

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E EVOLUÇÃO**

***ANÁLISE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E  
DE REPRODUÇÃO EM UM REBANHO DA RAÇA CANCHIM***

***Talita Buttarello Mucari***

**São Carlos – SP  
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E EVOLUÇÃO**

***ANÁLISE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E  
DE REPRODUÇÃO EM UM REBANHO DA RAÇA CANCHIM***

***Talita Buttarello Mucari***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Evolução do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências (Ciências Biológicas), área de concentração: Genética e Evolução.

**São Carlos – SP  
2006**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M942ag

Mucari, Talita Buttarello.

Análise genética de características de crescimento e de reprodução em um rebanho da raça Canchim / Talita Buttarello Mucari. -- São Carlos : UFSCar, 2006.  
63 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Genética. 2. Canchim (Bovino). 3. Dias para o parto. 4. Período de gestação. 5. Parâmetros genéticos. I. Título.

CDD: 575.1 (20<sup>a</sup>)

***Orientador***  
***Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar***

*"Todo o futuro da nossa espécie, todo o governo das sociedades, toda a prosperidade moral e material das nações dependem da ciência, como a vida do homem depende do ar. Ora, a ciência é toda observação, toda exatidão, toda verificação experimental. Perceber os fenômenos, discernir as relações, comparar as analogias e as dessemelhanças, classificar as realidades, e induzir as leis, eis a ciência; eis, portanto, o alvo que a educação deve ter em mira."*

*Rui Barbosa, 1882.*

## **Dedico**

Aos meus pais Emilio e Carolina.

Ao meu companheiro Fernando.

Às minhas irmãs Maila e Ana Carolina.

Aos meus avós Emilio e Idalina, Olga e Hermínio (*in memoriam*).

Pessoas que sempre estiveram ao meu lado, incondicionalmente.

## **Agradecimentos**

São tantas as pessoas a agradecer que evitarei mencionar muitos nomes, vou apenas citar pessoas que estiveram mais envolvidas com meu trabalho.

A Deus, por mais esta jornada, durante a qual me deu força e proteção.

Ao Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar, pela orientação, ensinamentos, paciência, oportunidade, confiança, apoio e contribuição durante minha formação.

Ao Prof. Dr. João Ademir de Oliveira, pelo incentivo para minha vinda a São Carlos, além da participação da banca de defesa deste trabalho e dos ensinamentos durante o curso de mestrado.

Aos membros da banca examinadora Dr. Pedro Franklin Barbosa, Profa. Dra. Luciana Correia de Almeida Regitano e Prof. Dr. Orlando Moreira Filho, pelas valiosas sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Evolução da UFSCar, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Genética e Evolução da UFSCar, pela atenção dispensada.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Pecuária Sudeste, que propiciaram condições para realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas dos cursos de Pós-Graduação da UFSCar e da UNESP/Jaboticabal, pela agradável convivência, em especial à Ana Mary da Silva, pela amizade e pelo caminho que juntas percorremos.

À Embrapa Pecuária Sudeste, pela cessão dos dados e oportunidade para desenvolvimento desta tese.

À CAPES, pelo auxílio financeiro concedido.

À UFSCar, pelo apoio institucional.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

## **ANÁLISE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DE REPRODUÇÃO EM UM REBANHO DA RAÇA CANCHIM**

### ***Resumo***

O objetivo neste estudo foi estimar parâmetros genéticos para as características dias para o parto (DP), dias para o primeiro parto (DPP) e período de gestação (PG), associadas ao desempenho reprodutivo de fêmeas, bem como avaliar as relações de DP e DPP com o perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12) e os pesos aos 12 meses de idade de machos e fêmeas (P12), ao parto (PVP), ao primeiro parto (PVPP), à entrada da estação de monta (PEM) e à entrada da primeira estação de monta (PEPM), e do PG com o peso do bezerro ao nascimento (PN) e com P12. As análises foram realizadas utilizando modelos animais e o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas. As estimativas de herdabilidade variaram de 0,02 a 0,09 para DP, de 0,15 a 0,23 para DPP e de 0,04 a 0,41 para PG, dependendo do arquivo e do modelo utilizados para cada característica. As correlações genéticas de DP e DPP com PE12 mostraram que é possível obter melhoria das características reprodutivas de fêmeas selecionando-se para aumento de PE12. Com relação a P12, a seleção para aumentar essa característica não deve gerar resposta significativa em DP, mas pode aumentar DPP. A avaliação das associações dos demais pesos de fêmeas com DPP e DP indicou que fêmeas maiores apresentam pior desempenho reprodutivo. As correlações genéticas do PG com PN e com P12 mostraram que a utilização de PG como critério de seleção resulta em resposta correlacionada em PN sem alterar P12.

**Palavras-chave:** Canchim, dias para o parto, dias para o primeiro parto, gado de corte, parâmetros genéticos, período de gestação, pesos.

## GENETIC ANALYSIS OF GROWTH AND REPRODUCTION TRAITS IN A CANCHIM BEEF CATTLE HERD

### ***Abstract***

The objective in this study was to estimate genetic parameters for the traits days to calving (DC), days to first calving (DFC) and gestation length (GL), associated with reproductive performance of females, as well as to evaluate the relationships of DC and DFC with scrotal circumference at 12 months of age (SC12) and body weights at 12 months of age (W12), at calving (WC), at first calving (WFC), at beginning of the breeding season (WBS) and at beginning of the first breeding season (WFBS), and of GL with weight at birth (BW) and W12. Analyses were done using animal models and the derivative free restricted maximum likelihood methodology. Estimates of heritabilities varied from 0.02 to 0.09 for DC, from 0.15 to 0.23 for DFC and from 0.04 to 0.41 for GL, depending on the data set and the model used for each trait. Genetic correlations of DC and DFC with SC12 showed that it is possible to improve these female reproductive traits by selecting for increase in SC12. With respect to W12, selection to increase this trait should not produce significant changes in DC, but may increase DFC. Associations of the other female body weights with DFC and DC indicated that heavier females experience lower reproductive performance. Estimates of genetic correlations of GL with BW and W12 indicated that selection to change GL will result in correlated response in BW with no changes in W12.

**Keywords:** beef cattle, Canchim, days to calving, days to first calving, genetic parameters, gestation length, weights.

## SUMÁRIO

	Página
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
Bovinocultura de corte e melhoramento genético.....	1
Modelos estatísticos e parâmetros genéticos.....	2
Desempenho reprodutivo das fêmeas.....	4
Dias para o parto.....	6
Período de gestação.....	9
Objetivos.....	10
Referências Bibliográficas.....	11
<b>CAPÍTULO 1 - ANÁLISE GENÉTICA DE DIAS PARA O PARTO E DIAS PARA O PRIMEIRO PARTO E SUAS CORRELAÇÕES COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E PONDERAIS EM UM REBANHO BOVINO DA RAÇA CANCHIM</b> .....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	16
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	37
<b>CAPÍTULO 2 - ANÁLISE GENÉTICA DO PERÍODO DE GESTAÇÃO EM ANIMAIS DE UM REBANHO CANCHIM: ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ESCOLHA ENTRE MODELOS ANIMAIS ALTERNATIVOS</b> .....	41
Resumo.....	41
Abstract.....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	52
Conclusões.....	59
Referências Bibliográficas.....	60
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	62

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

### ***Bovinocultura de corte e melhoramento genético***

O Brasil apresenta atualmente um dos maiores rebanhos comerciais de bovinos do mundo, no entanto, a modernização do seu sistema de produção vem ocorrendo gradativamente. A análise das condições ambientais, do potencial humano e do gado brasileiro mostra que o país possui os principais componentes de competitividade internacional: baixo custo de produção e domínio tecnológico do processo. Algumas medidas vêm sendo tomadas objetivando a expansão das exportações e o melhor atendimento da demanda interna. O melhoramento genético dos animais é um dos processos que está sendo usado para auxiliar essa otimização e tem mostrado resultados relevantes no crescimento da pecuária bovina nacional.

Segundo Ortiz Peña (2000), tecnicamente, melhoramento genético animal é a aplicação de princípios biológicos, econômicos e matemáticos com o fim de encontrar estratégias ótimas para aproveitar a variação genética existente em uma espécie em particular e, assim, maximizar o seu mérito, e, na prática, é a busca de animais geneticamente superiores do ponto de vista produtivo e de adaptação ao meio ambiente em que se desenvolvem. Na pecuária de corte, o melhoramento tem como principal objetivo o aumento da lucratividade da empresa, por meio do uso maximizado na reprodução dessa superioridade genética, acarretando maiores margens e competitividade.

Duas são as ferramentas disponíveis para se promover o melhoramento genético de qualquer espécie: seleção e acasalamento. A seleção é o

processo que indica quais animais de uma geração tornar-se-ão pais da próxima, e quantos filhos lhes serão permitido deixar. Acasalamento, por outro lado, é um termo amplo que, para animais domésticos, criados com fins comerciais, é importante quando resulta em concepção, gestação e nascimento de filhos. Quando o acasalamento ocorre entre indivíduos pertencentes a raças diferentes denomina-se cruzamento. A seleção, de modo geral, tem o objetivo de melhoria e/ou fixação de alguma característica de importância. Isso quer dizer que ela tem por finalidade aumentar, na população, a frequência de alelos favoráveis. A melhoria obtida em características quantitativas vai depender da herdabilidade da característica em questão e do diferencial de seleção (EUCLIDES FILHO, 1999).

### ***Modelos estatísticos e parâmetros genéticos***

O melhoramento genético animal no Brasil tem, há anos, feito uso da teoria de modelos mistos de Henderson (1984), com resultados notáveis, utilizando a estatística clássica. Isso tem permitido a seleção de animais com base na estimação, com alta acurácia, de seus valores genéticos, para utilização desses no melhoramento e como ferramenta empresarial. A alta acurácia propiciada pelos modelos mistos se deve ao fato de levarem em conta associações genéticas existentes entre os animais, em razão do parentesco entre eles, quantificadas por informações de genealogia. Isso é possível pela abordagem que considera os efeitos genéticos como tendo natureza aleatória. Os modelos mistos permitem ainda que os efeitos não-genéticos (em geral, considerados de natureza fixa) sejam removidos, de maneira a obter predições dos valores genéticos livres desses efeitos.

A perfeita adequação do modelo linear misto a situações reais depende, diretamente, da competência e da sensibilidade do usuário em captar a

estrutura dos dados que serão modelados e analisados, em relação aos efeitos aleatórios e ao efeito residual. O sucesso do procedimento de modelagem está fortemente associado à possibilidade de se introduzir no modelo estruturas de (co)variâncias das variáveis aleatórias, que no modelo linear misto podem estar inseridas no resíduo, e, também, na parte aleatória associada ao fator aleatório conhecido (CAMARINHA FILHO, 2002).

Modernamente, as avaliações genéticas são conduzidas pela metodologia dos modelos mistos utilizando-se, cada vez mais, do modelo animal para estimação do mérito genético dos indivíduos e posterior seleção. Segundo Euclides Filho (1999), o modelo animal, por utilizar informações de todos indivíduos e considerar as relações de parentesco existentes entre os animais em avaliação, promove maior acurácia nas estimativas de mérito genético obtidas e permite identificação do mérito genético médio por ano, possibilitando avaliação da tendência genética. Tal modelo possibilita, ainda, a obtenção da estimativa do potencial genético de transmissão para todo indivíduo avaliado, mesmo para animais jovens e, por conseguinte, sem progênie. Esse potencial de transmissão é representado, na grande maioria das avaliações hoje em andamento, pelo que se chama Diferença Esperada na Progênie (DEP).

Os componentes de variância, importantes na predição do mérito genético dos indivíduos, têm sido estimados por diferentes métodos que evoluem à medida que novas teorias e novas técnicas computacionais são desenvolvidas.

Segundo Nelsen et al. (1986), o método de estimação pode ser um fator importante na obtenção dos parâmetros genéticos, juntamente com o estabelecimento de um modelo estatístico que descreva corretamente os dados.

O conhecimento das herdabilidades das características de interesse, e das correlações genéticas entre elas, é necessário para que a variação genética seja eficientemente utilizada em um programa de seleção, pois esses parâmetros genéticos permitem prever as respostas direta e correlacionada à seleção e definir o método de seleção mais apropriado.

A herdabilidade de uma característica é uma de suas propriedades mais importantes e expressa a proporção da variância total que é atribuível aos efeitos médios dos genes, ou seja, à variância genética aditiva. No estudo de características quantitativas, a principal função da herdabilidade é seu caráter preditivo, ou seja, ela expressa o grau de confiança do valor fenotípico como indicador do valor genético.

A associação entre duas ou mais características observadas em indivíduos de determinada população é denominada de correlação fenotípica, que se decompõe nos componentes genético e de ambiente. O conhecimento da correlação genética entre características de bovinos é básico para se entender o grau em que caracteres desejáveis podem ser combinados no mesmo animal. É interessante que eles sejam favoravelmente correlacionados, de modo que o melhoramento de um deles seja acompanhado por melhoramento nos outros.

