



Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão

Relationship between scrotal circumference and productive and reproductive traits in beef cattle: a review

J.B. Siqueira¹, J.D. Guimarães^{2,3}, R.O. Pinho^{2,3}

¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/ UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG/ Brasil.

³Correspondência: jdguima@ufv.br; rogerio_op@yahoo.com.br

Resumo

Os programas de melhoramento genético visam mudar a herança nas populações pelo aumento dos genes desejáveis ou aumento da frequência de genótipos desejáveis com o objetivo de aumentar a produtividade dos rebanhos. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento de parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações genéticas) que orientem a escolha dos métodos de seleção. Apesar de a seleção para aumento do perímetro escrotal (PE) não trazer benefício econômico direto, o PE é uma característica que possui herdabilidade de moderada a alta e que é correlacionada com o ganho de peso e com características reprodutivas de fêmeas e machos. O PE se torna, assim, um dos critérios de seleção mais utilizado para eficiência reprodutiva do gado de corte. Esta revisão discute estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para PE em bovinos de corte, visando à precocidade reprodutiva e ponderal, além de maior ganho econômico com o rebanho.

Palavras-chave: melhoramento genético, Nelore, perímetro escrotal.

Abstract

The breeding programs aim changing the genetic heritage of animals by the incorporation of new genes that increase the productivity of herd. Therefore, it is necessary the knowledge of genetic parameters (heritability and genetic correlations) to guide the choice of selection methods. Despite selection for increased scrotal circumference (SC) does not bring direct economic benefits, the SC is a characteristic that has moderate to high heritability, correlated with weight gain and reproductive traits of females and males. The SC thus becomes one of the selections criteria most commonly used for reproductive efficiency of beef cattle. Thus, the objective of this review is to discuss estimates of heritability and genetic correlations for SC in beef cattle, aiming at early reproductive and weight as well as greater economic gain of the herd.

Keywords: genetic improvement, Nelore, scrotal circumference.

Introdução

A produção de carne bovina baseia-se na utilização dos recursos genéticos e ambientais disponíveis numa região ou país, associada às práticas de manejo, resultando em grande número de possíveis sistemas de produção, em que o mais eficiente é aquele que aperfeiçoa esses recursos (Barbosa, 2000). Problemas inerentes ao sistema produtivo, entre eles o baixo potencial genético dos rebanhos ou a não adequação desses ao ambiente e manejo, podem resultar em baixa produtividade da bovinocultura de corte. Nesse contexto, recursos do melhoramento genético, especialmente a seleção, podem contribuir para o aumento da produtividade do setor (Gianlorenço et al., 2003).

O impacto econômico positivo do material genético zebuino para a pecuária, no que se refere às condições brasileiras, é, consideravelmente, superior ao de raças europeias, pelo fato de que ele proporcionou a instalação no país de uma pecuária autossustentável (Lôbo, 1998; Josahkian, 2000). Isto fica evidente perante a proporção de aproximadamente 78% de animais de raças zebuínas e seus mestiços na população bovina brasileira (Bergmann, 1993). No Brasil, entre as raças zebuínas, o Nelore é a que mais vem sendo estudada com o objetivo de identificar bons critérios de seleção (Lira et al., 2008).

Apesar de a seleção para aumento do perímetro escrotal (PE) não trazer benefício econômico direto, este é geneticamente correlacionado com várias características reprodutivas de machos e fêmeas (Bergmann, 1993) e com características ponderais (Bergmann et al., 1996; Pereira et al., 2000; Sesana et al., 2007). Além disso, o PE apresenta alta herdabilidade e tem mensuração fácil e de baixo custo. Assim, sua inclusão tem sido recomendada nos programas de melhoramento genético para eficiência reprodutiva em bovinos de corte. O objetivo desta revisão é discutir estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para PE em bovinos da raça Nelore, visando à precocidade reprodutiva e de desenvolvimento ponderal e, conseqüentemente, maior ganho econômico com o rebanho.



Melhoramento genético, seleção e herdabilidade

A meta de programas de melhoramento genético é mudar a herança nas populações pela incorporação de novos genes capazes de aumentar a produtividade dos rebanhos. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento de parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações genéticas) envolvidos na avaliação genética dos animais e, consequentemente, na seleção (Koots et al., 1994).

O coeficiente de herdabilidade de uma característica em uma população é o parâmetro genético de maior importância para a determinação da estratégia a ser utilizada em seu melhoramento, porque mede a capacidade de transmissão desse caráter à sua progênie (Karsburg, 2003). A herdabilidade é a fração da variância fenotípica atribuída à ação aditiva dos genes. Sendo assim, seu valor tem como principal função expressar a confiança que se pode ter no fenótipo do animal como guia para prever seu valor genético (Pereira, 1999).

Os valores de herdabilidade podem variar de 0,0 a 1,0 ou de 0 a 100%. Quando a herdabilidade de uma característica é baixa (0,0 a 0,1) significa que grande parte da variação da característica é devido às diferenças ambientais entre os indivíduos, e a seleção não será efetiva; quando alta (acima de 0,3), significa que diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação da característica. Quando apresenta valores entre 0,1 e 0,3, é considerada apenas mediana (Pereira, 1999).

Estatisticamente, a correlação pode ser definida como a dependência entre as funções de distribuição de duas ou mais variáveis aleatórias, em que a ocorrência do valor de uma favorece a ocorrência de um conjunto de valores das outras. As causas de correlação genética entre duas características podem ser permanentes ou transitórias. A causa permanente para que os caracteres sejam correlacionados geneticamente é a pleiotropia, em que o grau de correlação originado expressa a intensidade pela qual duas características são influenciadas pelos mesmos genes (Falconer, 1987). A causa transitória é a ligação gênica ou *linkage* que acontece quando genes que estão muito próximos no cromossomo agem conjuntamente. Neste caso, a correlação causada pela proximidade tende a desaparecer com o tempo à medida que o *crossing-over* vai separando os genes que estavam originalmente próximos no cromossomo (Cardellino e Rovira, 1983; Falconer, 1987).

A correlação pode variar de -1 a 1. Quando positiva, o aumento em uma delas leva ao aumento na outra e, quando negativa, o aumento em uma delas leva à diminuição na outra. Essas correlações podem ser consideradas favoráveis ou desfavoráveis de acordo com o que se espera das características analisadas conjuntamente (Cardellino e Rovira, 1983). A magnitude e o sentido das respostas correlacionadas são determinados, principalmente, pela correlação genética entre as características envolvidas (Pereira, 1999).

