da vaca, mãe do animal;
 \bar{I} = média de idade das vacas, mães dos animais;
 e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

⁽¹⁾ efeito da idade da vaca não foi significativo para o PE aos 365 dias de idade.

⁽²⁾ apenas o efeito linear do peso aos 550 dias influenciou o PE na idade correspondente.

O modelo final, nos arquivos 3, 6 e 9, utilizado para descrever variações do perímetro escrotal ajustado, respectivamente, para as idades-padrão de 365, 455 e 550 dias, foi:

$Y_{ijk} = \mu + a_i + GC_j + b_1(G_{ijk} - \bar{G}) + b_2(I_{ijk} - \bar{I}) + b_3(I_{ijk} - \bar{I})^2 + e_{ijk}$, em que:

- Y_{ijk} = observação do perímetro escrotal ajustado a uma das três idades-padrão do animal k;
 μ = constante;
 a_i = efeito aleatório do touro i, pai do animal;
 GC_j = efeito fixo do grupo de contemporâneo j;
 b_1 = coeficiente de regressão linear do ganho de peso entre as idades-padrão sobre o perímetro escrotal;
 G_{ijk} = ganho de peso do animal entre as respectivas idades-padrão (ganho de peso entre a desmama e 365, entre 365 e 455 e entre 455 e 550 dias de idade);
 \bar{G} = média dos ganhos de peso entre as respectivas idades-padrão;
 b_2 = coeficiente de regressão linear da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal;
 b_3 = coeficiente de regressão quadrático da idade da vaca, mãe do animal, ao parto, sobre o perímetro escrotal;
 I_{ijk} = idade da vaca, mãe do animal;
 \bar{I} = média de idade das vacas, mães dos animais;
 e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Na obtenção das estimativas dos componentes de variância, utilizou-se o método de máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, sob modelo animal, por meio do programa MTDFREML, desenvolvido por Boldman *et al.* (1995), para cada modelo em análises unicaráter. Os modelos estatísticos consideraram os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (GC), do peso padronizado e ou do ganho de peso como covariável (efeitos linear e quadrático), de acordo com o modelo (Tab. 2), e o efeito aleatório genético direto, que, em notação

matricial, é descrito por: $Y = X\beta + Zu + e$, em que:

Y é o vetor de observações (PE365, PE455 e PE550); β , vetor de soluções para os efeitos fixos no modelo, associados com a matriz de incidência X ; u , vetor de soluções dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto do animal, associado com a matriz de incidência Z ; e , vetor de erros aleatórios.

Tabela 2. Descrição dos modelos finais para análise do perímetro escrotal de animais da raça Nelore

Modelo	Arquivo	Efeito fixo	Covariável 1	Covariável 2
1	PE365	GC		IVP[2]
2	PE365	GC	P365[2]	
3	PE365	GC	G365	IVP[2]
4	PE455	GC		IVP[2]
5	PE455	GC	P455[2]	IVP[2]
6	PE455	GC	G455	IVP[2]
7	PE550	GC		IVP[2]
8	PE550	GC	P550	IVP[2]
9	PE550	GC	G550	IVP[2]

PE365 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 365 dias; PE455 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 455 dias; PE550 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 550 dias; P365 = peso-padrão aos 365 dias de idade (efeito linear); P365[2] = peso-padrão aos 365 dias de idade (efeitos linear e quadrático); P455[2] = peso-padrão aos 455 dias de idade (efeitos linear e quadrático); P550 = peso-padrão aos 550 dias de idade (efeito linear); G365 = ganho de peso entre as idades-padrão de 210 e 365 dias (efeito linear); G455 = ganho de peso entre as idades-padrão de 365 e 455 dias (efeito linear); G550 = ganho de peso entre as idades-padrão de 455 e 550 dias (efeito linear); IVP[2] = idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático); GC = grupo de contemporâneos que inclui fazenda, mês e ano de nascimento.

Sob este modelo geral: $E(y) = X\beta$; $E(u) = 0$; $E(e) = 0$; $Cov(u, e) = 0$; e $V(y) = ZGZ' + R$; $V(u) = G$, sendo G matriz não singular conhecida das variâncias e covariâncias dos efeitos em u ; $V(e) = R$, sendo R matriz não singular das variâncias e covariâncias dos efeitos residuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das características analisadas foram 19,37, 22,87 e 26,20cm, com amplitudes de 12,3 a 30,0, 14,1 a 33,3 e 15,9 a 38,0cm, respectivamente, para PE365, PE455 e PE550.