### ***Desempenho reprodutivo das fêmeas***

O desempenho reprodutivo dos rebanhos é um dos principais fatores determinantes da eficiência total de produção da bovinocultura de corte, devendo, portanto, ser considerado nos programas de melhoramento genético. Vale lembrar que os produtos de um rebanho herdam uma amostra aleatória dos alelos de seus

progenitores, sendo metade do pai e a outra metade da mãe. Assim, 50% dos alelos representados em uma nova geração será reflexo das vacas utilizadas. O melhoramento baseado na fertilidade dessas fêmeas contribuirá para maior eficiência reprodutiva do rebanho e, conseqüentemente, para aumento da eficiência do sistema de produção a campo (ORTIZ PEÑA, 2000).

O melhoramento genético de características reprodutivas é um processo complexo e a seleção direta para características ligadas à reprodução é, muitas vezes, difícil de ser aplicada, tornando-se necessário identificar características reprodutivas que sejam facilmente medidas, que apresentem variabilidade genética e que sejam geneticamente correlacionadas aos eventos reprodutivos (BERGMANN, 1998). Tais dificuldades fizeram com que programas de melhoramento utilizassem pouco esse tipo de característica; apenas nas últimas décadas programas de avaliação genética adotaram características ligadas ao desempenho reprodutivo dos animais, sendo o perímetro escrotal a mais comumente avaliada. No entanto, ainda existe questionamento quanto a características reprodutivas de fêmeas, já que as correlações entre essas e as características freqüentemente usadas como critérios de seleção têm se mostrado de baixa magnitude, havendo a necessidade de se estudar outras características medidas diretamente nas fêmeas e que possam ser indicadoras de precocidade e fertilidade (PEREIRA et al., 2002). Abordando essa problemática, alguns pesquisadores têm se dedicado ao estudo de características de fêmeas que possam auxiliar na melhoria da fertilidade e precocidade sexual dos rebanhos e dentre essas características estão dias para o parto (JOHNSTON e BUNTER, 1996; MERCADANTE et al., 2002; PEREIRA et al., 2002; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005), período de gestação (WRAY et al., 1987; SCARPATI, 1997; ALENCAR et al.,

1999; PEREIRA et al., 2002; ROCHA et al., 2005) e probabilidade de prenhez da novilha aos 14 meses de idade (ELER et al., 2002; SILVA et al., 2003), que estão sendo mais recentemente utilizadas.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com a raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu), no entanto, ainda são escassos resultados relacionando as características ligadas ao desempenho reprodutivo de fêmeas dias para o parto e período de gestação com características comumente utilizadas como critérios de seleção, como pesos em diferentes idades e perímetro escrotal. Desta forma, a avaliação das associações entre essas características, a definição de modelos apropriados para estudá-las e a verificação da possibilidade de incluí-las em programas de seleção poderão contribuir para o aumento da produtividade da raça em questão.

### ***Dias para o parto***

O número de dias para o parto é calculado pela diferença entre a data do parto e a data de entrada na estação de monta que deu origem a esse parto. O estudo de dias para o parto incluindo todos os partos de uma determinada fêmea (DP) está associado com a periodicidade reprodutiva do animal, já o estudo de dias para o primeiro parto (DPP), isolado das demais medidas, está ligado ao início da vida reprodutiva da matriz. Segundo MacNeil e Newman (1994), a expressão fenotípica de dias para o parto é composta combinando efeitos do bezerro que controlam o início do parto, efeitos da mãe associados com o início do ciclo estral e fertilidade, e os efeitos do touro em serviço associados à libido e à qualidade do sêmen.

A variável dias para o parto está sendo incluída em análises genéticas em substituição ao intervalo de partos. Na literatura (BOURDON e BRINKS, 1983; BERGMANN et al., 1998) é relatado que o intervalo de partos apresenta maiores vícios e erros de mensuração e estimação do que a variável dias para o parto. A avaliação de dias para o parto identifica fêmeas com maior fertilidade (aquelas com potencial de engravidarem mais cedo na estação de monta e parirem mais cedo na estação de nascimento) e touros cujas filhas apresentam menor número de dias para o parto (GRESSLER et al., 2000; PEREIRA et al., 2000). Embora esta característica apresente baixa herdabilidade (JOHNSTON e BUNTER, 1996; PEREIRA et al., 2000; MERCADANTE et al., 2002; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005), sua correlação genética com o perímetro escrotal (característica reprodutiva comumente utilizada como critério de seleção) é favorável (MEYER et al., 1991; PEREIRA et al., 2000; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005).

Johnston e Bunter (1996), após testarem três métodos para designar um valor predito de DP e DPP para as vacas não paridas, propuseram que as fêmeas que entrassem na estação de monta e não parissem fossem penalizadas, estimando-se um valor que corresponderia à soma de 21 dias (aproximadamente um desvio-padrão da característica e também um ciclo estral) ao maior registro de DP ou DPP do grupo de contemporâneas a que a fêmea pertencia. Essa penalização passou a ser adotada por outros pesquisadores (PEREIRA et al., 2000; MERCADANTE et al., 2002), permitindo avaliar todas as fêmeas do rebanho que entrassem em monta. Com relação aos métodos testados por Johnston e Bunter (1996), dois baseavam-se na soma de um valor fixo (21 ou 42 dias) ao maior registro de DP ou DPP dentro do grupo de contemporâneas da fêmea, e o outro baseava-se na teoria de limiar para encontrar um só valor para todos os registros de monta sem

sucesso. Entretanto, com este último método o valor encontrado pode não ser mais alto do que os maiores valores dos registros válidos de DP e DPP, pelo fato de o método assumir distribuição normal e provavelmente não ser o que realmente ocorre com essas variáveis e, assim, vacas paridas podem ser incorretamente comparadas às não paridas. Quanto aos outros dois métodos, os autores verificaram pequena diferença entre eles, no entanto, ao considerar o método da soma de 21 dias, os valores estimados eram, em média, similares ao obtido pela teoria de limiar, não tendo o problema dos valores penalizados serem menores que os registros reais.

Ponzoni e Gifford (1994) mencionaram que a variação contínua é uma das propriedades desejáveis da variável DP, no entanto, ela não apresenta distribuição normal, o que foi demonstrado por Mercadante (2001). Meyer et al. (1990) e Ponzoni e Gifford (1994) falharam na tentativa de normalizar essa variável, não verificando efeito sobre os resultados obtidos. Diversos outros estudos foram realizados sem a transformação dos dados (JOHNSTON e BUNTER, 1996; PEREIRA et al., 2000; MERCADANTE et al., 2002; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005).

Análises de DP e DPP que utilizam arquivos contendo fêmeas não paridas, ou seja, com penalização dos dados, podem funcionar como uma forma de avaliação de taxa de prenhez (JOHNSTON e BUNTER, 1996), já que as fêmeas que entram na estação de monta e não parem são penalizadas, recebendo os mais altos valores de DP e DPP. Segundo Mercadante (2001), existe tendência de aumento nas estimativas de herdabilidade ao incluir as fêmeas não paridas nos arquivos, o que se justifica pelo fato dos arquivos sem as fêmeas não paridas (sem penalização dos dados) serem amostras mais selecionadas do que quando são incluídas todas

aquelas que foram escolhidas para a reprodução (mesmo as que não pariram, ou seja, as penalizadas).

### ***Período de gestação***

O período de gestação (PG) é calculado pela diferença entre a data do parto e a data da concepção. Esta característica, além de ser analisada para gestações resultantes de inseminação artificial, pode também ser obtida naquelas resultantes de monta natural, em virtude de utilização de buçal marcador nos rebanhos, permitindo a coleta de dados referentes à data de concepção.

Segundo Cavalcante et al. (2001), PG é uma característica cujos valores apresentam certa constância, ou seja, a variação é pequena, uma vez que o meio interfere pouco no seu desempenho. No entanto, com a redução da média do PG, poderão acontecer mudanças importantes na produtividade do rebanho, como, por exemplo, o aumento de fêmeas prenhes no final de cada estação de monta.

Embora o PG não seja propriamente uma medida de fertilidade, está intimamente relacionado com a vida reprodutiva do rebanho. Esta variável é mais comumente estudada como característica do bezerro e não da vaca. Scarpati (1997) concluiu que a variabilidade genética aditiva direta desta característica em relação à fenotípica total é bastante expressiva, e que sua superioridade em relação à materna reforça a premissa de que o bezerro exerce maior controle sobre o período de gestação do que a matriz. Segundo Rocha et al. (2005), a obtenção de períodos de gestação mais curtos é um fator econômico importante para a manutenção de menor número de dias para o parto e, conseqüentemente, menor intervalo de gerações, e também para maior probabilidade de sucesso na estação de monta

seguinte. Lôbo et al. (2000) relataram que bezerros com gestação mais curta nascem mais leves e tendem a desmamarem mais pesados por terem, em média, maior período de tempo entre nascimento e desmama.

Na literatura são reportadas estimativas de herdabilidade de magnitudes médias a altas para esta característica (SCARPATI, 1997; ALENCAR et al., 1999; ROCHA et al., 2005), indicando boas perspectivas em trabalhos de seleção. As correlações genéticas entre PG e o peso do bezerro ao nascimento são, em geral, favoráveis e decrescem com o avanço da idade (SCARPATI, 1997). Segundo Wray et al. (1987), a seleção para menor PG poderá reduzir problemas de parto e gerar menor impacto na taxa de crescimento, em comparação com o que seria esperado da seleção para menor PN.

### **Objetivos**

Os objetivos neste trabalho foram estimar parâmetros genéticos para as características dias para o parto (DP), dias para o primeiro parto (DPP) e período de gestação (PG), avaliar as relações de DP e DPP com o perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12) e os pesos aos 12 meses de idade (P12), ao parto (PVP), ao primeiro parto (PVPP), à entrada da estação de monta (PEM) e à entrada da primeira estação de monta (PEPM), e de PG com o peso ao nascimento (PN) e com P12, bem como definir o melhor modelo para o estudo destas características e verificar a possibilidade de incluí-las em programas de avaliação genética.

### **Referências Bibliográficas**

- ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T.; NOVAES, A. P. Características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p. 960-967, 1999.
- BERGMANN, J.A.G. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS, 3. 1998, Uberaba, Anais... Uberaba: ABCZ, p. 145-155,1998.
- BERGMANN, J.A.G.; GRESSLER, S.L.; PEREIRA, C.S. et al. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 50, n. 5, p. 633 – 645, 1998.
- BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Calving date versus calving interval as a reproductive measure in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 57, p. 1412-1417, 1983.
- CAVALCANTE, F.A.; MARTINS FILHO, R.; CAMPELLO, C.C. et al. Período de gestação em rebanho Nelore na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p. 1451-1455, 2001.
- CAMARINHA FILHO, J. A. Modelos Lineares Mistos: Estruturas de Matrizes de Variâncias e Seleção de Modelos. 2002. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2002.
- ELER, J.P.; SILVA, J.A.IV.; FERRAZ, J.B.S. et al. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. *Journal of Animal Science*, v.80, n.4, p. 951-954, 2002.
- EUCLIDES FILHO, K. *Melhoramento Genético Animal no Brasil: Fundamentos, História e Importância*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, doc. 75, 1999, 63p.
- FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 1511-1515, 2005.
- GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 2, p. 427-437, 2000.
- HENDERSON, C. R. *Applications of linear models in animal breeding*. Ontario: University of Guelph, 1984. 462 p.

JOHNSTON, D.J.; BUNTER, K.L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livestock Production Science*, v. 45, p. 13-22, 1996.

LÔBO, R.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Animal Breeding Abstracts*, v.68, p. 433-462, 2000.

MACNEIL, M.D.; NEWMAN, S. Genetic analysis of calving date in Miles City Line 1 Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 3073-3079, 1994.

MERCADANTE, M. E. Z. Análise de um experimento de seleção para crescimento em bovinos Nelore: respostas diretas no peso ao sobreano e correlacionadas no tamanho e reprodução das matrizes. 2001. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2001.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Dias ao Parto de Fêmeas Nelore de um Experimento de Seleção para Crescimento. I – Modelo de Repetibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 4, p. 1715-1725, 2002.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; PARNELL, P.F. et al. Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in Australian beef cattle. *Livestock Production Science*, v. 25, p. 15-30, 1990.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M.J. et al. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 3533-3543, 1991.

NELSEN, T.C.; SHORT, R.E.; URICK, J.J. et al. Heritabilities and genetic correlations of growth and reproductive measurements in Hereford bulls. *Journal of Animal Science*, v.63, p.409-417, 1986.

ORTIZ PEÑA, C. D. Processo de seleção massal em um rebanho Nelore. In: SIMPÓSIO NELORE 2000, 2000, Ribeirão Preto. Anais... São Paulo: Revista Nelore, p. 49-60, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 703-708, 2002.