A origem e a grandeza da relação existente entre as características são de grande importância no melhoramento em geral, pois visam aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres que agem simultaneamente. Por exemplo, quando duas características economicamente importantes evidenciam correlação positiva, a ênfase na seleção poderá ser endereçada para uma, visando ao melhoramento de ambas (Falconer, 1987).

A seleção nada mais é do que a escolha dos animais que serão pais da próxima geração e, para a identificação desses animais, é necessário determinar o seu mérito genético (Bocchi, 2003). Quando se utilizam simultaneamente várias características para construir índices de seleção, as correlações são importantes para decidir quais características serão incluídas e que peso relativo será dado a cada uma delas (Cardellino e Rovira, 1983), visto que, quando se realiza a avaliação genética simultânea de várias características, a informação de uma delas contribuirá para a determinação do mérito genético da outra. A grande variabilidade genética encontrada entre e dentro das raças zebuínas constitui fator adicional para possíveis e grandes progressos genéticos (Josahkian, 2000).

Perímetro escrotal

O PE, por ser uma característica de mensuração facilmente obtida e com alta repetibilidade entre avaliadores, vem sendo amplamente estudado por diversos autores em animais da raça Nelore (Pinto et al., 1989; Costa e Silva, 1994; Dias et al., 2000; Vasconcelos, 2001; Silva et al. 2002; Viu et al., 2006). Além disso, é uma característica que possui herdabilidade de moderada a alta, e é correlacionada com o ganho de peso (peso ao nascimento, peso ao desmame e peso ao sobreano), as características reprodutivas das fêmeas (idade ao primeiro parto, probabilidade de prenhez, número de dias para o parto e intervalo entre partos) e as características reprodutivas dos machos (volume testicular, formato testicular e defeitos espermáticos).

O crescimento do PE apresenta comportamento curvilíneo em função da idade (Hahn et al., 1969; Pimentel et al., 1984; Wildeus, 1993; Jiménez-Severiano, 2002; Sesana et al., 2007). Como acontece com o restante do corpo animal, os testículos crescem demonstrando um comportamento sigmoide em função da idade, com uma fase inicial lenta, seguida de um pico que coincide com a puberdade e, posteriormente, um crescimento mais lento até estacionar na idade adulta (Coulter et al., 1975; Bourdon e Brinks, 1986). Segundo Sesana et al. (2007), o PE apresenta um crescimento linear com a idade do animal até os 18 meses de idade, desacelerando seu crescimento a partir daí até a idade adulta. Quirino et al. (1999), ao descreverem a curva de crescimento do



PE de animais da raça Nelore, encontraram ponto de inflexão (máximo crescimento) aos 13,09 meses de idade. De acordo com os autores, tal fato evidenciaria que o maior crescimento do parênquima testicular ocorre próximo aos 12 meses de idade, sugerindo o início do período pré-púbere.

Em muitos programas de melhoramento de Nelore, o PE tem sido medido aos 18 meses. Entretanto, alguns estudos sugerem que a seleção por meio do PE deve ser realizada em idades mais jovens, para, dessa forma, acelerar, o ganho genético e reduzir os custos com a manutenção de animais improdutivos (Sesana et al., 2007). Assim, alguns aspectos, como a idade mais adequada para medir o PE, merecem atenção do meio científico para melhor utilização dessa característica nos programas de seleção das raças zebuínas (Bergmann, 1998).

Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal

Nos últimos 20 anos, muitos programas de melhoramento genético animal foram implantados no Brasil para várias raças de bovinos de corte. Esses programas, frequentemente, utilizam como critérios de seleção características de crescimento e fertilidade. Entre as características de fertilidade, o PE tem sido utilizado em razão de sua herdabilidade ser de magnitude média a alta, variando de 0,18 (Paneto et al., 2002) a 1,00 (Dias, 2004), como apresentado na Tab. 1.

Observam-se, na Tab. 1, valores de média a alta magnitudes, como os registrados por Dias et al. (2000), Ortiz Peña et al. (2001), Sarreiro et al. (2002) e Silveira (2004), que apresentaram valores de 0,43; 0,40; 0,38; 0,37, respectivamente. Outros autores registraram valores maiores, como Eler et al. (1996), de 0,52, Pereira et al. (2000), de 0,51, e Ortiz Peña et al. (2001), de 0,47 (valor corrigido para idade e peso corporal). Entretanto, valores muito superiores foram registrados por Quirino (1999), de 0,81 (não ajustado para peso corporal) e de 0,71 (ajustado para peso corporal), Bergmann et al. (1997), de 0,87. Segundo os autores, todos os valores apresentados demonstram a existência de variabilidade genética aditiva favorável para seleção de reprodutores baseada no PE.

Tabela 1. Estimativas de herdabilidade (h^2) para o perímetro escrotal para touros Nelore em diferentes idades.

Autores	Ano	n	Idade	h^2
Quirino	1999	875	2 a 5 anos (não AJ Peso)	0,81
Quirino	1999	875	2 a 5 anos (AJ Peso)	0,71
Gressler et al.	2000	652	12 meses	0,24
Gressler et al.	2000	607	18 meses	0,31
Pereira et al.	2000	16.999	18 meses	0,51
Garnero et al.	2001	53.433	550 dias	0,36
Pereira et al.	2001	25.358	18 meses	0,46
Ortiz Peña et al.	2001	7.458	18 meses	0,41
Ortiz Peña et al.	2001	7.458	18 meses (AJ Idade)	0,40
Ortiz Peña et al.	2001	7.458	18 meses (AJ Idade e Peso)	0,47
Cabrera et al.	2002	6.150	365 dias	0,47
Cabrera et al.	2002	5.668	450 dias	0,49
Cabrera et al.	2002	4.960	550 dias	0,44
Garnero et al.	2002	29.769	365 dias	0,52
Garnero et al.	2002	29.769	450 dias	0,53
Paneto et al.	2002	15.676	365 a 455 dias	0,24
Paneto et al.	2002	15.676	455 a 550 dias	0,18
Pereira et al.	2002	25.358	18 meses	0,47
Dias et al.	2003	9.355	550 dias (AJ Idade e Peso)	0,42
Dias et al.	2003	9.355	550 dias (AJ Peso)	0,41
Dias et al.	2003	9.355	550 dias (AJ Idade)	0,35
Silveira	2004	5.903	21 meses	0,37
Eler et al.	2004	25.466	18 meses	0,57
Silva et al.	2006	28.507	18 meses	0,42
Rochetti et al.	2007	26.542	18 meses	0,46
Sesana et al.	2007	5.269	9 meses	0,27
Sesana et al.	2007	5.269	12 meses	0,46
Sesana et al.	2007	5.269	15 meses	0,45
Sesana et al.	2007	5.269	18 meses	0,46
Sesana et al.	2007	5.269	21 meses	0,43
Van Mellis et al.	2007	47.605	18 meses	0,42

n: número de observações feitas pelos autores; AJ Idade: valor de herdabilidade para PE ajustado para a idade do animal; AJ Idade e Peso: valor de herdabilidade para PE ajustado para idade e peso do animal.