Pinto (1994) sugeriu que, para serem considerados aptos e sexualmente maduros, touros Nelore jovens devem apresentar PE, no mínimo, acima de 30cm. Considerando-se as amplitudes do PE365 – 12,3 a 30,0cm –, descritas anteriormente, aos 365 dias de idade alguns animais teriam atingido o mínimo exigido para a idade adulta. Também Unanian *et al.*

(2000), em estudo com 200 machos Nelore, relataram que 25% dos animais atingiram a puberdade entre 10,7 e 12,8 meses de idade e que 1,3% já apresentava concentração de testosterona elevada e características de maturidade sexual. Silva *et al.* (1999) reportaram puberdade aos 365,39±1,13 dias de idade e maturidade sexual aos 487,38±3,08 dias de idade, com 18,5% dos animais, de um total de 79, exibindo os primeiros espermatozoides no ejaculado próximo aos 300 dias de idade. Assim, mesmo em se tratando de zebu, tidos como tardios, existem animais de extraordinária precocidade sexual, cabendo, então, a identificação e a seleção desses indivíduos para o melhoramento da precocidade sexual, em rebanhos da raça Nelore.

O efeito de reprodutor foi significativo ($P < 0,0001$). Diferenças entre reprodutores poderiam indicar diferenças genéticas aditivas entre famílias de meio-irmãos paternos para o PE. Deve-se salientar que essas diferenças,

importantes para o processo de melhoramento genético, são frequentemente encontradas em estudos genéticos para essa característica.

Os efeitos linear e quadrático da idade da vaca ao parto foram significativos ($P < 0,05$) para oito dos nove modelos. Apenas no modelo 2, utilizado para PE365, esse efeito não foi significativo ($P > 0,05$). O efeito da idade da vaca foi descrito como sendo importante por Quirino e Bergmann (1998) e Panetto *et al.* (2002) e sabe-se que o crescimento dos bezerros até a desmama é influenciado pela produção de leite da vaca, que por sua vez, é relacionada com a idade da vaca ao parto.

Semelhante ao desempenho ponderal, o desenvolvimento do PE é influenciado pelo manejo alimentar. Portanto, presume-se que dietas mais ricas, associadas ao ambiente materno de maior produção leiteira, promovem melhores condições nutricionais com reflexo na taxa de desenvolvimento testicular. Dessa forma, progênie de novilhas jovens e de vacas velhas poderiam apresentar menor desenvolvimento testicular que progênie de vacas em idades intermediárias.

O efeito da idade da vaca sobre o PE permaneceu importante mesmo após a desmama. Trabalhos descreveram que esse efeito influenciou o PE até aos 550 dias de idade (Del-Farra *et al.*, 1998; Panetto *et al.*, 2002) e mesmo até 24 meses de idade (Quirino e Bergmann, 1998). Provavelmente, o crescimento testicular após a desmama seria influenciado pelas condições e reservas corporais prévias dos animais. Sabe-se que as condições nutricionais dos animais criados em pastagem após a desmama são limitadas pela época de seca e que esse período coincide com mudanças morfofisiológicas dos testículos advindas do início da fase púbere. As reservas estariam dependentes da dieta dos animais até a desmama e, portanto, entre outros, da capacidade leiteira da vaca. Dessa forma, o crescimento testicular após a desmama seria, também, dependente das reservas corporais prévias e do manejo nutricional.

A hipótese anterior justificaria, em parte, o confundimento encontrado entre o efeito da idade da vaca e o do peso ajustado aos 365 dias de idade. Quando se incluiu, no modelo 2, o peso corporal, o efeito da idade deixou de ser

significativo ($P > 0,05$). Como descrito anteriormente, o peso ajustado aos 365 dias de idade é influenciado pelo ganho de peso até a desmama, e este é influenciado pela produção leiteira da vaca. Quando se incluiu, no modelo 3, o ganho de peso pós-desmama – entre 210 e 365 dias de idade –, o efeito da idade da vaca permaneceu relevante, indicando, igualmente, que o manejo alimentar pós-desmama foi componente importante na taxa de crescimento testicular até a idade de 365 dias.

A medida do PE aos 550 dias foi parcialmente influenciada pelo crescimento testicular em idades anteriores, o que explicaria a importância da idade da vaca ao parto nesta idade. Ou seja, aproximadamente 74% do perímetro testicular aos 550 dias de idade foram alcançados já a um ano de idade. A diferença entre as médias do PE ajustado para 365 (19,37cm) e 550 (26,20cm) dias de idade foi de apenas 6,83cm. Deve-se considerar que essa diferença poderia ser ainda menor se não houvesse seleção de animais nesses rebanhos após os 365 dias de idade. Estes resultados indicam que grande parte do crescimento testicular ocorre até os 12 meses de idade, como observado em outros estudos sobre o crescimento testicular (Gressler, 1998; Bergmann *et al.*, 1998).