PONZONI, R.W.; GIFFORD, D.R. Reproductive and some peri-natal variables in a mixed breed beef cattle herd. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.111, p.52-64, 1994.

ROCHA, J.C.M.C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M.M. et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 57, n. 6, p. 784-791, 2005.

SCARPATI, M.T.V. Modelos animais alternativos para estimação de componentes de (co)variância e de parâmetros genéticos e fenotípicos do período de gestação na raça Nelore. 71p. 1997. Tese (Mestre em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 1997.

SILVA, J.A.IV; VAN MELIS, M.H.; ELER, J. P. et al. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura na garupa em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n.5, p. 1141-1146 , 2003.

WRAY, N. R.; QUAAS, R. L., POLLAK, E. J. Analysis of gestation length in American Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, v. 65, p. 970-974, 1987.

## **CAPÍTULO 1 - ANÁLISE GENÉTICA DE DIAS PARA O PARTO E DIAS PARA O PRIMEIRO PARTO E SUAS CORRELAÇÕES COM CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E PONDERAIS EM UM REBANHO BOVINO DA RAÇA CANCHIM**

### ***Resumo***

Com o objetivo de obter parâmetros genéticos, analisaram-se dados de dias para o parto (DP), dias para o primeiro parto (DPP), perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12) e pesos aos 12 meses de idade (P12), ao parto (PVP), ao primeiro parto (PVPP), à entrada da estação de monta (PEM) e à entrada da primeira estação de monta (PEPM), em um rebanho Canchim. Foram feitas análises de DP e DPP incluindo ( $DP_P$  e  $DPP_P$ ) ou não (DP e DPP) as fêmeas não paridas. Utilizou-se o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas e modelo animal univariado para DP e DPP e bivariado para as análises dessas características com as demais. Os modelos incluíram efeitos fixos que variaram de acordo com a característica e efeitos aleatórios aditivo direto, de ambiente permanente materno (para PE12 e P12) e de ambiente permanente do próprio animal (para  $DP_P$ , PEM e PVP). As estimativas de herdabilidade variaram de 0,02 a 0,09 para DP e de 0,15 a 0,23 para DPP, dependendo do arquivo e do modelo utilizados para cada característica. As correlações genéticas de DP e DPP com PE12 mostraram que é possível obter melhoria das características reprodutivas de fêmeas selecionando-se para aumento de PE12. As correlações genéticas de DP e DPP com P12 indicaram que a seleção para aumento de P12 não gera resposta significativa em DP, mas pode aumentar DPP. A avaliação das associações dos demais pesos de fêmeas

com DPP e DP indicou que fêmeas maiores apresentam pior desempenho reprodutivo.

**Palavras-chave:** correlação genética, dias para o parto, dias para o primeiro parto, gado de corte, herdabilidade, perímetro escrotal, pesos.

## **GENETIC ANALYSIS OF DAYS TO CALVING AND DAYS TO FIRST CALVING AND THEIR RELATIONSHIPS WITH GROWTH AND REPRODUCTIVE TRAITS IN A CANCHIM BEEF CATTLE HERD**

### ***Abstract***

Data on days to calving (DC), days to first calving (DFC), scrotal circumference at twelve months of age (SC12) and body weights at twelve months of age (W12), at calving (WC), at first calving (WFC), at beginning of the breeding season (WBS), and at beginning of the first breeding season (WFBS) of a Canchim beef cattle herd were analyzed to obtain genetic parameters. Analyses of DC and DFC were done with ( $DC_P$ ,  $DFC_P$ ) and without (DC, DFC) females which did not calve. The restricted maximum likelihood method was used, with one-trait models for analyses of DC and DFC, and two-trait models for analyses of these and the other traits. Statistical models included fixed effects and additive direct random effects for all traits, maternal permanent environmental random effects for SC12 and W12, and animal's permanent environmental random effects for  $DC_P$ , WBS and WC. Estimates of heritabilities varied from 0.02 to 0.09 for DC and from 0.15 to 0.23 for DFC, depending on the data set and the model used for each trait. Genetic correlations of DC and DFC with SC12 showed that it is possible to improve these female reproductive traits by selecting for increase in SC12. Genetic correlations of DC and DFC with W12 indicated that selection to increase W12 does not produce significant correlated responses in DC, but may increase DFC. Associations of the other body weights with DFC and DC indicated that heavier females have lower reproductive performance.

**Keywords:** beef cattle, body weight, days to calving, days to first calving, genetic correlation, heritability, scrotal circumference.

## **Introdução**

No Brasil, nos últimos anos, os programas de melhoramento genético de bovinos de corte deixaram de enfatizar, exclusivamente, características de crescimento, para serem incrementados por outras ligadas à eficiência reprodutiva. Essas vêm se destacando por permitirem que o criador ganhe tempo expondo animais mais jovens à reprodução, diminuindo o intervalo de gerações. Baseando-se no fato de que quanto menor o tempo para a entrada do animal na vida reprodutiva maior será a rentabilidade e a produtividade do rebanho, torna-se indispensável a inclusão, nos programas de seleção, de variáveis que indiquem precocidade sexual e que, ao mesmo tempo, apresentem variabilidade genética e correlação genética favorável com outras características economicamente importantes.

Perímetro escrotal e pesos em diferentes idades são características que têm sido bastante utilizadas na composição de índices de diferenças esperadas nas progênies (DEPs) e que vêm gerando resultados satisfatórios em termos reprodutivo e ponderal. No entanto, há questionamento quanto às características reprodutivas de fêmeas, já que as correlações entre essas e as características freqüentemente usadas como critério de seleção têm se mostrado de baixa magnitude, havendo a necessidade de se estudar outras características medidas diretamente nas fêmeas e que possam ser indicadoras de precocidade e fertilidade (PEREIRA et al., 2002).

A variável dias para o parto, medida nas fêmeas, está sendo incluída em análises genéticas em substituição ao intervalo de partos. Na literatura (BOURDON e BRINKS, 1983; BERGMANN et al., 1998) é relatado que o intervalo de partos apresenta maiores vícios e erros de mensuração e estimação do que a variável dias para o parto. Essa característica tem sido recomendada para a

avaliação do desempenho reprodutivo de fêmeas por indicar a habilidade individual de conceber cedo na estação de monta e parir cedo na estação de nascimento (GRESSLER et al., 2000), além de identificar fêmeas com maior fertilidade e touros cujas filhas apresentam menor número de dias para o parto (PEREIRA et al., 2000). A expressão fenotípica de dias para o parto é composta, combinando efeitos do bezerro que controlam o início do parto, efeitos da mãe associados com o início do ciclo estral e fertilidade, e os efeitos do touro em serviço associados à libido e à qualidade do sêmen (MACNEIL e NEWMAN, 1994).

Outro fator que influencia o desempenho reprodutivo do rebanho é o peso das fêmeas à entrada da estação de monta e ao parto. Segundo Randel (1990), o peso e a condição corporal da vaca ao parto são indicadores da função reprodutiva subsequente, pois nutrição protéica e/ou energética inadequada no pré ou no pós-parto diminui a taxa de concepção ao primeiro serviço, como também a taxa de gestação. No Brasil existem trabalhos mostrando que tanto vacas magras quanto aquelas com excesso de peso levam mais tempo para ciclar do que vacas que estão em boas condições corporais, ou seja, apresentam intervalo maior da parição ao cio (LEDIC, 1992; PÁDUA et al., 1994; ALENCAR et al., 1999a).

A raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu) vem sendo estudada tanto como raça pura como em cruzamentos comerciais, para a produção de carne. Alguns estudos vêm sendo desenvolvidos no sentido de se apontar critérios de seleção apropriados para aumentar a produtividade dos rebanhos (OLIVEIRA, 1979; ALENCAR et al., 1981; ALENCAR e BUGNER, 1986; BARBOSA, 1991; ALENCAR et al., 1993; BARBOSA et al., 1999; SILVA et al., 2000; MELLO et al., 2002; TALHARI et al., 2003). Embora inúmeras pesquisas tenham sido desenvolvidas com essa raça, ainda são escassos resultados relacionados às associações de algumas

características reprodutivas de fêmeas com perímetro escrotal dos machos e pesos em diferentes épocas. Desta forma, a análise genética das variáveis dias para o parto (DP) e dias para o primeiro parto (DPP) de fêmeas da raça Canchim, bem como de suas relações com o perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12), o peso aos 12 meses de idade (P12), os pesos das vacas à entrada da estação de monta (PEM) e ao parto (PVP) e os pesos das novilhas à entrada da primeira estação de monta (PEPM) e ao primeiro parto (PVPP), ajudaria os criadores na escolha correta de critérios de seleção e, conseqüentemente, na obtenção de progresso genético na produtividade dos rebanhos. Assim, o objetivo neste trabalho foi estimar as herdabilidades de DP e DPP e suas correlações genéticas com PE12, P12, PEM, PEPM, PVP e PVPP, em um rebanho da raça Canchim.

### ***Material e Métodos***

O conjunto de dados analisado neste trabalho foi proveniente do rebanho da raça Canchim pertencente à Embrapa Pecuária Sudeste, localizada no município de São Carlos, São Paulo, Brasil. Os animais estudados foram criados em regime exclusivo de pastagens, recebendo suplementação mineral e os cuidados sanitários normais da região.

O manejo reprodutivo das fêmeas incluiu diferentes critérios de entrada em reprodução durante toda a existência do rebanho. Inicialmente, as novilhas entravam em reprodução aproximadamente aos 34 meses de idade, idade que foi reduzida com o passar dos anos, estando, atualmente, próxima dos 20 meses de idade. Além da idade das novilhas, eram levados em consideração seu peso e características raciais como critérios de entrada em reprodução. Os lotes de monta eram compostos por um touro e cerca de 30 vacas. A partir de 1979, começou-se a

utilizar também a inseminação artificial. O descarte de vacas do rebanho se dava principalmente por motivos de doenças e, ou, acidente; a partir de 1977, iniciou-se o descarte de vacas consideradas de baixa fertilidade, ou seja, que não emprenhassem em duas estações de monta consecutivas.

A seleção de machos e fêmeas para reprodução foi realizada em três etapas: na época da desmama (oito ou nove meses de idade), ao completar um ano ou um ano e meio de idade e aos dois anos ou dois anos e meio de idade. A escolha dos touros foi baseada em características de crescimento (peso por idade e ganho de peso), conformação, estética, precocidade, temperamento, pelagem, tipo e fertilidade (BARBOSA, 1997). A mensuração do perímetro escrotal aos 12, 18 e 24 meses de idade iniciou-se em 1982, característica que foi também considerada como critério de seleção.

O rebanho foi mantido fechado desde sua formação até 1999, quando novas linhagens de Canchim começaram a ser produzidas; contudo, acasalamentos consangüíneos foram evitados. Maiores informações sobre a origem, manejos alimentar, sanitário e reprodutivo do rebanho, podem ser obtidas em Alencar et al. (1981) e Barbosa (1991).

Utilizaram-se dados de DP e DPP de 2.105 fêmeas nascidas de 1953 a 2001, que participaram de estações de monta de 1957 a 2003. Essas estações não tinham um mês fixo para iniciar nem para terminar e apresentavam duração variada, e em alguns anos foram utilizadas duas estações de monta, uma no primeiro semestre e outra no segundo.

As características DP e DPP foram calculadas pela diferença entre a data do parto e a data de entrada na estação de monta que deu origem ao parto. Conforme proposto por Johnston e Bunter (1996), as fêmeas que entraram na

estação de monta e não pariram foram penalizadas, estimando-se um valor que corresponde à soma de 21 dias (aproximadamente um ciclo estral) ao maior registro de DP ou DPP do grupo de contemporâneas a que a fêmea pertencia. Para a análise de DPP foram formados arquivos de novilhas de primeira estação de monta, enquanto que para analisar DP, foram feitos dois arquivos, um contendo apenas vacas ( $DP_V$ ) e outro novilhas e vacas ( $DP_{NeV}$ ). Esses arquivos apresentavam, respectivamente, 1.197, 4.166 e 5.403 observações, e com a inclusão das fêmeas não paridas (penalizadas) passaram a ter, respectivamente, 1.840, 6.823 e 8.736 observações.

Os dados de P12 de machos e fêmeas foram coletados entre 1953 e 2004 e foram padronizados para 365 dias com base nos ganhos diários da desmama a um ano de idade. O arquivo analisado apresentava 6.326 medidas dessa característica. Os 1.450 dados de PE12 foram coletados entre os anos de 1982 e 2004, com exceção de 1990 e 1991.

Foram analisados 4.103 e 795 dados de PVP e de PVPP, respectivamente, referentes a pesagens entre os anos de 1977 e 2004. Para PEM e PEPM foram consideradas, respectivamente, 4.996 e 968 observações, relativas às estações de monta de 1980 a 2003.

Antes das análises, foram descartados os dados que se referiam a gestações de gêmeos, abortos, transferências de embrião e animais de exposição, suplementados ou que participavam de experimentos, além de alguns “outliers”. O descarte desses “outliers” foi feito após análise prévia com utilização de Box Plot.