Por ser um parâmetro característico de determinada população e poder sofrer alterações ao longo do tempo em consequência da seleção e das decisões de manejo, o coeficiente de herdabilidade pode ser influenciado pela idade e pelo peso do animal (Karsburg, 2003). Teixeira et al. (1998) sugerem que seria importante que os programas de melhoramento genético oferecessem aos produtores as medidas de PE corrigidas para idade e peso e também as medidas corrigidas apenas para idade, pois pode haver diferenças de prioridade em relação à seleção para precocidade sexual e precocidade de crescimento. Seria possível, por exemplo, obter progressos genéticos em precocidade sexual, sem acarretar, necessariamente, aumento no tamanho adulto dos animais (Brito, 1997). Desta forma, pesquisadores estimaram valores de herdabilidade para PE corrigido para idade e peso do animal, além dos valores de PE em diferentes idades (Quirino e Bergmann, 1998; Ortiz Peña et al., 2001; Cabrera et al., 2002; Dias et al., 2003; Sesana et al., 2007).

De acordo com Quirino e Bergmann (1998), as estimativas de herdabilidade do PE ajustado ao peso do animal apresentam valores ligeiramente inferiores (0,15, 0,60, 0,71 e 0,50) às não ajustadas (0,18, 0,65, 0,77 e 0,60), respectivamente, para mensurações (de PE) aos nove, 12, 18 e 24 meses, indicando que a herdabilidade do PE não ajustado ao peso corporal está associada a um maior componente genético aditivo e deve ser aconselhada como parâmetro a se considerar nos futuros programas de melhoramento genético para características reprodutivas. Entretanto, Ortiz Peña et al. (2001) e Dias et al. (2003) estimaram maiores valores de herdabilidade para perímetro escrotal (PE) quando este foi ajustado para idade e peso (0,47 e 0,42, respectivamente). Os autores constataram que, ao ajustar o PE para idade e peso, houve maior redução na variância ambiental, a principal responsável pelas diferenças nas estimativas de herdabilidade. Essa redução demonstra a importância da correção do PE para essas duas grandes fontes de variação não genéticas (idade e peso), permitindo a melhor identificação dos animais sexualmente precoces. O PE é genética e positivamente correlacionado com o peso corporal em várias idades, embora nem sempre a seleção para aumento do PE com consequente aumento do peso corporal seja desejável. Segundo Dias et al. (2003), talvez seja possível diminuir essa resposta correlacionada selecionando-se com base no PE ajustado para idade e peso.

Sesana et al. (2007) estudaram estimativas de herdabilidade para PE em idades diferentes e registraram valores de 0,27; 0,46; 0,45; 0,46 e 0,43, respectivamente, para as idades de nove, 12, 15, 18 e 21 meses, o que indica a existência de grande variabilidade genética para a característica a partir dos 12 meses de idade. Considerando as altas correlações entre os perímetros escrotais registrados pelos mesmos autores e as altas estimativas de herdabilidade dessas características, os autores sugerem que o PE, em idades mais jovens (12 a 15 meses), pode ser utilizado como critério de seleção, permitindo a seleção de animais potencialmente bons quanto à produção espermática futura. Resultados semelhantes foram registrados por Cabrera et al. (2002) para herdabilidade de PE aos 365, 450 e 550 dias de idade (0,47, 0,49 e 0,44, respectivamente). Esses autores acrescentam que a seleção de animais aos 12 meses de idade permite ao produtor descartar precocemente aqueles que possivelmente não terão boa produção espermática quando adultos. Entretanto, segundo Sesana et al. (2007), estudos correlacionando o PE em diferentes idades com precocidade sexual das fêmeas são fundamentais para definir a idade mais adequada para medir essa característica.

Correlação genética do perímetro escrotal x características reprodutivas da fêmea

Identificação de fêmeas que concebem em idades mais jovens é uma das prioridades de alguns programas de seleção e melhoramento na raça Nelore (Faria et al., 2007). Devido à maior dificuldade de se determinarem características facilmente mensuráveis, que sejam geneticamente relacionadas com a fertilidade (Johnston e Bunter, 1996), estudos vêm sendo realizados para determinar correlações genéticas entre PE e características reprodutivas das fêmeas.

Trabalho recente desenvolvido por grupos de melhoramento animal mostrou correlação genética negativa (-0,40), portanto favorável, do PE medido entre 13 e 18 meses de idade e ajustado para 450 dias, correlacionado com idade ao primeiro parto (IPP) de fêmeas que foram expostas ao touro ou inseminadas pela primeira vez aos 14 meses de idade (Ferraz e Eler, 2007). Segundo Eler et al. (2002), a probabilidade de prenhez aos 14 meses (PP14) é uma opção de seleção de baixo custo, requerendo apenas que novilhas próximas aos 14 meses sejam expostas ao touro ou inseminadas, independentemente do peso e da condição corporal.

Evans et al. (1999) e Doyle et al. (2000) reportam, no entanto, correlação genética próxima de zero entre PE e probabilidade de prenhez, nas raças Hereford e Angus, respectivamente. Os autores sugeriram que a relação entre prenhez de novilhas e PE não seria uma função linear, o que indica que o PE poderia ser abandonado ou que haveria limites mínimos para influenciar a prenhez e, a partir daí, seu valor não teria maior influência. Resultados semelhantes foram registrados por Rochetti et al. (2007), que verificaram valores próximos a zero para as correlações genéticas entre PE aos 18 meses e registros de IPP e PP14. Na raça Nelore, Eler et al. (2004) registraram resultados mais promissores para a correlação genética entre PE e PP14 (0,20). Esses autores acreditam que, uma vez obtidos os parâmetros genéticos (coeficientes de herdabilidade e de correlação genética), é possível incorporar o PE em uma análise que inclua simultaneamente as duas características (PE e PP14) para predição das diferenças esperadas de progênie para PP14.