Os efeitos linear e quadrático do peso ajustado aos 365 e 455 dias influenciaram o PE medido nas respectivas idades. Resultados da literatura indicam a importância dos efeitos lineares e quadráticos do peso sobre o PE, embora nem sempre nas mesmas idades (Del-Farra *et al.*, 1998; Karsburg *et al.*, 2002). Entretanto, apenas o efeito linear do peso aos 550 dias influenciou o PE na idade correspondente. Resultados semelhantes foram relatados por Quirino e Bergmann (1998) e Karsburg *et al.* (2002).

O ganho de peso entre as idades-padrão de 210 e 365, 365 e 455, e 455 e 550 dias influenciou linearmente o crescimento testicular, confirmando os resultados de Panetto *et al.* (2002), ou seja, o desenvolvimento testicular reflete a condição nutricional. Quanto melhor a dieta nutricional, maiores as taxas de crescimento ponderal e testicular em animais jovens (Pruit *et al.*, 1986). Contudo, deve-se ter em mente que o GP apresenta, igualmente, componente genético associado.

As estimativas de herdabilidade para PE, a partir dos diversos modelos estudados (Tab. 3), são semelhantes às médias descritas na literatura (Gressler, 2004), para a raça Nelore, cujos valores são de moderados a altos, o que torna a seleção para a característica um mecanismo efetivo de melhoramento.

Um dos objetivos da inclusão dos pesos padronizados, ou do GP, nas predições de valores genéticos dos animais para PE, é ajustar a característica de forma a eliminar diferenças de manejo alimentar que pudessem influenciar a identificação de machos mais precoces. Além disso, a inclusão do peso poderia ter como escopo a seleção de animais com maiores PE, independentemente do peso corporal, e com isso evitar o aumento do tamanho adulto dos machos via seleção para PE. Apesar de o efeito ter sido relevante, a inclusão do peso e do ganho de peso não influenciou de forma significativa os valores de estimativa de herdabilidade. Contudo, houve pequenas diferenças na estimativa de herdabilidade com a inclusão do peso ajustado, ou do GP.

Para o PE ajustado aos 365 dias de idade, houve pequeno aumento na estimativa de herdabilidade, sobretudo em razão da maior redução da variância do resíduo quando comparada com a variância genética. Possivelmente, a inclusão no modelo do peso, ou o ganho, por conter também componente genético, tenha removido de forma proporcional tanto a variância genética quanto a variância de resíduo e, assim, não tenha alterado a estimativa de herdabilidade. Brinks (1994), citado por Dal-farra *et al.* (1998), relatou resultados semelhantes e comentou ser surpreendente que o PE ajustado para peso corporal apresente estimativa de herdabilidade semelhante ao PE ajustado para a idade, o que indicaria variância genética considerável para tamanho escrotal relativo.

Para o PE ajustado aos 455 dias ocorreu o contrário, isto é, houve pequena diminuição da estimativa de herdabilidade, principalmente em razão da maior redução na variância genética, quando comparada com a variância do resíduo.

Para o PE ajustado aos 550 dias, houve aumento na estimativa de herdabilidade, mais consistente quando se incluiu o peso corporal, possivelmente em razão da maior redução da variância do resíduo, quando comparada com a da variância

genética. Já a inclusão do GP causou pequeno aumento da variância genética, concomitantemente à pequena redução da variância do resíduo. Pode-se argumentar que a correção para o peso, ou para o GP, removeu outros efeitos ambientes que agiam sobre o desenvolvimento do animal, inclusive o testicular, os quais, entretanto, não foram adequada ou satisfatoriamente controlados ou modelados. Resultados semelhantes foram encontrados por Ortiz-Peña *et al.* (2001) para o PE ajustado para 570 dias de idade.

Medidas de manejo tomadas aos 365 dias refletem, muitas vezes, condições ambientes adversas, visto que a desmama ocorre, na maioria das populações zebuínas, no início da seca. Segundo Panetto *et al.* (2002), é nesta fase do crescimento que os animais sofrem maior influência do meio. Já a idade de 455 dias coincide, geralmente, com condições ambientes mais favoráveis. Novamente, na ocasião das medidas tomadas aos 550 dias de idade, ocorre novo período seco e ambiente menos favorável. Resultados de Panetto *et al.* (2002), ao trabalharem igualmente com dados do PMGRN, sustentam esse comentário.