A matriz de parentesco foi constituída de 12.334 diferentes animais, obtendo-se um coeficiente de endogamia de 0,021.

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos foram estimados por máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, utilizando-se o programa computacional MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993). A significância dos efeitos fixos considerados nos modelos foi previamente testada pelo método dos quadrados mínimos.

Para obtenção das estimativas de herdabilidade de dias para o parto penalizado ( $DP_P$ ) ou não penalizado ( $DP$ ) e dias para o primeiro parto penalizado ( $DPP_P$ ) ou não penalizado ( $DPP$ ), adotou-se modelo animal unicaracterística. Para análise de  $DP_P$  e  $DP$ , consideraram-se no modelo os efeitos fixos de grupo de contemporâneas, estágio fisiológico da fêmea (novilha de primeira estação de monta, vaca com bezerro ao pé, vaca solteira e vaca que entrou prenhe, mas que pariu durante a estação) e idade da fêmea ao entrar na estação de monta como covariável (efeitos linear e quadrático), além do efeito aleatório aditivo direto. Para essas duas variáveis, um segundo modelo também foi utilizado incluindo o efeito aleatório de ambiente permanente. Os modelos adotados, representados na forma matricial, foram:

$$Y = Xb + Za + e \quad (1)$$

$$Y = Xb + Za + Wp + e \quad (2)$$

em que:

$Y$  = vetor das variáveis dependentes;

$b$  = vetor de efeitos fixos;

$a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos dos animais ;

$p$  = vetor de efeito de ambiente permanente;

$e$  = vetor de efeitos residuais;  $e$

$X$ ,  $Z$  e  $W$  são as respectivas matrizes de incidência para cada efeito.

Considerando o modelo 2 (o mais completo), assumem-se as seguintes pressuposições:

$$E \begin{bmatrix} Y \\ a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

e

$$VAR \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I_C\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

$A$  = Matriz de parentesco (covariâncias genéticas aditivas entre os animais);

$I$  = Matriz identidade;

$C$  = número de fêmeas;

$N$  = número de registros;

$\sigma_a^2$  = componente de variância genético aditivo direto;

$\sigma_p^2$  = componente de variância do efeito de ambiente permanente;

$\sigma_e^2$  = componente de variância do efeito residual;

Os dois modelos foram comparados pelo teste de razão de verossimilhança em nível de 5% de probabilidade. Esse teste compara dois modelos de cada vez, estimados por verossimilhança, sendo um dos modelos uma versão reduzida do outro, ou seja, um modelo tem  $r$  parâmetros adicionais. O teste verifica

se esses parâmetros adicionais melhoram significativamente o modelo (CAMARINHA FILHO, 2002).

Para análise de  $DPP_P$  e  $DPP$ , consideraram-se no modelo apenas o grupo de contemporâneas como efeito fixo e o efeito aleatório aditivo direto. Sob a forma matricial, a representação é a mesma do modelo 1 mostrado acima.

Os grupos de contemporâneas para  $DP$ ,  $DP_P$ ,  $DPP$  e  $DPP_P$  foram compostos por estação de monta, tipo de cobertura (monta natural controlada ou inseminação artificial) e touro em serviço.

Análises bicaracterísticas foram realizadas para obtenção das correlações genéticas de  $DP$ ,  $DP_P$ ,  $DPP$  e  $DPP_P$  com  $PE_{12}$ ,  $P_{12}$ ,  $PVP$ ,  $PVPP$ ,  $PEM$  e  $PEPM$ . As análises bicaracterísticas que incluíam as variáveis  $DP$  e  $DP_P$  foram realizadas com arquivos que continham o conjunto de novilhas e vacas, refletindo a condição do rebanho completo. Os modelos adotados para  $DP$ ,  $DP_P$ ,  $DPP$  e  $DPP_P$  foram os mesmos das análises unicaracterísticas, considerando o efeito aleatório de ambiente permanente apenas para  $DP_P$ , em razão do resultado obtido nos testes de razão de verossimilhança das análises unicaracterísticas. Os modelos das análises de  $PE_{12}$ ,  $P_{12}$ ,  $PVP$  e  $PEM$  incluíram efeitos fixos, uma covariável e efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente materno (para  $PE_{12}$  e  $P_{12}$ ) ou da própria fêmea (para  $PVP$  e  $PEM$ ), correspondendo ao modelo 2 sob a forma matricial. Para  $PE_{12}$ , a covariância residual foi igualada a zero, pois as medidas eram tomadas em animais diferentes. A seguir estão descritos, respectivamente, os efeitos fixos e as covariáveis considerados nos modelos para cada característica avaliada:

$PE_{12}$ : grupo de contemporâneos (ano e mês de nascimento); e idade do animal (efeito linear);

P12: grupo de contemporâneos (sexo, ano e mês de nascimento); e idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático);

PVP: grupo de contemporâneas (ano e mês de nascimento) e estágio fisiológico da fêmea; e idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático); e

PEM: estação de monta e estágio fisiológico da fêmea; e idade da vaca à entrada da estação de monta (efeitos linear e quadrático).

A classificação do estágio fisiológico da fêmea nas análises de PVP e PEM foi a mesma adotada para DP e DP<sub>p</sub>.

Os modelos adotados para PVPP e PEPM representados matricialmente correspondem ao modelo 1, que incluíram além do efeito aleatório aditivo direto, os efeitos fixos de grupo de contemporâneas (ano e mês de nascimento) e de idade da vaca ao parto (efeito linear) para PVPP, e a estação de monta e a idade da vaca à entrada da estação de monta (efeito linear) para PEPM.

### ***Resultados e Discussão***

Na Tabela 1 é apresentado um resumo descritivo das características estudadas. As médias de DP, DP<sub>p</sub>, DPP e DPP<sub>p</sub> aproximam-se dos valores relatados na literatura para gado de corte (MEYER et al., 1991; JOHNSTON e BUNTER, 1996; PEREIRA et al., 2000; PEREIRA et al., 2001; MERCADANTE et al., 2002; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005). Este estudo revelou médias para PE12 e P12 coerentes com as verificadas para esse rebanho em estudos anteriores (CASTRO-PEREIRA et al., 2002; TALHARI et al., 2003; GIANLORENÇO et al., 2003). A média encontrada para PVP está próxima à relatada por Alencar et al.

(1999b) para fêmeas cruzadas  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Nelore. O valor estimado para PEM é pouco superior ao revelado por Mercadante et al. (2004) para a raça Nelore.

**Tabela 1** – Número de grupos de contemporâneos (GC), média (M), desvio-padrão (D), erro-padrão (EP), assimetria (S), curtose (C) e valores mínimo e máximo de dias para o primeiro parto com (DPP<sub>P</sub>) e sem (DPP) penalização das fêmeas não paridas, dias para o parto com (DP<sub>P</sub>) e sem (DP) penalização das fêmeas não paridas, perímetro escrotal de machos (PE12), peso aos 12 meses de idade de machos e fêmeas (P12), peso da vaca ao parto (PVP) e ao primeiro parto (PVPP) e peso da vaca à entrada da estação de monta (PEM) e à entrada da primeira estação de monta (PEPM), em um rebanho Canchim.

<b>Características</b>	<b>CG</b>	<b>M</b>	<b>D</b>	<b>EP</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
DPP (dias)	166	328,30	38,00	1,10	1,31	1,88	268	519
DPP <sub>P</sub> (dias)	188	348,54	48,55	1,13	0,81	0,27	268	540
DP (dias)	438	337,37	42,76	0,58	1,05	0,69	268	519
DP <sub>P</sub> (dias)	448	363,94	53,86	0,58	0,46	-0,53	268	540
PE12 (cm)	107	20,96	3,67	0,10	0,21	-0,19	11,50	34,10
P12 (kg)	500	219,66	43,97	0,55	0,27	0,21	98,49	389,94
PVP (kg)	164	491,94	70,19	1,09	0,18	-0,29	300,00	750,00
PVPP (kg)	107	426,99	48,37	1,72	0,04	0,35	300,00	647,00
PEM (kg)	-	436,79	76,48	1,08	0,17	-0,32	250,00	734,00
PEPM (kg)	-	344,64	39,21	1,26	0,30	-0,23	250,00	450,00

Com relação à simetria dos dados, observa-se que as distribuições das características de peso e PE12 estão bastante próximas da distribuição normal, com leve tendência de desvio à direita. Já na análise de DP, DP<sub>P</sub>, DPP e DPP<sub>P</sub> fica evidente que estas características não apresentam distribuição normal e que suas curvas de frequência são viesadas à direita. Ainda é possível verificar que com a penalização dos dados ocorre substancial melhora dessas variáveis em sentido à

normalidade. A observação dos valores de curtose indica também tendência à distribuição normal dos dados para pesos e PE12 e com relação aos dados de DP, DP<sub>P</sub>, DPP e DPP<sub>P</sub> melhoria com relação à normalidade também é obtida com a inclusão de fêmeas não paridas nos arquivos. Para DPP e DPP<sub>P</sub> as curvas de frequência são leptocúrticas, ou seja, há uma grande concentração de valores próximos da média, enquanto que a avaliação de DP e DP<sub>P</sub> permite inferir que com a inclusão das fêmeas penalizadas a curva de frequência passou de leptocúrtica para platicúrtica, ou seja, houve achatamento da curva.

Na Tabela 2 são apresentados os componentes de variância, estimativas de herdabilidade e frações da variância fenotípica atribuídas ao ambiente permanente, obtidos em análises unicaracterísticas para DP, DP<sub>P</sub>, DPP e DPP<sub>P</sub>.

As estimativas de herdabilidade de DPP<sub>P</sub> e DPP foram superiores às aquelas de 0,07 estimadas com o mesmo tipo de análise por Mercadante et al. (2002) para a raça Nelore, penalizando ou não as fêmeas não paridas, e à estimativa de 0,11 obtida por Gressler et al. (2000), para data do primeiro parto de fêmeas Nelore. A inclusão das fêmeas não paridas provocou decréscimo na estimativa de herdabilidade de dias para o primeiro parto, diferente do resultado encontrado por Mercadante et al. (2002), cujas estimativas mantiveram-se constantes incluindo ou não essas fêmeas. As estimativas de herdabilidade de dias para o primeiro parto obtidas neste trabalho sugerem que a característica possui variação genética aditiva para responder à seleção.

**Tabela 2** – Estimativas<sup>a</sup> de componentes de variância e de parâmetros genéticos obtidas em análises univariadas para as características dias para o parto (DP) e dias para o primeiro parto (DPP), incluindo (DP<sub>P</sub> e DPP<sub>P</sub>) ou não (DP e DPP) as fêmeas não paridas, em um rebanho Canchim, de acordo com o modelo utilizado.

Caract.	Modelo 1 <sup>b</sup>			Modelo 2 <sup>c</sup>				
	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$h^2 \pm ep$	$\sigma_a^2$	$\sigma_c^2$	$\sigma_e^2$	$h^2 \pm ep$	$c^2 \pm ep$
DPP	164,1	585,0	0,22 ± 0,07	-	-	-	-	-
DP <sub>V</sub> <sup>d</sup>	28,3	745,8	0,04 ± 0,01	16,7	20,5	736,0	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02
DP <sub>NeV</sub> <sup>e</sup>	39,0	741,8	0,05 ± 0,01	32,8	9,7	737,6	0,04 ± 0,02	0,01 ± 0,02
DPP <sub>P</sub>	186,0	1065,0	0,15 ± 0,05	-	-	-	-	-
DP <sub>PV</sub> <sup>d</sup>	93,6	1257,9	0,07 ± 0,01	38,5	69,9	1235,1	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01
DP <sub>PNeV</sub> <sup>e</sup>	131,0	1318,0	0,09 ± 0,01	75,6	65,8	1297,9	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01

<sup>a</sup>  $\sigma_a^2$ ,  $\sigma_c^2$ ,  $\sigma_e^2$ ,  $h^2$ ,  $c^2$  e  $ep$  = variância genética aditiva, variância de ambiente permanente, variância residual, herdabilidade, fração de variância atribuída ao ambiente permanente e erro padrão, respectivamente; <sup>b</sup> modelo não incluiu efeito de ambiente permanente; <sup>c</sup> modelo incluiu efeito de ambiente permanente; <sup>d, e</sup> os arquivos para análise das características continham, respectivamente, vacas e o conjunto de novilhas e vacas.