Segundo Ferraz e Eler (2007), mais estudos são necessários para se determinar até que ponto a correlação entre PP14 e PE é linear. Parece plausível não haver necessidade de PEs excessivamente grandes para influenciar a prenhez das filhas. Um fator que pode estar interferindo na estimativa da correlação é a idade de medição do PE. Há, portanto, necessidade de se processarem análises envolvendo PP14 e medidas de PE realizadas em diferentes idades para que se estabeleça o momento apropriado para estimar a correlação genética entre as duas características. De acordo com Gressler et al. (2000), a seleção para PE aos 12 meses (-0,08 com IPP) seria mais efetiva que a seleção para PE aos 18 meses (0,21 com IPP) quando se deseja obter melhorias relacionadas às características reprodutivas das fêmeas, o que indica que a seleção de animais com maior PE aos 12 meses de idade estaria associada à escolha de animais que apresentassem maiores níveis de hormônios gonadotrópicos, culminando com a puberdade, início de atividade reprodutiva de machos e fêmeas, com concepções mais precoces na primeira estação de monta e a antecipação das datas do primeiro parto. Segundo estes autores, aos 18 meses de idade, a maioria dos animais já estaria em período pós-púbere, e a seleção praticada para maiores PEs nessa idade estaria associada a maior peso corporal e, possivelmente, à menor precocidade reprodutiva em ambientes tropicais.

Embora possa ser utilizado para expressar a qualidade reprodutiva dos rebanhos, o IPP pode não ser a qualidade mais adequada para seleção e descarte das fêmeas (Gressler et al., 2000). De acordo com Bergmann (1993), características como data do parto e dias para o parto, que são indicadoras da habilidade individual das vacas para conceberem cedo na estação de monta e parirem cedo na estação de nascimento, têm sido recomendadas para se avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte. O número de dias para o parto (DPP) é dependente da variabilidade das fêmeas em relação à atividade de estro dentro da estação de monta, do número de serviços requeridos e da duração de gestação (Newman et al., 1992). Desta forma, sua avaliação permite identificar fêmeas com maior fertilidade, ou seja, aquelas que emprenham mais cedo dentro da estação de monta, e touros cujas filhas apresentem menor número de dias para o parto.

Pereira et al. (2000) registraram valores para correlações genéticas entre PE e idade ao primeiro parto (IPP), dias para o parto (DPP), intervalo de parto (IP) e duração da gestação (DG) de -0,22; -0,04; 0,10 e -0,04, respectivamente. Devido aos valores favoráveis, entretanto de baixa magnitude para as características estudadas (exceto para IP), os autores sugerem que outras características reprodutivas, mais objetivas, como taxa de prenhez e taxa de permanência no rebanho (HP), devem ser investigadas. A HP refere-se principalmente à vida reprodutiva de uma matriz, pois indica sua capacidade em permanecer no rebanho produzindo um bezerro ao ano, sem falhas, até uma idade específica.

Pereira et al. (2002) registraram correlações de PE com idade ao primeiro parto aos 14 meses (IPP14), idade ao primeiro parto aos 26 meses (IPP26), DPP e DG de -0,39; -0,19; 0,02 e 0,02, respectivamente, o que indica que o PE pode ser utilizado como critério de seleção para melhorar a precocidade sexual das fêmeas, uma vez que a correlação genética negativa indica que seleção de touros com base no mérito genético do PE pode resultar na diminuição da idade ao primeiro parto de suas filhas. A correlação muito baixa, registrada por esses autores, entre PE com DPP e DG indica que a seleção para maior PE praticamente não exerceria efeito sobre a fertilidade do rebanho, resultado que contraindica sua utilização como critério de seleção na raça Nelore. Embora não seja propriamente uma medida de fertilidade, a duração da gestação é estreitamente relacionada com o período produtivo e influencia o número de dias para o parto e até mesmo a idade ao primeiro parto. Fêmeas com DG mais curta tem maior probabilidade de sucesso na estação de monta subsequente, pois elas parem antes e têm mais tempo de repouso antes de entrarem na nova estação de monta (Lôbo et al., 1998).

Van Melis et al. (2007) correlacionaram PE mensurado aos 18 meses de idade (PE18) com PP14 e habilidade de permanência (HP) em rebanho Nelore. As correlações genéticas encontradas entre PE18 com PP14 e HP foram de 0,29 e 0,19, respectivamente, o que sugere que nem todas as filhas de touros com maior PE aos 18 meses serão mais precoces sexualmente ou férteis e longevas. Resultado semelhante para correlação entre PE18 e PP14 (0,20) foi registrado por Eler et al. (2004), já Silva et al. (2006) registraram valor superior para PE18 e HP (0,07), para a raça Nelore. Esses resultados indicam que respostas à seleção para PP14 e HP baseadas no PE18 seriam muito mais lentas do que se acreditava anteriormente para a raça Nelore.

Correlação genética do perímetro escrotal x características reprodutivas do macho

No Brasil, existem poucos relatos a respeito das associações genéticas entre características testiculares e seminais em touros zebuínos, sendo que as mais estudadas incluem mensurações biométricas (comprimentos e larguras testiculares, volume e formato testicular), características físicas (motilidade e vigor espermático) e morfológicas (defeitos maiores, menores e totais) do sêmen (Bergmann et al., 1997; Quirino et al., 1999, 2004; Sarreiro et al., 2002; Silveira, 2004; Dias et al., 2006, 2008).

Hoje, a escolha de reprodutores baseada apenas no PE está sendo questionada (Caldas et al., 1999; Unanian et al., 2000), pois estudos sugerem que, em animais zebuínos, o volume testicular (VT) seria a característica indicadora mais adequada na seleção para precocidade sexual e desempenho reprodutivo de fêmeas e machos. A predominância do formato testicular longo nos machos de zebuínos, em particular na raça Nelore,



em razão do PE normalmente pequeno, tem preocupado os criadores ao selecionarem os seus reprodutores. Esse fato deve-se, em boa parte, aos critérios adotados na seleção pelo PE, de modo que machos com testículos longos podem ser eliminados por apresentarem perímetros menores que os seus contemporâneos de testículos ovais (Unanian et al., 2000).

Correlações genéticas favoráveis e de alta magnitude entre VT e comprimento e largura dos testículos indicam a existência de base genética comum para essas características e de influência direta do comprimento e da largura sobre a massa testicular. Entretanto, correlações genéticas favoráveis e de alta magnitude entre VT, comprimentos e larguras testiculares com o PE indicam que este último parâmetro é adequado para ser utilizado nos programas de seleção para predição do tamanho dos testículos em animais Nelore (Dias et al., 2008). Segundo Quirino et al. (1999), touros com maiores PEs apresentam maiores massas testiculares e pesos corporais maiores.