Em razão das condições ambientes mais ou menos favoráveis, e com base nos comentários de Panetto *et al.* (2002), poder-se-ia supor que o peso corporal representasse situações diferentes, segundo a estação do ano. Durante o período seco, as diferenças de peso, provavelmente, seriam maiores e decorrentes mais do manejo nutricional, face às particularidades de cada lote, fazenda ou região. Já durante o período chuvoso, as diferenças ambientes seriam menores, pois a criação em pasto é praticada de forma mais generalizada. As diferenças observadas resultariam de diferenças genéticas entre os animais.

Pode-se conjecturar, ainda, que as diferenças entre as estimativas de herdabilidade do PE ajustado, ou não, para as três idades seriam atribuídas à estrutura dos dados e que, quanto maior fosse a homogeneidade de ambientes, ou seja, quanto menores fossem as diferenças de manejo nutricional entre grupos de contemporâneos, maior seria a remoção de variância genética. No pasto, o ambiente mais homogêneo ocorre no período chuvoso. Por outro lado, quanto maior a heterogeneidade de

ambientes, isto é, quanto maiores as diferenças de manejo nutricional entre os grupos de contemporâneos, maior a redução da variância do resíduo. Assim, recomendar-se-iam ajustes

apenas quando houvesse heterogeneidade de condições ambientais entre os grupos de contemporâneos.

Tabela 3. Estimativa de herdabilidade (h^2) \pm erro-padrão (EP) e componentes de variância para o perímetro escrotal (PE) ajustado aos 365, 455 e 550 dias de idade, segundo o modelo

Arquivo (modelo)	$h^2 \pm EP$	σ^2_A (cm ²)	σ^2_E (cm ²)
PE365 (1)	0,50 \pm 0,042	141,39	139,21
PE365 (2)	0,51 \pm 0,042	103,90	99,54
PE365 (3)	0,52 \pm 0,043	134,73	125,93
PE455 (4)	0,54 \pm 0,045	291,14	244,12
PE 455 (5)	0,53 \pm 0,044	218,61	190,08
PE455 (6)	0,53 \pm 0,045	275,67	245,04
PE550 (7)	0,52 \pm 0,060	327,12	301,68
PE550 (8)	0,59 \pm 0,062	298,09	205,24
PE550 (9)	0,55 \pm 0,061	335,14	279,60

PE365 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 365 dias; PE455 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 455 dias; PE550 = perímetro escrotal ajustado para a idade-padrão de 550 dias; P365 = peso-padrão aos 365 dias de idade (efeito linear); P365[2] = peso-padrão aos 365 dias de idade (efeitos linear e quadrático); P455[2] = peso-padrão aos 455 dias de idade (efeitos linear e quadrático); P550 = peso-padrão aos 550 dias de idade (efeito linear); G365 = ganho de peso entre as idades-padrão de 210 e 365 dias (efeito linear); G455 = ganho de peso entre as idades-padrão de 365 e 455 dias (efeito linear); G550 = ganho de peso entre as idades-padrão de 455 e 550 dias (efeito linear); IVP[2] = idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático); GC = grupo de contemporâneos que inclui fazenda, mês e ano de nascimento.

σ^2_A = variância genética aditiva; σ^2_E = variância do resíduo.

Resultados escassos da literatura, e até contraditórios, indicam que o PE, quando ajustado para o peso corporal, apresenta valores de estimativa de herdabilidade menores (Quirino e Bergmann, 1998), ou maiores (Ortiz-Peña *et al.*, 2001; Karsburg *et al.*, 2002), em relação às estimativas de herdabilidade do PE não ajustado para o peso corporal. Dal-Farra *et al.* (1998), baseados em fatores de correção, e Ortiz-Peña *et al.* (2001) e Karsburg *et al.* (2002), fundamentados em estimativas de herdabilidade e de correlações genéticas entre peso e PE, sugeriram o ajuste do PE para o peso corporal.

Bourdon e Brinks (1986) não recomendaram ajuste para peso corporal e argumentaram que, sendo o principal objetivo o aumento da acurácia da seleção para a puberdade, os ajustes deveriam ser realizados para idade e não para peso, já que o PE a um ano de idade de animais taurinos está associado com a idade à puberdade. Além disso, o peso não seria fator apenas do meio ambiente, contendo também algum componente genético.

Logo, o ajuste do PE para peso corporal poderia remover diferenças de origem genética no PE (Bourdon e Brinks, 1986; Quirino e Bergmann, 1998).

Ajustar ou não o PE para o peso corporal, entretanto, depende, dentre outras razões, dos objetivos da seleção e da correlação genética entre o PE e as características de crescimento e reprodução, inclusive das fêmeas. Tomando-se como base apenas os resultados das estimativas de herdabilidade ou de correlação genética com o peso na idade de 18 meses, corre-se o risco de ignorar eventuais mudanças na covariância com outras características importantes. Reduções na variância genética poderiam alterar de maneira imprevisível as relações genéticas entre as características.