Nas análises das características DP e DP<sub>P</sub>, a utilização do ambiente permanente no modelo diminuiu o componente de variância genética aditiva direta, entretanto, a comparação dos dois modelos, com e sem ambiente permanente, indicou que esse efeito foi significativo apenas para os dados que incluíam as fêmeas não paridas, ou seja, para os dados incluindo a penalização (DP<sub>P</sub>), com vacas e novilhas (DP<sub>PNeV</sub>) ou apenas com vacas (DP<sub>PV</sub>). Nesses casos, grande parte da variância tida como genética aditiva no modelo sem o efeito permanente é, na verdade, consequência de efeitos não aditivos do próprio animal. Desta maneira, a inclusão dos efeitos de ambiente permanente reduziu as estimativas de herdabilidade de 0,07 e 0,09 para 0,03 e 0,05, para DP<sub>PV</sub> e DP<sub>PNeV</sub>, respectivamente. Pereira et al. (2000) também verificaram redução na estimativa de herdabilidade de DP<sub>P</sub> em análises bicaracterísticas, com a inclusão do efeito de ambiente

permanente, em animais Nelore, de 0,17 para 0,07. No caso dos arquivos com dados não penalizados ( $DP_V$  e  $DP_{NeV}$ ), não houve diferença entre os modelos, indicando a não importância dos efeitos permanentes do próprio animal.

Os valores de herdabilidade estimados neste trabalho para DP (sem dados penalizados), incluindo ou não as novilhas, sem os efeitos de ambiente permanente nos modelos, foram baixos (0,04 e 0,05) e estão próximos do limite inferior das estimativas relatadas na literatura (MERCADANTE et al., 2002; FORNI et al., 2003) para modelos que adotam o efeito de ambiente permanente, que variaram de 0,02 a 0,09. Para  $DP_P$ , incluindo ou não as novilhas, as estimativas de herdabilidade obtidas neste trabalho com a inclusão dos efeitos de ambiente permanente nos modelos foram também baixas (0,03 e 0,05) e estão abaixo das estimativas obtidas por Meyer et al. (1991), Johnston e Bunter (1996), Pereira et al. (2000) e Mercadante et al. (2002), que variaram de 0,07 a 0,16. Os baixos valores das frações de variância atribuída ao ambiente permanente e das estimativas de herdabilidade mostram grande influência do ambiente temporário sobre as características DP e  $DP_P$ , do rebanho deste estudo.

Houve pequeno aumento nas estimativas de herdabilidade de dias para o parto (DP) ao incluir as fêmeas não paridas nos arquivos de vacas ( $DP_{PV}$ ) e de novilhas e vacas ( $DP_{PNeV}$ ), ou seja, com penalização, embora a magnitude dos erros-padrão possam indicar diferenças não significativas. O aumento, entretanto, pode ser explicado pelo fato de os arquivos que incluem fêmeas não paridas serem menos selecionados do que aqueles que não as consideram, ou seja, a observação somente de fêmeas férteis contribui para mascarar a variabilidade da característica e as diferenças genéticas entre os animais. Mercadante et al. (2002) observaram aumento na estimativa de herdabilidade de dias para o parto com a inclusão de

novilhas e vacas não paridas, ou seja, com penalização, de 0,02 para 0,12. No caso de dias para o primeiro parto, houve redução na estimativa de herdabilidade com a penalização, de 0,22 para 0,15, entretanto, em razão dos elevados erros-padrão, essa diferença não deve ser significativa. Mercadante et al. (2002) não verificaram diferenças nas estimativas de herdabilidade para os arquivos de novilhas incluindo ou não as fêmeas não paridas.

As estimativas de herdabilidade para DPP e DPP<sub>P</sub> são maiores do que para DP e DP<sub>P</sub>, indicando maior variabilidade genética das novilhas quando comparadas às vacas, podendo ser reflexo do descarte de vacas vazias ou de mudanças reais na magnitude das variâncias genética e/ou de ambiente, ou estarem relacionados a diferenças entre idades à puberdade dos animais, que seriam menos importantes para vacas, concordando com os comentários de Meacham e Notter (1987). Mercadante et al. (2002) não verificaram diferenças entre as estimativas de herdabilidade de DPP e DP com ou sem penalização das fêmeas não paridas.

A inclusão de novilhas nos arquivos das vacas não provocou aumentos significativos nas estimativas de herdabilidade de DP, com ou sem dados penalizados, provavelmente, em razão da maior variabilidade genética aditiva da característica dias para o primeiro parto.

Na Tabela 3 encontram-se as estimativas dos parâmetros genéticos obtidas das análises bicaracterísticas de DPP e DPP<sub>P</sub> com PE12, P12, PVPP e PEPM e de DP e DP<sub>P</sub> com PE12, P12, PVP e PEM. Vale ressaltar que o efeito aleatório de ambiente permanente foi incluído no modelo para análise de DP<sub>P</sub>, uma vez que esse efeito foi significativo para esta variável.

As estimativas de herdabilidade calculadas nas análises bicaracterísticas de DPP e DPP<sub>P</sub> são coerentes com as obtidas nas análises

unicaracterísticas e superiores às obtidas em estudos anteriores em análises similares em gado de corte (JOHNSTON e BUNTER, 1996; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005). Já as estimativas de herdabilidade de DP e  $DP_P$  são coincidentes com as das análises unicaracterística e estão dentro da amplitude mencionada na literatura para essas variáveis em análises bicaracterísticas (MEYER et al., 1991; JOHNSTON e BUNTER, 1996; PEREIRA et al., 2000; PEREIRA et al., 2001; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005).

As herdabilidades estimadas para PE12 e P12 também estão dentro dos limites de estimativas obtidas para gado de corte em trabalhos anteriores (MEYER et al., 1991; JOHNSTON e BUNTER, 1996; GRESSLER et al., 2000; MELLO et al., 2002; GIANLORENÇO et al., 2003; MUCARI e OLIVEIRA, 2003; TALHARI et al., 2003; FORNI e ALBUQUERQUE, 2005). As estimativas de herdabilidade obtidas para essas características indicam a possibilidade de se obter progresso genético pela seleção. A estimativa de herdabilidade obtida para PEM coincide com o valor de 0,34 reportado por Mercadante et al. (2004) e é superior ao coeficiente de 0,21 obtido por Meyer et al. (1991) para peso à monta. A estimativa de herdabilidade para PVP é de magnitude alta. As características PVP e PEM apresentaram altas e médias repetibilidades, variando entre 0,70 e 0,71 para PVP e entre 0,54 e 0,55 para PEM.

As correlações genéticas observadas para DPP e  $DPP_P$  com PE12 foram favoráveis, indicando que a seleção para PE12 apresenta influência positiva no desempenho reprodutivo das fêmeas. Essas estimativas são superiores à relatada (-0,14) por Forni e Albuquerque (2005), ao estudarem DPP e perímetro escrotal ao sobreano em gado Nelore. As correlações genéticas estimadas de DP e  $DP_P$  com PE12 também foram favoráveis, estando dentro da amplitude de -0,41 a

-0,04 verificada na literatura para associações dessas características com perímetro escrotal ao sobreano (MEYER et al., 1991; PEREIRA et al., 2000). Meyer et al. (1991) obtiveram, para bovinos Angus, valor (-0,28) de correlação genética entre PE12 e DP<sub>P</sub> próximo ao estimado nesse estudo.

**Tabela 3** – Estimativas<sup>a</sup> de parâmetros genéticos de dias para o primeiro parto com (DPP<sub>P</sub>) e sem (DPP) penalização das fêmeas não paridas e dias para o parto com (DP<sub>P</sub>) e sem (DP) penalização das fêmeas não paridas com o perímetro escrotal de machos (PE12), peso aos 12 meses de idade de machos e fêmeas (P12), peso da vaca ao primeiro parto (PVPP), peso da fêmea à entrada da primeira estação de monta (PEPM), peso da vaca ao parto (PVP) e peso da fêmea à entrada da estação de monta (PEM), obtidos em análises bicaracterísticas, em um rebanho Canchim.

Caract. 2	Característica 1											
	DPP			DPP <sub>P</sub>			DP			DP <sub>P</sub>		
	h <sup>2</sup> <sub>1</sub>	h <sup>2</sup> <sub>2</sub>	r <sub>g</sub>	h <sup>2</sup> <sub>1</sub>	h <sup>2</sup> <sub>2</sub>	r <sub>g</sub>	h <sup>2</sup> <sub>1</sub>	h <sup>2</sup> <sub>2</sub>	r <sub>g</sub>	h <sup>2</sup> <sub>1</sub>	h <sup>2</sup> <sub>2</sub>	r <sub>g</sub>
PE12	0,23	0,37	-0,32	0,15	0,35	-0,30	0,05	0,36	-0,20	0,05	0,35	-0,20
P12	0,22	0,31	0,15	0,15	0,31	0,16	0,05	0,32	-0,11	0,05	0,32	-0,03
PVPP	0,23	0,31	0,29	0,16	0,32	0,45	-	-	-	-	-	-
PEPM	0,22	0,38	0,04	0,16	0,38	0,32	-	-	-	-	-	-
PVP	-	-	-	-	-	-	0,05	0,52	0,16	0,05	0,51	0,29
PEM	-	-	-	-	-	-	0,05	0,35	0,18	0,05	0,34	0,23

<sup>a</sup> h<sup>2</sup><sub>1</sub>: herdabilidade da característica 1; h<sup>2</sup><sub>2</sub>: herdabilidade da característica 2; r<sub>g</sub>: correlação genética entre as duas características.

As correlações genéticas favoráveis de PE12 com DPP, DPP<sub>P</sub>, DP e DP<sub>P</sub> revelam que PE12 é um bom critério de seleção quando se deseja obter melhoria nas características reprodutivas de fêmeas, podendo aumentar o ganho genético para precocidade sexual e fertilidade. Considerando-se intensidade de

seleção de 1,75, a seleção para aumentar PE12 deve resultar em respostas correlacionadas de -1,82 dias e -4,24 dias em  $DP_P$  e  $DPP_P$ , respectivamente.

As correlações genéticas de DPP e  $DPP_P$  com P12 foram positivas, embora de baixa magnitude, indicando que fêmeas com maiores pesos podem ter o desempenho reprodutivo prejudicado ao primeiro parto. Esses resultados concordam com os verificados por Johnston e Bunter (1996) que observaram correlações genéticas positivas (0,08 a 0,10) de DPP com características ponderais. Já Forni e Albuquerque (2005) encontraram correlação genética próxima de zero (-0,02) entre DPP e peso ao sobreano. Considerando-se intensidade de seleção de 1,75 e as estimativas de parâmetros genéticos obtidas neste estudo, a seleção para aumento em P12 resultaria em mudança correlacionada em  $DPP_P$  de 2,11 dias.

As correlações genéticas de DP e  $DP_P$  com P12 foram negativas mas próximas de zero, indicando independência genética aditiva das características, resultado diferente daqueles obtidos ao primeiro parto. Estas estimativas concordam com o valor de -0,05 verificado por Meyer et al. (1991) para a correlação entre  $DP_P$  e peso aos 12 meses de idade em animais da raça Angus, mas são diferentes dos valores de 0,74 e -0,36 encontrados para animais Hereford e cruzados zebu. Forni e Albuquerque (2005), em bovinos Nelore e Johnston e Bunter (1996), em animais Angus, estimaram correlação genética de 0,07 de peso ao sobreano com DP e  $DP_P$ , respectivamente. Considerando-se intensidade de seleção de 1,75 e as estimativas de parâmetros genéticos obtidas neste estudo, a seleção para aumento em P12 resultaria em mudança correlacionada em  $DP_P$  de apenas -0,26 dias.

Na literatura não foram encontrados resultados referentes a correlações genéticas de DPP e  $DPP_P$  com PVPP e PEPM e de DP e  $DP_P$  com PVP e PEM. Os resultados obtidos neste estudo mostram correlações positivas, de

baixas a medianas, sugerindo que fêmeas com potencial genético para maiores pesos devem apresentar maior número de dias para o parto e para o primeiro parto. Observou-se tendência de aumento dessas correlações ao acrescentar as fêmeas não paridas nos arquivos, indicando que as fêmeas que não pariram (penalizadas nas análises e consideradas de fertilidade inferior), possivelmente, eram as mais pesadas.

Pelas correlações genéticas de DPP e DPP<sub>P</sub> com PVPP e PEPM e de DP e DP<sub>P</sub> com PVP e PEM, é possível inferir que fêmeas maiores apresentam pior desempenho reprodutivo, tanto quando adultas como ao primeiro parto. Dickerson (1978) sustentou que quando ocorrem limitações nutricionais, como as predominantes em sistemas extensivos de criação em regiões tropicais, indivíduos geneticamente de menor tamanho seriam mais precoces, entrando em reprodução e atingindo o peso à maturidade mais cedo. Segundo Fitzhugh (1978), esses animais seriam menos exigentes em requerimentos nutricionais para manutenção do que animais maiores, sendo mais férteis e adaptados às condições de estresse alimentar.

### **Conclusões**

Os resultados deste trabalho mostraram que as características dias para o primeiro parto e dias para o parto de fêmeas não se constituem em bons critérios de seleção, mas que elas podem ser melhoradas selecionando-se para aumento do perímetro escrotal aos 12 meses de idade. Já a seleção para aumento de peso aos 12 meses de idade pouco influencia o número de dias para o parto, mas pode prejudicar a característica dias para o primeiro parto. Com relação aos pesos ao parto, ao primeiro parto, à entrada da estação de monta e à entrada da

primeira estação de monta, é possível inferir que fêmeas mais pesadas apresentam pior desempenho reprodutivo em termos de dias para o parto, tanto ao primeiro parto como quando adultas.