Correlações genéticas altas e favoráveis entre PE e peso corporal (0,72), volume testicular (0,99), comprimento e largura dos testículos esquerdo (0,91 e 0,96) e direito (0,81 e 0,96) indicam compatibilidade de seleção para crescimento corporal e fertilidade nos programas de seleção de reprodutores da raça Nelore (Dias et al., 2008). Valores inferiores, porém ainda de alta magnitude entre PE e comprimento testicular esquerdo e direito, foram registrados por Quirino (1999) e Silveira (2004; 0,67 e 0,68 para o primeiro autor, e 0,58 e 0,59 para o segundo).

Adicionalmente, correlações genéticas favoráveis foram registradas por Silveira (2004), Dias et al. (2008) e Sesana et al. (2007) para PE e VT, com valores de 0,88; 0,99 e 0,81, respectivamente, o que sugere que a seleção para precocidade sexual realizada por meio do PE levaria a uma resposta correlacionada no volume testicular. Portanto, a seleção para características reprodutivas por meio do PE proporciona progressos reprodutivos e produtivos ao rebanho. Os PE e VT são influenciados, em grande parte, pela ação dos mesmos genes aditivos, desta forma não há necessidade de mudanças no critério de seleção para precocidade sexual e ponderal.

Outra característica importante na avaliação de machos, especialmente quando se trata de animais zebuínos, é o formato testicular (FT). A maior proporção dos animais zebuínos apresenta FT longo ou longo-moderado com correlações genéticas positivas de 0,33 e 0,28 com largura dos testículos direito e esquerdo, respectivamente (Silveira, 2004). Da mesma forma, segundo Unanian et al. (2000), o PE é mais influenciado pela largura do que pelo comprimento dos testículos. As duas características são, portanto, influenciadas pela mesma variável (largura testicular), o que poderia comprometer essa associação em animais de testículos longos. Entretanto, a correlação genética favorável entre PE e FT registrada por Silveira (2004) e Dias et al. (2008) (0,24 e 0,39, respectivamente) demonstra que a seleção para o aumento do PE traria uma resposta positivamente correlacionada para aumento do FT. Segundo Silveira (2004), essa mudança não seria dos formatos alongados para os formatos ovais ou esféricos, e sim dentro dos formatos alongados, uma vez que as condições de ambiente que influenciaram o alongamento do formato testicular em zebuínos ainda serão encontradas em quase todo o território nacional.

Quanto às características físicas do ejaculado (motilidade e vigor espermático), existem resultados diversos de correlações genéticas, que geralmente se apresentam favoráveis e de alta magnitude, o que demonstra a importância do PE para essas características e base genética comum entre elas. Para PE e motilidade espermática, os resultados variaram de 0,13 a 1,00, enquanto os resultados de correlações genéticas entre PE e vigor espermático variaram de 0,69 a 0,99 (Bergmann et al., 1997; Quirino et al., 1999; Sarreiro et al., 2002; Silveira, 2004; Dias et al., 2006, 2008). Os autores comentam que essa variação de resultados deve-se principalmente à subjetividade das avaliações e à influência de fatores residuais.

As características morfológicas dos espermatozoides avaliadas durante o exame andrológico são classificadas, segundo Blom (1983), em defeitos maiores (DM), menores (DMe) e totais (DT). As correlações genéticas registradas por Dias et al. (2008) entre PE com DMe e DT foram de -0,67 e -0,12, respectivamente, resultado que indica associação favorável entre o desenvolvimento testicular e as características morfológicas desejáveis do sêmen e que seleção de reprodutores baseada no PE leva à seleção indireta favorável das características seminais. Todavia, a correlação genética encontrada por esses autores entre PE e DM (0,13) apresentou valor oposto aos encontrados na literatura (Bergmann et al., 1997; Quirino et al., 1999; Sarreiro et al., 2002; Silveira, 2004).

Silveira (2004) registrou valores de -0,05; -0,48 e -0,09 para correlação genética entre PE e DM, DMe e DT, respectivamente. O sentido da relação entre os defeitos espermáticos e o PE foi negativo, logo a seleção para PE se mostra favorável à diminuição dos defeitos espermáticos no ejaculado. Valores mais baixos foram registrados por Quirino et al. (1999), porém os dois estudos demonstram que há maior correlação genética entre os DMe e PE, o que implica que bovinos com maiores PE são mais propensos geneticamente a apresentarem menores valores de DMe no ejaculado.

Correlação genética do perímetro escrotal x características ponderais

Além da precocidade reprodutiva, a precocidade de crescimento também é mediadora de maior ganho econômico anual do rebanho. Por meio dela, pode-se aumentar a eficiência para ganho de peso, reduzir o tempo



de permanência dos animais a pasto e a quantidade de suplementos utilizados, obter conversão alimentar mais eficiente e minimizar tanto os gastos quanto o tempo de abate (Lanna e Packer, 1997). Assim, é importante considerar as correlações fenotípicas e genéticas entre as características reprodutivas e de desenvolvimento ponderal. Entre os parâmetros ponderais, o peso ao nascimento (PESNAS), à desmama (PESDES) e ao sobreano (PESSOB) são os mais estudados e correlacionados geneticamente com as características reprodutivas (PE).

A correlação genética favorável e de alta magnitude entre PE e peso é indicação de que o PE é parâmetro adequado para identificação de touros com maiores potenciais de ganho de peso (Salvador et al., 2002). Dias et al. (2008) registraram correlações genéticas de alta intensidade entre PE e peso (0,72), o que demonstra base genética comum entre as características, conforme sugeriu Quirino et al. (1999). Segundo Pereira et al. (2001), o PE apresenta correlação negativa com PESNAS (-0,16) e positiva com PESDES (0,27), PESSOB (0,25) e ganho de peso aos 450 dias (0,12). Correlações positivas entre PE x PESDES, PESSOB e ganhos de peso foram descritas em vários trabalhos (Koots et al., 1994; Bergmann et al., 1996; Eler et al., 1996; Lôbo et al., 1998; Silveira, 2004), o que sugere a possibilidade de essas características serem selecionadas, simultaneamente, em programas de melhoramento.

O PESNAS é a primeira informação após o nascimento do animal e indica seu vigor e desenvolvimento pré-natal. É uma característica que sofre média ação genética aditiva, tem relativamente pequena influência dos fatores genéticos e ambientais que atuam sobre a mãe, antes e durante a gestação, e está relacionada com o próprio período de gestação. É desejável que esse peso não seja muito baixo, pois aumenta a taxa de mortalidade na fase pré-desmama. No entanto, se for muito alto, pode acarretar dificuldade no parto (Scarpati e Lobo, 1999; Lira et al., 2008); dessa forma, correlações baixas com o PE tornam-se desejáveis.