Diferentemente das opiniões de Dal-Farra *et al.* (1998) e Karsburg *et al.* (2002), as sugestões quanto ao ajuste e à idade mais adequada para a seleção para o PE deveriam ser avaliadas com

base em análises mais complexas e que envolvessem outras características de interesse. Além disso, deve-se ter em mente que a seleção para aumento do PE objetiva direta e indiretamente animais precoces e mais férteis. O PE é indicador indireto da precocidade sexual das fêmeas. Desse modo, são necessários estudos que relacionem o PE, o desenvolvimento corporal e os aspectos da precocidade sexual das fêmeas antes de conjecturas definitivas.

Não houve diferenças relevantes nas estimativas de herdabilidade entre as três idades estudadas. Contudo, as estimativas de herdabilidade do PE ajustado aos 365 dias de idade foram sempre mais baixas que as estimativas de herdabilidade do PE ajustado para 455 e 550 dias de idade.

Como foi dito anteriormente, 74% do crescimento testicular observado aos 550 dias já haviam sido realizados até um ano de idade. Este resultado indicaria que importante parte do crescimento testicular ocorre até os 15 meses de idade, e, como as estimativas de herdabilidade são equivalentes para as três idades, parece lógico supor ser a idade de 365 dias a mais adequada, como critério de seleção, tomando-se como base apenas esse parâmetro genético.

CONCLUSÕES

O PE medido nas três idades apresentou estimativas de herdabilidade equivalentes entre si, independentemente do ajuste ou não para o peso corporal, evidenciando que a inclusão desta variável nos modelos para estimação de parâmetros genéticos não representa redução importante da variância residual.

AGRADECIMENTOS

À Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e aos proprietários da Fazenda Minuano associada da ANCP.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; VALE FILHO, V.R. *et al.* Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. *Proceedings...* Armidale, Australia, 1998., v.27. p.67-70.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; KACHMAN, S.D. *A manual for use for MTDFREML: A set of programs to obtain estimates of variance and covariance [DRAFT]*. Lincoln, Department of Agriculture/Agricultural Research Service, 1995. 120p.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *J. Anim. Sci.*, v.62, p.958-967, 1986.

BRINKS, J.S. Relationships of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Ed.) *Factors affecting calf crop*. Boca Raton, Florida: CRCPRESS, 1994. p.363-370.

DAL-FARRA, R.A.; LOBATO, J.F.P.; FRIES, L.A. Relação do perímetro escrotal com a média de peso do grupo contemporâneo para estimação de um modelo de ajuste. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.1097-1101, 1998.

FRIES, L.A.; ROSO, V.M. Conectabilidade em avaliações genéticas de gado de corte: uma proposta heurística. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.159-161.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C. S. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.368-370.

GRESSLER, S.L. *Fatores de ambientes e genéticos do perímetro escrotal e da idade ao primeiro parto em novilhas nelore desafiadas tradicional ou precocemente*. 2004. 139f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte.

KARSBURG, J.H.; SILVA, J.A.I.V.; FERRAZ, J.B.S. Estimação da herdabilidade do perímetro escrotal usando diferentes modelos em análises uni-características e bi-características em animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

LÔBO, R. B. (Coord). Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore. Ribeirão Preto, PMGRN, 1996.

ORTIZ PENÃ, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento de bovinos Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.93-100, 2001.

PANETTO, J.C.C.; LEMOS, D.C.; BEZERRA, L.A.F. *et al.* Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.668-674, 2002.

PINTO, P.A. *O perímetro escrotal como critério de seleção em bovinos (Bos taurus indicus)*. 1994. 54f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

PRUIT, R.J.; CORAH, L.R.; STEVENSON, J.S.; KIRACOFÉ, G.H. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age of first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.579-585, 1986.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls using uni and bivariate animal models. *Theriogenology*, v.49, p.1389-1396, 1998.

SARREIRO, L.C. *Estimativas de herdabilidade e correlações genéticas entre perímetro escrotal, características seminais e libido de touros da raça Nelore*. 2001. 36f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte.

SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; SILVA, A.A.M. Aspectos relacionados à precocidade sexual em bovinos machos da raça Nelore, PO. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, v.42, p.495-500, 1999.

STATISTICAL Analysis System - SAS. *SAS/STAT user's guide*. Version 6.12. 4.ed. Cary: 1998. 842p

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; McManus, C.; CARDOSO, E.P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.136-144, 2000.