### **Referências Bibliográficas**

ALENCAR, M.M.; BARBOSA P.F.; BARBOSA, R.T. et al. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.4, p. 572-583, 1993.

ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; NOVAES, A.P. Característica produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 5, p. 960-967, 1999b.

ALENCAR, M.M.; BUGNER, M. Estudo de idade ao primeiro parto de vacas da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 15, n. 2, p. 151-156, 1986.

ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, J.A.L.; ALMEIDA, M.A. Idade ao primeiro parto, peso ao parto e desempenho produtivo de vacas Nelores e cruzadas Charolês x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 4, p. 681-686, 1999a.

ALENCAR, M.M.; SILVA, A.H.G.; BARBOSA, P.F. Efeitos da consangüinidade sobre os pesos ao nascimento e à desmama de bezerros da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 10, n. 1, p. 151-156, 1981.

BARBOSA, P.F. Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim. 1991. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 1991.

BARBOSA, P.F. Critérios de seleção para a raça Canchim. In: CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM, III, 1997, São Carlos, *Anais...* São Carlos: EMBRAPA – CPPSE/ ABCCAN, p. 47-75, 1997.

BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M.; DUARTE, F.A.M. et al. Canalização de efeitos genéticos e ambientais para pesos do nascimento à maturidade e taxa de concepção em fêmeas de bovinos da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXVI, 1999, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.

BERGMANN, J.A.G.; GRESSLER, S.L.; PEREIRA, C.S. et al. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 50, n. 5, p. 633 – 645, 1998.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. *A manual for use of MTDFREML*. USDA-ARS, Clay Center, NE. 1993. 120p.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Calving date versus calving interval as a reproductive measure in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 57, p. 1412-1417, 1983.

CAMARINHA FILHO, J. A. Modelos Lineares Mistos: Estruturas de Matrizes de Variâncias e Seleção de Modelos. 2002. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2002.

CASTRO-PEREIRA, V.M; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. et al. Herdabilidades e correlações genéticas para perímetro escrotal e características de crescimento em bovinos da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXIX, 2002, Recife, *Anais...* Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

DICKERSON, G.E. Animal size and efficiency: basic concepts. *Animal Production*, v. 27, n. 3, p. 367-379, 1978.

FITZHUGH, H.A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. *Animal Production*, v. 27, n. 3, p. 393-401, 1978.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 1511-1515, 2005.

FORNI, S.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Análise genética da característica dias para o parto em bovinos da raça Nelore. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 11, n.3, p. 143-148, 2003.

GIANLORENÇO, V.K.; ALENCAR, M.M.; TORAL, F.L.B. et al. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p.1587-1593, 2003.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 2, p. 427-437, 2000.

JOHNSTON, D.J.; BUNTER, K.L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livestock Production Science*, v. 45, p. 13-22, 1996.

LEDIC, I.L. Investigação sobre produção de leite e peso ao parto em gado Gir. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 21, n.5, p. 815-826, 1992.

MACNEIL, M.D.; NEWMAN, S. Genetic analysis of calving date in Miles City Line 1 Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 3073-3079, 1994.

MEACHAM, N.S.; NOTTER, D.R. Heritability estimates for calving date in Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, v. 64, n.3, p. 701-705, 1987.

MELLO, S.P.; ALENCAR, M.M.; SILVA, L.O.C. et al. Estimativas de co(variâncias) e tendências genéticas para pesos em um rebanho Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, p. 1707-1714, 2002.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Dias ao Parto de Fêmeas Nelore de um Experimento de Seleção para Crescimento. I – Modelo de Repetibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 4, p. 1715-1725, 2002.

MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F. et al. Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerado indicativo do peso adulto de matrizes Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 5, p. 1135-1144, 2004.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M.J. et al. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 3533-3543, 1991.

MUCARI, T.B.; OLIVEIRA, J.A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, s. 1, p. 1604-1613, 2003.

OLIVEIRA, J.A. Estudo genético-quantitativo do desenvolvimento ponderal do gado Canchim. 146p. 1979. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 1979.

PÁDUA, J.T.; MUNARI, D.P.; WATANABE, Y.F. et al. Avaliação de efeitos de ambiente e da repetibilidade de características reprodutivas em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 1, p. 126 – 132, 1994.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 6, p. 1676-1683, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 53, n. 6, p. 720-727, 2001.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 703-708, 2002.

RANDEL, R.D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 853-862, 1990.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. et al. Herdabilidade e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 6, s. 2, p. 2223-2230, 2000.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 4, p. 880-886, 2003.

## **CAPÍTULO 2 - ANÁLISE GENÉTICA DO PERÍODO DE GESTAÇÃO EM ANIMAIS DE UM REBANHO CANCHIM: ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ESCOLHA ENTRE MODELOS ANIMAIS ALTERNATIVOS**

### ***Resumo***

Os objetivos neste trabalho foram comparar modelos animais alternativos para a análise do período de gestação (PG), obter estimativas de parâmetros genéticos para essa variável e verificar suas relações com o peso ao nascimento (PN) e com o peso aos 12 meses de idade (P12), para animais de um rebanho Canchim. Foram analisadas gestações de 2.889 bezerros, 8.506 medidas de PN e 6.372 de P12. O PG foi estudado como característica do bezerro ( $PG_B$ ) e da vaca ( $PG_V$ ). Os parâmetros genéticos foram estimados pela máxima verossimilhança restrita (REML). Quatro modelos animais alternativos foram testados em análises unicaracterísticas de  $PG_B$  e de  $PG_V$ , considerando-se efeitos fixos e combinações de três efeitos aleatórios. O teste de razão de verossimilhança foi utilizado para comparação dos modelos. Análises bicaracterísticas foram feitas de  $PG_B$  com PN e P12. As herdabilidades diretas de  $PG_B$  variaram de 0,22 a 0,41 e as de  $PG_V$  de 0,04 a 0,07. A correlação genética entre  $PG_B$  e PN foi de 0,65 e entre  $PG_B$  e P12 de 0,01. Os resultados encontrados mostram que PG deve ser estudado como característica do bezerro, que o modelo que inclui apenas efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente materno pode ser utilizado para análise genética desta característica e que esta característica pode ser utilizada como critério de seleção auxiliar neste rebanho.

**Palavras-chave:** correlação genética, gado de corte, herdabilidade, período de gestação, peso ao nascimento, peso aos 12 meses de idade.

## GENETIC ANALYSIS OF GESTATION LENGTH IN A CANCHIM BEEF CATTLE HERD: ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS AND CHOICE AMONG ALTERNATIVE ANIMAL MODELS

### ***Abstract***

The objectives in this study were to compare alternative animal models for analysis of gestation length (GL), to estimate genetic parameters for this trait and to verify its relationships with body weights at birth (BW) and at 12 months of age (W12), in a Canchim herd. Gestations of 2,889 calves and weightings of 8,506 animals at birth and 6,372 animals at 12 months of age were considered. Gestation length was studied as trait of the calf ( $GL_C$ ) and of the dam ( $GL_D$ ). Genetic parameters were estimated by restricted maximum likelihood method (REML). Four alternative animal models were tested in single trait analyses of  $GL_C$  and  $GL_D$ , considering fixed effects and combinations of three random effects. The likelihood ratio test was used to compare the models. Two trait analyses were done between  $GL_C$  and BW and between  $GL_C$  and W12. Direct heritabilities of  $GL_C$  varied from 0.22 to 0.41 and of  $GL_D$  from 0.04 to 0.07. Genetic correlation between  $GL_C$  and BW was 0.65 and between  $GL_C$  and W12 was 0.01. The results showed that GL should be studied as trait of the calf, that the model with random additive direct and maternal permanent environmental effects may be used for genetic analysis of this trait, and that this trait may be used as an auxiliary selection criterion in this herd.

**Keywords:** beef cattle, body weight at birth, body weight at 12 months of age, genetic correlations, gestation length, heritability.

## **Introdução**

No Brasil, recentemente, vem ocorrendo reestruturação da pecuária de corte bovina visando sua globalização e, com isso, a preocupação com a melhoria genética dos animais tem crescido abruptamente. Uma das ferramentas do melhoramento genético é a seleção que, de modo geral, tem o objetivo de melhoria e/ou fixação de alguma característica de importância, tendo por finalidade aumentar na população a frequência de alelos favoráveis. A mudança na frequência dos alelos é resultado da definição de quais serão os pais da geração subsequente e do número de filhos que esses pais deixarão (EUCLIDES FILHO, 1999).

A eficiência reprodutiva dos rebanhos é fator dos mais importantes na determinação da eficiência biológica e econômica dos sistemas de produção de carne bovina (ALENCAR, 2002). No entanto, apenas nas últimas décadas programas de avaliação genética adotaram características ligadas ao desempenho reprodutivo dos animais, até então pouco utilizadas nos programas de melhoramento, fato que se deve às baixas estimativas de herdabilidade e à maior dificuldade de mensuração dessas características.

Dentro do contexto de análises genéticas, um item de suma relevância é a modelagem. Com a escolha do modelo estatístico se deseja explicar as observações de uma variável dependente por meio dos efeitos diferenciais que se atribuem a outra série de variáveis independentes. Tais efeitos podem ser de natureza fixa ou aleatória, e o enquadramento desses efeitos está relacionado ao objetivo da análise: se os níveis do efeito constituem amostras de uma população sobre a qual se quer tirar conclusões (efeitos aleatórios) ou se são parâmetros constantes sobre os quais se quer identificar diferenças e magnitudes (efeitos fixos) (CAMARINHA FILHO, 2002).

O período de gestação (PG) é uma característica que atualmente tem sido incluída em alguns programas brasileiros de avaliação genética. Embora não seja propriamente uma medida de fertilidade, está diretamente ligado ao período reprodutivo, pois matrizes com menor PG têm maior probabilidade de sucesso na estação de monta subsequente, por parirem antes e terem mais tempo de repouso antes de entrarem na nova estação de monta (PEREIRA et al., 2002), além de apresentarem redução nos problemas de parto (WRAY et al., 1987). O PG também exerce influência sobre a produtividade dos rebanhos, pois está associado ao peso ao nascimento (REYNOLDS et al., 1980; SCARPATI, 1997). Na literatura encontram-se estimativas de herdabilidade para essa variável, quando adotada como sendo característica do bezerro, entre os limites de 0,17 e 0,71 (WRAY et al., 1987; GREGORY et al.; 1995; SCARPATI, 1997; ALENCAR et al., 1999; ROCHA et al., 2005) e, quando adotada como característica da matriz, variando entre 0,09 e 0,28 (SILVA e PEREIRA, 1986; WRAY et al., 1987; SCARPATI, 1997; PEREIRA et al., 2002).

Na raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu) ainda são escassas análises genéticas envolvendo o PG. Assim, os objetivos neste trabalho foram comparar modelos animais alternativos utilizados para análise de PG, obter estimativas de herdabilidade para essa variável e verificar suas relações genéticas com os pesos ao nascimento (PN) e aos 12 meses de idade (P12), característica comumente utilizada como critério de seleção, para animais de um rebanho Canchim. A finalidade disto foi verificar se PG possui variabilidade genética suficiente para ser incluído em programas de seleção e as implicações que a seleção direta para essa variável pode ter no crescimento dos animais.

## ***Material e Métodos***

### *Rebanho*

O conjunto de dados analisado neste trabalho foi proveniente do rebanho da raça Canchim pertencente à Embrapa Pecuária Sudeste, localizada no município de São Carlos, São Paulo, Brasil. Os animais estudados foram criados em regime exclusivo de pastagens, recebendo suplementação mineral e os cuidados sanitários normais da região.

O rebanho foi mantido fechado desde sua formação até 1999, quando novas linhagens de Canchim começaram a ser produzidas; contudo, acasalamentos consangüíneos foram evitados. Maiores informações sobre a origem, manejos alimentar, sanitário e reprodutivo do rebanho, podem ser obtidas em Alencar et al. (1981) e Barbosa (1991).

### *Estrutura dos Arquivos e Análises*

Foram estudadas observações de PG de 2.989 bezerros nascidos entre 1979 e 2004, filhos de 1.120 matrizes e 178 touros. O PG foi obtido pela diferença entre a data do parto e a data de concepção. Em virtude do uso de buçal marcador no rebanho, permitindo a coleta de dados referentes à data de concepção, foram analisadas gestações resultantes de monta natural e de inseminação artificial.

Foram descartados os dados que se referiam a gestações de gêmeos, abortos, transferências de embrião e animais de exposição, suplementados ou que participavam de experimentos, além de alguns “outliers”. O descarte desses “outliers” foi feito após análise prévia com utilização de Box Plot.

Os dados de PN e P12 foram coletados entre 1953 e 2004. Os arquivos analisados apresentavam 8.506 medidas de PN e 6.372 de P12. O P12 foi

padronizado para 365 dias com base nos ganhos diários da desmama a um ano de idade.