O PESDES é uma característica de fácil obtenção e serve para avaliar tanto o potencial genético do indivíduo para crescimento quanto a habilidade materna da matriz, isto é, o quanto ela pode fazer o bezerro ganhar peso do nascimento à desmama. O PESSOB reflete o potencial de ganho de peso até o abate e expressa a habilidade do animal em ganhar peso no período pós-desmama. Existe tendência de redução da idade do peso ao sobreano, com a finalidade de intensificar o processo de seleção, a fim de selecionar animais que atinjam pesos desejados com a maior precocidade produtiva possível (Lira et al., 2008).

Na busca de animais mais precoces, tanto em termos reprodutivos quanto em acabamento, Fries e Albuquerque (1996) propuseram a utilização alternativa, como critério seletivo da característica “dias necessários para ganhar determinado peso”, semelhante aos programas de melhoramento praticados na suinocultura e na avicultura. Entretanto, em bovinos, com base nos valores de herdabilidade e correlações genéticas estimados por Garner et al. (2001), espera-se maior resposta à seleção, tanto nas características de crescimento como nas reprodutivas, quando se utilizam como critério de seleção os pesos padronizados em vez de dias para atingir determinado peso.

Ortiz Pena et al. (2001) registraram valores de correlação genética entre ganho médio diário pré-desmama (GDM), número de dias para ganhar 160 kg após o nascimento (D160), ganho médio diário pós-desmama (GMP) e número de dias para ganhar 240 kg após o nascimento (D240) com PE, PE ajustado para idade (PEi) e PE ajustado para idade e peso (PEip). As correlações genéticas estimadas entre PE e PEi e as de desenvolvimento ponderal foram de moderadas a baixas (0,28 a 0,33), apresentando magnitudes inferiores com as características de pré-desmama (GMD e D160) e, em ambas as fases, pré-desmama e sobreano, maiores magnitudes com as expressões de ganho médio diário (GMD e GMP). Já as estimativas das correlações genéticas entre PEip e as expressões do crescimento foram baixas e com sinais invertidos tanto na pré-desmama como no sobreano. Os autores sugerem que os genes envolvidos na determinação da velocidade de crescimento, na pré e pós-desmama, estariam pouco relacionados com os que expressam a precocidade sexual das três maneiras mensuradas. Menor grau de associação genética entre as características de precocidade sexual e de crescimento poderia permitir, dependendo do objetivo de seleção, maior ênfase seletiva na precocidade sexual, sem elevar, em demasia, a taxa de crescimento e o tamanho adulto das vacas de cria.

Tais observações corroboram os estudos de Everling et al. (2001), os quais verificaram que a seleção direta para o perímetro escrotal, ajustada para idade e peso, não trará resposta correlacionada para o ganho médio diário, principalmente na fase de pré-desmama. Os autores encontraram valores de 0,17; -0,17 e 0,16 para correlações genéticas entre PE e ganho médio diário do nascimento à desmama, número de dias para ganhar 160 kg e peso à desmama, respectivamente.

Correlação genética do perímetro escrotal x escores visuais, comportamentais e medidas de carcaça

São escassos os trabalhos que abordam as associações genéticas entre PE e características de comportamento (Quirino et al., 1999, 2004; Sarreiro et al., 2002), escore visual (Faria et al., 2007) e medidas de carcaça (Karsburg, 2003).

Embora o desempenho reprodutivo de bovinos de corte seja afetado principalmente por fatores que incluem características de crescimento, testiculares e de qualidade seminal, a libido ou habilidade do touro de identificar a fêmea em estro, é um importante fator da fertilidade do touro e há evidências de que seja fortemente



influenciado por fatores genéticos. Nesse sentido, a avaliação de características do sêmen, associadas à medição do PE e ao comportamento sexual, é uma alternativa para se quantificar o potencial reprodutivo do touro (Pineda et al., 1997). Quirino et al. (1999) verificaram correlação genética desfavorável entre PE e libido (-0,43) quando não se considerou a covariável peso corporal no modelo estatístico, e valor favorável entre PE e libido (0,19) quando se considerou a covariável peso corporal no modelo estatístico. Da mesma forma, Quirino et al. (2004) registraram correlação genética negativa entre PE e libido (-0,43). Os autores concluíram que não se pode afirmar que touros com maior testículo teriam maior libido. Contrariamente, de acordo com os resultados registrados por Sarreiro et al. (2002), a seleção para PE pode ser efetiva, podendo levar à resposta correlacionada favorável para libido. As correlações genéticas entre libido e PE registradas por esses autores foi de 0,78 e 0,76, respectivamente, considerando-se ou não o peso corporal no modelo.

Os critérios de seleção relacionados às características indicadoras de qualidade e rendimento da carcaça têm merecido maior atenção nos últimos anos como métodos auxiliares de seleção, possibilitando abranger maior parte do potencial genético dos animais e, assim, aumentando a eficiência da seleção (Petrini et al., 2007). Segundo Faria et al. (2007), a seleção de animais para um biótipo desejável, avaliada por meio de escores visuais, leva a animais com maior fertilidade e precocidade sexual. As correlações genéticas registradas por esses autores para PE aos 365 e 455 dias com as características de musculosidade (M), estrutura física (EF) e conformação (C) em bovinos da raça Nelore de oito, 15 e 22 meses de idade foram de sentido favorável à seleção, apresentando magnitudes moderadas, o que sugere que a seleção de animais para um biótipo desejável pode levar à maior fertilidade e precocidade sexual, principalmente quando realizada aos 18 meses de idade. De acordo com Petrini et al. (2007), essas características têm especial interesse junto aos programas de melhoramento genético animal, pela facilidade que algumas delas apresentam para serem mensuradas visualmente.

Por outro lado, a utilização de instrumentos de alta tecnologia permite medições precisas de componentes do tecido animal e da composição da carcaça, os quais são difíceis de serem obtidos por inspeção visual ou palpação no animal vivo (Miller, 2001). Karsburg (2003), em touros da raça Santa Gertrudes, correlacionou geneticamente o PE (18 meses) com área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) mensuradas por meio de ultrassonografia. Em programas de melhoramento genético, essas medidas são importantes por apresentarem correlação favorável com capacidade de deposição muscular, precocidade de terminação e também por apresentarem valores de herdabilidade estimada de moderada a alta, o que sugere que possam ser modificadas por seleção. Entretanto, o autor registrou correlações de 0,72 e -0,18, respectivamente, para PE x AOL e PE x EGS, resultado que indica que animais que apresentam PEs maiores aos 18 meses de idade tendem também a ter maiores AOL. No entanto, devido às correlações baixas e negativas com a EGS, animais com maiores PEs não influenciariam em maiores valores de EGS.