O arquivo utilizado para implementar a matriz de parentesco foi constituído de 12.334 diferentes animais, obtendo-se um coeficiente de endogamia de 0,021.

Neste trabalho foram feitas análises unicaracterísticas de PG para a escolha do modelo animal que melhor explica esta variável, e bicaracterísticas de PG com PN e com P12 para verificar o que provavelmente pode ocorrer no crescimento dos animais com a seleção direta para PG. Nas análises unicaracterísticas considerou-se PG tanto como característica do bezerro ( $PG_B$ ) quanto como característica da vaca ( $PG_V$ ). Nas análises bicaracterísticas PG foi considerado apenas como característica do bezerro. Scarpati (1997) concluiu que a variabilidade genética aditiva direta dessa característica é bastante expressiva e que sua superioridade em relação à materna reforça a premissa de que o bezerro exerce maior controle sobre PG do que a matriz.

Os grupos de contemporâneos para todas as características foram compostos por sexo, ano e mês de nascimento do bezerro. Foram eliminados dos arquivos grupos de contemporâneos que apresentavam menos de duas observações.

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos foram estimados por máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, utilizando-se o programa computacional MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993). A significância dos efeitos fixos considerados nos modelos foi previamente testada pelo método dos quadrados mínimos.

Quatro modelos animais alternativos foram testados em análises unicaracterísticas de  $PG_B$  e de  $PG_V$ . Para  $PG_B$ , os modelos incluíram o efeito fixo de grupo de contemporâneos e as combinações dos efeitos aleatórios aditivo direto, aditivo materno e de ambiente permanente da vaca. O modelo completo utilizado para análise de  $PG_B$  pode ser representado sob a forma matricial como:

$$Y = Xb + Za + Mm + Wp + e \quad (1)$$

em que:

$Y$  = vetor das variáveis dependentes;

$b$  = vetor de efeitos fixos;

$a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos dos animais;

$m$  = vetor de efeitos genéticos aditivos maternos;

$p$  = vetor de efeito de ambiente permanente materno;

$e$  = vetor de efeitos residuais; e

$X$ ,  $Z$ ,  $M$  e  $W$  são as respectivas matrizes de incidência para cada efeito.

Este modelo tem as seguintes pressuposições:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

e

$$VAR \begin{bmatrix} a \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_C\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Em que:

$A$  = Matriz de parentesco (covariâncias genéticas aditivas entre os animais);

$I$  = Matriz identidade;

$C$  = número de fêmeas (mães);

$N$  = número de registros;

$\sigma_a^2$  = componente de variância genético aditivo direto;

$\sigma_m^2$  = componente de variância genético aditivo materno;

$\sigma_p^2$  = componente de variância do efeito de ambiente permanente materno;

$\sigma_e^2$  = componente de variância do efeito residual; e

$\sigma_{am}$  = componente de covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno.

Para  $PG_V$ , os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e de estágio fisiológico da fêmea (novilha de primeira estação de monta, vaca com bezerro ao pé, vaca solteira e vaca que entrou prenhe, mas que pariu durante a estação) e as combinações do efeito aleatório aditivo direto com os aleatórios não correlacionados de pai do bezerro e de ambiente permanente da própria fêmea foram considerados. A representação matricial do modelo completo adotado para a análise de  $PG_V$  é a seguinte:

$$Y = Xb + Za + Ss + Wp + e \quad (2)$$

em que:

$Y$  = vetor das variáveis dependentes;

$b$  = vetor de efeitos fixos;

$a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos dos animais;

$s$  = vetor de efeitos do pai do bezerro;

$p$  = vetor de efeito de ambiente permanente do próprio animal;

$e$  = vetor de efeitos residuais; e

$X$ ,  $Z$ ,  $S$  e  $W$  são as respectivas matrizes de incidência para cada efeito.

São assumidas as seguintes pressuposições para o modelo descrito

para  $PG_V$ :

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ s \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

e

$$VAR \begin{bmatrix} a \\ s \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_T\sigma_s^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_C\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Em que:

$A$  = Matriz de parentesco (covariâncias genéticas aditivas entre os animais);

$I$  = Matriz identidade;

$T$  = número de touros (pais);

$C$  = número de fêmeas (matrizes);

$N$  = número de registros;

$\sigma_a^2$  = componente de variância genético aditivo direto;

$\sigma_s^2$  = componente de variância do efeito de pai do bezerro;

$\sigma_p^2$  = componente de variância do efeito de ambiente permanente do próprio animal;

$\sigma_e^2$  = componente de variância do efeito residual.

O teste de razão de verossimilhança, em nível de 5% de probabilidade, foi utilizado com o objetivo de comparar os modelos animais (do reduzido ao completo) para  $PG_B$  e  $PG_V$ . Esse teste compara dois modelos de cada vez, estimados por verossimilhança, sendo um dos modelos uma versão reduzida do outro, ou seja, um modelo tem  $r$  parâmetros adicionais. O teste verifica se esses parâmetros adicionais melhoram significativamente o modelo (CAMARINHA FILHO, 2002).

No teste de razão de verossimilhança, define-se  $\lambda$  como a razão do máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido sobre o máximo da função de verossimilhança no modelo completo, ou seja,  $\lambda = L_R/L_C$ , em que  $L_R$  = valor do máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido e  $L_C$  = valor do máximo da função de verossimilhança no modelo completo. Para grandes valores de  $n$ , a distribuição de  $-2\log\lambda$  aproxima-se de uma distribuição Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com  $r$  graus de liberdade. O cálculo de  $-2\log\lambda$  pode ser simplificado por:  $-2\log\lambda = (-2\log L_R) - (-2\log L_C)$ . Os valores de  $-2\log L_R$  e de  $-2\log L_C$  são calculados

pelo programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993). Assim, quando  $-2\log \lambda \geq \chi^2_{\alpha,r}$ , em que  $\alpha$  é o nível de significância e  $r$  o grau de liberdade, pode-se afirmar que o efeito testado é significativo.

As correlações genéticas de  $PG_B$  com PN e com P12 foram estimadas utilizando modelo animal bicaracterística, considerando-se para  $PG_B$  o modelo completo descrito anteriormente. O modelo para PN incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e de idade da vaca ao parto como covariável (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios aditivo direto do animal, aditivo materno e de ambiente permanente da vaca, correspondendo, sob forma matricial, ao modelo 1. O modelo para P12 é semelhante ao do PN, com a diferença de não incluir o efeito aleatório aditivo materno.

A partir da seleção para redução de  $PG_B$  foram calculadas respostas diretas e correlacionadas (em PN e P12) esperadas, supondo-se 10, 30 e 50% de animais selecionados e, portanto, intensidades de seleção iguais a 1,75, 1,16 e 0,80, respectivamente. O cálculo foi feito com utilização das fórmulas propostas por Falconer e Mackay (1996) e os valores dos componentes de variância e herdabilidades utilizados nestas fórmulas foram obtidos a partir das análises bicaracterísticas:

$$R_X = i\sqrt{h_X^2 \sigma_{aX}^2} \quad \text{e} \quad R_{Y(X)} = ir\sqrt{h_X^2 \sigma_{aY}^2}$$

em que: X e Y = características analisadas;  $R_X$  = resposta direta em X,  $R_{Y(X)}$  = resposta correlacionada em Y com a seleção para X;  $i$  = intensidade de seleção;  $h_X^2$  = herdabilidade de X;  $\sigma_{aX}^2$  = variância genética aditiva direta de X;  $\sigma_{aY}^2$  = variância genética aditiva direta de Y;  $r$  = correlação genética entre X e Y.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentado um resumo descritivo das características avaliadas neste estudo. O PG mostrou apenas 2,65% de variação, mas com uma diferença de 47 dias entre os valores mínimo e máximo observados, mostrando ser potencialmente explorável. Scarpati (1997) inferiu que com a diminuição progressiva da média de PG, certamente ocorrerão mudanças positivas na produtividade do plantel, com aumento no número de matrizes prenhes ao final do período de acasalamento, e com as conseqüentes vantagens decorrentes desse aumento. A média de 287,9 dias verificada para o período de gestação está bastante próxima à de 288,7 dias estimada por Alencar e Bugner (1987) para o rebanho Canchim em questão. As médias calculadas para PN e P12 também são coerentes com as relatadas por Castro-Pereira (2003) para esse mesmo rebanho.

**Tabela 1** – Número de grupos de contemporâneos (GC), média (M), desvio-padrão (D), coeficiente de variação (CV, %) e valores mínimo e máximo do período de gestação (PG), peso ao nascer (PN) e peso aos 12 meses de idade (P12), em um rebanho Canchim.

Característica	GC	M	D	CV	Mínimo	Máximo
PG (dias)	266	287,90	7,64	2,65	265,00	312,00
PN (kg)	534	35,36	5,84	16,53	20,00	60,00
P12 (kg)	500	220,10	44,29	20,12	98,49	389,94

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados, respectivamente para  $PG_B$  e  $PG_V$ , os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos, além dos respectivos valores obtidos nos testes de razão de verossimilhança ( $-2\log\lambda$ ), expressos como desvios do modelo de maior valor, obtidos a partir de quatro

diferentes modelos para cada característica, que além dos efeitos fixos e resíduos continham, alternada ou simultaneamente, os três efeitos aleatórios. O valor de  $-2\log\lambda$  aumentou com a inclusão de cada novo efeito e, simultaneamente, as estimativas que estavam sendo infladas pela ausência de algum outro efeito e os resíduos foram reduzidos, tanto para  $PG_B$  quanto para  $PG_V$ . É interessante mencionar que praticamente todos os componentes variaram sob utilização dos diferentes modelos. Os resultados dos testes de razão de verossimilhança mostraram que o modelo que inclui apenas os efeitos aleatórios genético aditivo direto e de ambiente permanente materno (modelo 3) pode ser utilizado em análises do  $PG_B$ , não havendo diferenças significativas nas estimativas dos valores genéticos obtidos com este modelo comparando com as obtidas em análises com o modelo completo. Já para o  $PG_V$ , o modelo completo (modelo 4) é o mais indicado para as análises, pois se um ou mais efeitos não forem considerados no modelo as estimativas dos valores genéticos poderão ser prejudicadas.

As estimativas de herdabilidade direta de  $PG_B$ , que variaram de 0,22 a 0,31, são inferiores aos limites de 0,49 a 0,60 verificados por Scarpati (1997) ao utilizar modelos similares aos deste estudo para animais da raça Nelore, no entanto, estão próximos do limite inferior dos valores (0,17 a 0,71) encontrados na literatura para gado de corte (WRAY et al., 1987; GREGORY et al.; 1995; ALENCAR et al., 1999; ROCHA et al., 2005). As baixas estimativas de herdabilidade materna de 0,04 e 0,02, para os modelos reduzido e completo, respectivamente, refletem menor efeito genético da matriz sobre PG, e são também inferiores às de 0,15 e 0,12 relatadas por Scarpati (1997). As correlações altas e negativas entre os efeitos direto e materno mostram antagonismo genético entre esses efeitos para essa característica. Explicar biologicamente esse antagonismo é difícil; segundo Willham

(1980), a estimação de efeitos maternos e seus componentes de covariância é problemática, uma vez que efeitos diretos e maternos, em geral, se confundem, e a expressão dos efeitos maternos é limitada ao sexo, ocorre tarde na vida do animal e é retardada em uma geração.

**Tabela 2** - Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos do período de gestação analisado como característica do bezerro ( $PG_B$ ), obtidos com modelos que, além do efeito fixo de grupo de contemporâneos, incluíram efeitos aleatórios aditivo direto (1), aditivos direto e materno (2), aditivo direto e de ambiente permanente (3) e aditivos direto e materno e de ambiente permanente (4).

Estimativas	Modelos			
	1	2	3	4
$\sigma_a^2$	13,31	15,58	11,63	16,17
$\sigma_m^2$	--	2,24	--	0,88
$\sigma_{am}$	--	-2,90	--	-3,24
$\sigma_p^2$	--	--	2,19	2,97
$\sigma_e^2$	38,70	37,24	37,89	35,38
$h_a^2 \pm ep$	0,26 $\pm$ 0,04	0,30 $\pm$ 0,07	0,22 $\pm$ 0,04	0,31 $\pm$ 0,07
$h_m^2 \pm ep$	--	0,04 $\pm$ 0,03	--	0,02 $\pm$ 0,03
$r_{am} \pm ep$	--	-0,49 $\pm$ 0,19	--	-0,86 $\pm$ 0,46
$c^2 \pm ep$	--	--	0,04 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,02
$-2\log\lambda$	-9,53	-7,06	-4,13	0

$\sigma_a^2$ ,  $\sigma_m^2$ ,  $\sigma_p^2$  e  $\sigma_e^2$  = variâncias genética aditiva direta, genética aditiva materna, de ambiente permanente e residual;  $\sigma_{am}$  = covariância genética entre os efeitos direto e materno;  $h_a^2$  e  $h_m^2$  = herdabilidades direta e materna;  $r_{am}$  = correlação entre os efeitos direto e materno;  $c^2$  = fração de variância atribuída ao ambiente permanente; ep = erro padrão;  $-2\log\lambda$  =  $-2\log$  da razão entre o máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido e no modelo completo, expresso como desvio do modelo de maior valor.