Considerações finais

O Brasil detém uma população bovina que possibilita altos diferenciais de seleção e apresenta grande diversidade genética, o que potencializa as possibilidades de ganho genético. A seleção para a eficiência reprodutiva reflete no desempenho produtivo dos rebanhos, além de proporcionar mudanças genéticas favoráveis e permanentes a longo prazo.

A herdabilidade alta, a facilidade de medição e as correlações genéticas com características de sêmen e com características reprodutivas das fêmeas fazem do perímetro escrotal o critério de seleção mais utilizado para melhoria da eficiência reprodutiva em gado de corte.

Referências

- Barbosa PF.** Bovinos: Raças puras, novas raças, cruzamentos e compostos de gado de corte. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBMA, 2000. p.124-125.
- Bergmann JAG.** Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 3, 1998, Uberaba. Anais... Uberaba, 1998, p.145-155.
- Bergmann JAG.** Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 10, 1993, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: CBRA, 1993. p.70-86.
- Bergmann JAG, Quirino CR, Vale Filho VR, Andrade VJ, Fonseca CG.** Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. Arch Latinoam Prod Anim, v.5, supl.1, p.473-475, 1997.
- Bergmann JAG, Zamborlini LC, Procópio CSO, Andrade VJ, Vale Filho VR.** Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. Arq Bras Med Vet Zootec, v.48, p.69-78, 1996.
- Blom E.** Pathological conditions in the genital organs and in semen as ground for rejection of breeding bulls for import or export to and from Denmark, 1958-1982. Nord Vet Med, v.35, p.105-130, 1983.



- Bocchi AL.** Avaliação genética. In: Curso on-line: Melhoramento genético: teoria e prática – módulo 4, 2003. Agropoint. Disponível em: <http://www.agropoint.com.br>.
- Bourdon RM, Brinks JS.** 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.
- Brito JV.** Influência da idade e peso corporal sobre o perímetro escrotal em touros Hereford: Estimativas de fatores de correção. *Anais... Juiz de Fora*, 1997. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora, Anais... Vicosa: SBZ, 1997, p.130-132. Resumo.
- Cabrera ME, Garnero AV, Lôbo RB, Gunski RJ.** Parâmetros genéticos para perímetro escrotal em la raza Nelore. *Arq Ciênc Vet Zool*, v.5, p.225-229, 2002.
- Caldas ME, Pinho TG, Pinto PA, Nogueira LAG.** Avaliação da biometria e morfologia testicular de touros jovens da raça Nelore (*Bos Taurus indicus*). *Rev Bras Reprod Anim*, v.23, p.210-212, 1999.
- Cardelino R, Rovira J.** Mejoramiento genético animal. Buenos Aires: Agropecuária Hemisfério Sur, 1983. 253p.
- Costa e Silva EV.** Capacidade reprodutiva de touros Nelore: exame andrológico, teste de comportamento sexual e desafio de fertilidade. 1994. 102f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 1994.
- Coulter GH, Larson LL, Foote RH.** Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. *J Anim Sci*, v.41, p.1383-1389, 1975.
- Dias JC.** Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Neloeres, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul. 2004. 54f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2004.
- Dias JC, Andrade VJ, Fridrich AB, Salvador DF, Vale Filho VR, Corrêa AB, Silva MA.** Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Neloeres, de dois e três anos de idade. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.58, p.388-393, 2006.
- Dias JC, Andrade VJ, Martins JAM, Emerick LL, Vale Filho VR.** Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. *Pesq Agropec Bras*, v.43, p.53-59, 2008.
- Dias LT, El Faro L, Albuquerque LG.** Estimativas de Herdabilidade para Perímetro Escrotal de Animais da Raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.32 (supl. 2), p.1878-1882, 2003.
- Dias LT, El Faro L, Fries LO, Albuquerque LG.** Estimativas de parâmetros genéticos para perímetro escrotal e idade ao primeiro parto em animais da raça Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000. p.223-225. Resumo.
- Doyle SP, Golden BL, Green RD, Brinks JS.** Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. *J Anim Sci*, v.78, p.2091-2098, 2000.
- Eler JP, Ferraz JBS, Silva PR.** Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.48, p.203-213, 1996.
- Eler JP, Silva JAIV, Evans JL, Ferraz JBS, Dias F, Golden BL.** Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. *J Anim Sci*, v.82, p.2519-2527, 2004.
- Eler JP, Silva JAV, Evans JL, Ferraz JBS, Dias F, Golden BL.** Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 7, 2002. Proceedings... 2002, p.697-700. Resumo.
- Evans JL, Golden BL, Bourdon RM, Long KL.** Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J Anim Sci*, v.77, p.2621-2628, 1999.
- Everling DM, Ferreira GBB, Rorato PRN, Roso VMR, Marion AE, Fernandes HD.** Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos Angus-Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.30, p.2002-2008, 2001.
- Falconder DS.** Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV, 1987.279p.
- Faria CU, Magnabosco CU, Albuquerque LG, Reyes AR, Lôbo RBL, Bezerra LAF.** Análise bayesiana na estimação de correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos da raça Nelore utilizando modelo animal linear-limiar. *Anais... Jaboticabal*, 2007. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: SBZ, 2007. 3p. Resumo.
- Ferraz JBS, Eler J.** Seleção de *Bos indicus* para precocidade sexual. *Rev Bras Reprod Anim*, v.31, p.167-171, 2007.
- Fries LA, Albuquerque LG.** Avaliação genética de duas alternativas para medir precocidade de crescimento. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 1, 1996, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto, 1996. p. 243-245. Resumo.
- Garnero AV, Fernandes MB, Figueiredo LFC, Lôbo RB.** Influência da incorporação de dados de progênies na classificação de touros da raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.31, p.918-923, 2002.
- Garnero AV, Lôbo RB, Bezerra LAF, Oliveira HN.** Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.30, p.714-718, 2001.



- Gianlorenço VK, Alencar MM, Toral FLB, Mello SP, Freitas AR, Barbosa PF.** Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. *Rev Bras Zootec*, v.32, p.1587-1593, 2003.
- Gressler SL, Bergmann JAG, Pereira CS, Penna VM, Pereira JCC, Gressler MGM.** Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.29, p.427-437, 2000.
- Hahn J, Foote RH, Seidel Jr. GE.** Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *J Anim Sci*, v.29, p.41-47, 1969.
- Jiménez-Severiano H.** Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. *Theriogenology*, v.58, p.921-932, 2002.
- Johnston DJ, Bunter KL.** Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livest Prod Sci*, v.45, p.13-22, 1996.
- Josahkian LA.** Programa de melhoramento genético das raças zebuínas. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBMA, 2000. p.76-92. Resumo.
- Karsburg JHH.** Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultrassonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudes. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado Ciências Básicas) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP, 2003.
- Koots KR, Gibson JP, Wilton JW.** Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. *Anim Breed Abstr*, v.62, p.825-853, 1994.
- Lanna DP, Packer IU.** A produtividade da vaca Nelore. In: Simpósio: O Nelore do século XXI, 4, 1997, Uberaba. Anais... Uberaba: [s.n.], 1997. p.73-86. Resumo.
- Lira T, Rosa EM, Garner AV.** Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). *Ciênc Anim Bras*, v.9, p.1-22, 2008.
- Lôbo RNB.** Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semiarid region of Brazil. *Livest Prod Sci*, v.55, p.245-248, 1998.
- Miller MF, Carr MA, Ramsey CB, Crockett KL, Hoover LC.** Consumer threshold for establishing the value of beef tenderness. *J Anim Sci*, v.79, p.3062-3068, 2001.
- Newman S, Morris CA, Baker RL, Nicoll GB.** Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. *Livest Prod Sci*, v.32, p.111-130, 1992.
- Ortiz Peña CDO, Queiroz SA, Fries LA.** Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.30, p.93-100, 2001.
- Paneto JCC, Lemos DC, Bezerra LAF, Filho RM, Lôbo RB.** 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.
- Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS.** Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.53, p.720-727, 2001.
- Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS.** Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesq Agropec Bras*, v.37, p.703-708, 2002.
- Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS.** Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.29, p.1676-1683, 2000.
- Pereira JCC.** Melhoramento genético aplicado à reprodução animal. Belo Horizonte, MG: Editora FEP-MVZ, 1999. 493p.
- Petrini J, Mourão GB, Mattos EC, Eler JP, Ferraz JBS, Balieiro JCC.** Efeitos genéticos aditivos diretos e heteroses sobre características categóricas de bovinos de corte compostos (*Bos taurus* x *Bos indicus*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal/SP. Anais ... Jaboticabal/SP: FCAV/UNESP-SBZ, 2007. 3p. Resumo.
- Pimentel CA, Ferreira JMM, Moraes JCF, Chagas PR, Amaral CO, Medeiros EL, Bento CLR.** Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, v.8, p.27-33, 1984.
- Pineda N, Lemos PF, Fonseca VO.** Comparação entre dois testes de avaliação do comportamento sexual (libido) de touros Nelore (*Bos taurus indicus*). *Rev Bras Reprod Anim*, v.21, p.32-34, 1997.
- Pinto PA, Silva PR, Albuquerque LG, Bezerra LAF.** Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos das raças Guzerá e Nelore. *Rev Bras Reprod Anim*, v.13, p.151-156, 1989.
- Quirino CR.** Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore. 1999. 78f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 1999.
- Quirino CR, Bergmann JAG.** Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weigh in Nelore Bulls, using univariate and bivariate animal models. *Theriogenology*, v.49, p.1389-1396, 1998.
- Quirino CR, Bergmann JAG, Vale Filho VR, Andrade VJ, Pereira JCC.** Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nellore cattle. *Theriogenology*, v.52, p.25-34, 1999.
- Quirino CR, Bergmann JAG, Vale Filho VR, Andrade VJ, Reis SR, Mendonça RM, Fonseca CG.** Genetic



- Parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. *Theriogenology*, v.62, p.1-7, 2004.
- Rochetti RL, Eler JP, Cintra DC, Mattos EC, Ferraz JBS, Balieiro JCC.** Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas em bovinos na raça Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNESP-SBZ, 2007. 3p. Resumo.
- Salvador DF, Dias JC, Vale Filho VR, Andrade VJ, Silva AS, Nogueira E.** Perfil andrológico de touros da raça Nelore com três e quatro anos de idade, criados extensivamente em condições do Estado do Mato Grosso do Sul. *Rev Bras Reprod Anim*, v.26, p.64-67, 2002.
- Sarreiro LC, Bergmann JAG, Quirino CR, Pineda NR, Ferreira VCP, Silva MA.** Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.54, p.602-608-2002.
- Scarpatti MTV, Lôbo RB.** Modelos animais alternativos para estimacao de componentes de (co)Variância e de parâmetros genéticos e fenotípicos do peso ao nascer na raça Nelore. *Rev Bras Zoot*, v.28, p.512-518, 1999.
- Sesana RC, Albuquerque LG, Silva JAV, Sesana JC.** Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNESP-SBZ 2007. 3p. Resumo.
- Silva JAV, Formigoni IB, Eler JP, Ferraz JBS.** Genetic relationship among stayability, scrotal circumference and post-weaning weight in Nelore cattle. *Livest Sci*, v.99, p.51-59, 2006.
- Silva OEDF, Unanian MM, Cordeiro CMT, Freitas OR.** Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. *Rev Bras Zootec*, v.31, p.1157-1165, 2002.
- Silveira TS.** Estádio de maturidade sexual e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore. 2004. 137f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- Teixeira RA, Dias LT, Albuquerque LG.** Efeitos do peso e idade a desmama e ao sobreano sobre medidas de perímetro escrotal em touros Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu, SP: SBZ, 1998. p.443-445. Resumo.
- Unanian MM, Silva AEDF, McManus C, Cardoso EP.** Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.29, p.136-144, 2000.
- Vasconcelos COP.** Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore, dos 20 aos 22 meses de idade. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- Van Melis MH, Eler JP, Oliveira HN, Rosa GJM, Ferraz JBS, Mattos EC.** Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas na raça Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNESP-SBZ, 2007. p.1-3. Resumo.
- Viu MAO, Magnabosco CU, Ferraz HT, Gambarini ML, Oliveira Filho BD, Lopes DT, Viu AMF.** Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região Centro-Oeste do Brasil. *Arch Vet Sci*, v. 11, p.53-57, 2006.
- Wildeus S.** Age-related changes in scrotal circumference, testis size and sperm reserve in bulls of the tropically adapted Senepol breeds. *Anim Reprod Sci*, v.32, p.185-195, 1993.
-