A utilização do modelo completo para  $PG_V$  permitiu calcular um coeficiente de repetibilidade de 0,09 para esta característica, indicando baixa

correlação entre os períodos de diferentes gestações das fêmeas. Assim, comparações com modelos usados para  $PG_B$  permitem inferir que os principais efeitos que irão determinar o período de gestação são inerentes ao bezerro e não à mãe. A inclusão do efeito do pai do bezerro no modelo como efeito aleatório não correlacionado reduziu a variância do erro, correspondendo a 5% da variância total. Alencar et al. (1999) também encontraram efeito significativo de pai do bezerro sobre o PG de bezerros  $\frac{1}{2}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Canchim +  $\frac{1}{4}$  Nelore e sugeriram que este efeito pode estar relacionado com o crescimento do bezerro na fase intra-uterina.

**Tabela 3** – Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos do período de gestação analisado como característica da vaca ( $PG_V$ ), obtidos com modelos que, além dos efeitos fixos de grupo de contemporâneos e estágio fisiológico da fêmea, incluem efeitos aleatórios aditivo direto (1), aditivo direto e não correlacionado do pai do bezerro (2), aditivo direto e de ambiente permanente (3) e aditivo direto, não correlacionado do pai do bezerro e de ambiente permanente (4).

Estimativas	Modelos			
	1	2	3	4
$\sigma_a^2$	3,20	3,49	1,89	1,91
$\sigma_s^2$	--	2,75	--	2,79
$\sigma_p^2$	--	--	2,40	2,75
$\sigma_e^2$	46,75	44,26	45,56	42,95
$h_a^2 \pm ep$	0,06 $\pm$ 0,02	0,07 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,02
$s^2 \pm ep$	--	0,05 $\pm$ 0,01	--	0,05 $\pm$ 0,01
$c^2 \pm ep$	--	--	0,05 $\pm$ 0,03	0,05 $\pm$ 0,02
$-2\log\lambda$	-49,40	-5,52	-45,25	0

$\sigma_a^2$ ,  $\sigma_s^2$ ,  $\sigma_p^2$  e  $\sigma_e^2$  = variâncias genética aditiva direta, do pai do bezerro, de ambiente permanente e residual;  $h_a^2$  = herdabilidade direta;  $s^2$  = fração de variância atribuída ao efeito de pai do bezerro;  $c^2$  = fração de variância atribuída ao ambiente permanente; ep = erro padrão;  $-2\log\lambda$  =  $-2\log$  da razão entre o máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido e no modelo completo, expresso como desvio do modelo de maior valor.

As estimativas de herdabilidade direta calculadas para  $PG_V$  aproximam-se em magnitude das estimativas de herdabilidade materna obtidas para  $PG_B$ , o que é explicado pelo fato de o animal responsável pelas variações relacionadas ao efeito materno nos modelos usados para  $PG_B$  e pelo efeito direto nos modelos para  $PG_V$  ser o mesmo, ou seja, a matriz. As herdabilidades diretas estimadas para  $PG_V$ , que variaram de 0,04 a 0,07, estão abaixo dos valores de 0,09 a 0,28 relatados na literatura para bovinos (SILVA e PEREIRA, 1986; WRAY et al., 1987; SCARPATI, 1997; PEREIRA et al., 2002).

Na Tabela 4 encontram-se as estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais calculadas a partir das análises bicaracterísticas de  $PG_B$  com PN e com P12. Vale ressaltar que, apesar de o modelo 3 não ter sido diferente do modelo 4, o modelo utilizado para  $PG_B$  nestas análises foi o completo. Análises com duas características simultaneamente foram feitas com o objetivo principal de estimar as correlações existentes.

**Tabela 4** – Estimativas<sup>a</sup> de parâmetros genéticos e ambientais do período de gestação ( $PG_B$ ), peso ao nascer (PN) e peso aos 12 meses de idade (P12), em um rebanho Canchim.

<b>Características (1 e 2)</b>	<b><math>h^2_{a1}</math></b>	<b><math>h^2_{m1}</math></b>	<b><math>h^2_{a2}</math></b>	<b><math>h^2_{m2}</math></b>	<b><math>c^2_1</math></b>	<b><math>c^2_2</math></b>	<b><math>r_g</math></b>
$PG_B$ e PN	0,41	0,03	0,55	0,05	0,04	0,05	0,65
$PG_B$ e P12	0,31	0,02	0,40	-	0,05	0,09	0,01

<sup>a</sup>  $h^2_{a1}$  e  $h^2_{a2}$ : herdabilidade direta das características 1 e 2;  $h^2_{m1}$  e  $h^2_{m2}$ : herdabilidade materna das características 1 e 2;  $c^2_1$  e  $c^2_2$ : fração de variância atribuída ao ambiente permanente materno das características 1 e 2;  $r_g$ : correlação genética entre as duas características.

Os valores obtidos para as estimativas de herdabilidade nas análises bicaracterísticas indicam que se houver seleção para qualquer das características

estudadas, progressos genéticos podem ser esperados. As estimativas de herdabilidade direta para  $PG_B$  foram de magnitudes superiores às maternas, refletindo menor efeito genético da mãe do que do próprio bezerro sobre PG, assim como foi observado nas análises unicaracterísticas. Os valores reduzidos das frações de variância atribuídas ao ambiente permanente materno revelam a baixa influência desse efeito sobre as características estudadas. A estimativa de herdabilidade de PN foi superior às relatadas por Scarpati (1997) para animais da raça Nelore e por Mello et al. (2002) para animais Canchim deste mesmo rebanho. A análise de P12 mostrou valor de herdabilidade inferior ao de 0,63 calculado por Mello et al. (2002) e próximo ao de 0,38 estimado por Castro-Pereira (2003) também para o rebanho Canchim em questão.

A correlação genética obtida entre  $PG_B$  e PN foi positiva, revelando que a seleção para redução de  $PG_B$  resultará na redução de PN. Scarpati (1997), que verificou valor de correlação genética (0,41), para bovinos Nelore, inferior ao aqui estimado, constatou também que as correlações genéticas entre  $PG_B$  e pesos decrescem com a idade, o que está de acordo com o resultado obtido neste estudo para a correlação genética entre  $PG_B$  e P12. Conforme mencionado por Wray et al. (1987), a seleção para menor PG poderá reduzir problemas de parto e gerar menor impacto na taxa de crescimento, em comparação com o que seria esperado da seleção para menor PN. Isso é coerente com a estimativa de correlação genética entre  $PG_B$  e P12, que foi praticamente nula, indicando que a seleção para diminuição do PG não interfere no P12, característica usada como critério de seleção no rebanho. Confirmando este resultado, na Tabela 5 são apresentadas as respostas correlacionadas esperadas em PN e P12 a partir da seleção para redução no PG, as respostas diretas em PG e as respostas diretas esperadas a partir da

seleção para redução no PN e aumento no P12, supondo-se 10%, 30% e 50% de animais selecionados e, portanto, intensidades de seleção iguais a 1,75, 1,16 e 0,80. Vale lembrar que os cálculos foram feitos utilizando componentes de variância e parâmetros genéticos obtidos nas análises bicaracterísticas.

**Tabela 5** – Respostas diretas<sup>a</sup> e correlacionadas<sup>b</sup> esperadas a partir da seleção para redução no período de gestação (PG) e no peso ao nascimento (PN) e aumento no peso aos 12 meses de idade (P12), calculadas com base em três diferentes intensidades de seleção, em um rebanho Canchim.

Características	Intensidade de Seleção		
	1,75	1,16	0,80
	<b>Resposta à Seleção</b>		
PG <sup>a</sup> (dias)	-5,26	-3,48	-2,40
PN <sup>a</sup> (kg)	-5,54	-3,67	-2,53
PN <sup>b</sup> (kg)	-3,10	-2,06	-1,42
PG <sup>a</sup> (dias)	-3,93	-2,60	-1,79
P12 <sup>a</sup> (kg)	21,59	14,31	9,87
P12 <sup>b</sup> (kg)	-0,19	-0,13	-0,09

As estimativas de resposta à seleção obtidas indicam que se PG for adotado como critério de seleção, haverá também diminuição do PN, em proporções menores do que se a seleção fosse direta para essa variável, o que é desejável, considerando que menores PN reduzem problemas de parto e que o PN não pode ser drasticamente reduzido para que complicações relacionadas ao desenvolvimento e crescimento do bezerro sejam evitadas. Com relação ao efeito da seleção direta para PG sobre P12, os valores obtidos mostram que esse pode ser considerado nulo, em comparação com a seleção direta para P12, desta forma, estas duas

características podem ser usadas simultaneamente em programas de seleção, não havendo interferência entre elas.

### **Conclusões**

As análises realizadas permitiram concluir que os efeitos que influenciam o período de gestação estão relacionados principalmente com os bezeros, e não com a matriz, portanto esta característica deve ser estudada como característica do bezerro.

O modelo que inclui apenas efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente materno pode ser utilizado para análise genética do período de gestação no rebanho estudado, sem que haja prejuízo nas estimativas de valores genéticos.

O período de gestação pode ser utilizado como critério de seleção auxiliar neste rebanho. A seleção para menor período de gestação deve resultar em menor peso ao nascimento, sem interferir no valor do peso ao ano.

### **Referências Bibliográficas**

ALENCAR, M. M. Critérios de Seleção e a Moderna Pecuária Bovina de Corte Brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, IV, 2002, Campo Grande, Anais... Campo Grande: SBMA, 2002. CD-ROM.

ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T.; NOVAES, A. P. Características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p. 960-967, 1999.

ALENCAR, M.M.; BUGNER, M. Desempenho produtivo das raças Canchim e Nelore II. Primeiro parto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 22, n. 8, p. 867-872, 1987.

ALENCAR, M.M.; SILVA, A.H.G.; BARBOSA, P.F. Efeitos da consangüinidade sobre os pesos ao nascimento e à desmama de bezerros da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 10, n.1, p.151-156, 1981.

BARBOSA, P.F. Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim. 1991. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 1991.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. *A manual for use of MTDFREML*. USDA-ARS, Clay Center, NE. 1993. 120p.

CAMARINHA FILHO, J. A. Modelos Lineares Mistos: Estruturas de Matrizes de Variâncias e Seleção de Modelos. 2002. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2002.

CASTRO-PEREIRA, V.M. Estudo Genético de Critérios de Seleção Ligados à Eficiência Reprodutiva e ao Crescimento de Machos e Fêmeas da Raça Canchim. 71p. 2003. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2003.

EUCLIDES FILHO, K. *Melhoramento Genético Animal no Brasil: Fundamentos, História e Importância*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, doc. 75, 1999, 63p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4.ed. Longman, 1996, 463p.

GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Genetic and phenotypic (co)variances for production traits of female populations of purebred and composite beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, p. 2235-2242, 1995.

MELLO, S.P.; ALENCAR, M.M.; SILVA, L.O.C. et al. Estimativas de co(variâncias) e tendências genéticas para pesos em um rebanho Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p. 1707-1714, 2002.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p. 703-708, 2002.

REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T. M.; MOIN, S. et al. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu cross beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.51, n. 4, p. 860-867, 1980.

ROCHA, J.C.M.C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M.M. et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 57, n. 6, p. 784-791, 2005.

SCARPATI, M.T.V. Modelos animais alternativos para estimação de componentes de (co)variância e de parâmetros genéticos e fenotípicos do período de gestação na raça Nelore. 71p. 1997. Tese (Mestre em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 1997.

SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Fatores de meio e genéticos que influem no desempenho reprodutivo de fêmeas Zebu e mestiças Chianina-Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 15, n. 2, p. 132-141, 1986.

WRAY, N. R.; QUAAS, R. L., POLLAK, E. J. Analysis of gestation length in American Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, v. 65, p. 970-974, 1987.

WILLHAM, R.L. Problems in estimating maternal effects. *Livestock Production Science*, v. 7, p. 405-418, 1980.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de características ligadas ao desempenho reprodutivo de bovinos de corte em programas de avaliação genética é de fundamental importância para que se consiga obter progressos na produtividade e rentabilidade dos rebanhos. No Brasil, apenas nas últimas décadas essas características começaram a ser consideradas, sendo o perímetro escrotal a mais comumente utilizada para composição de índices de seleção juntamente com pesos em diferentes idades. Ainda são escassos os programas que adotam características reprodutivas medidas diretamente nas fêmeas, o que pode ser explicado pela dificuldade de se obter certas medidas e também pelas baixas estimativas de herdabilidade para variáveis reprodutivas em geral.

Com a raça Canchim, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos para que critérios de seleção apropriados fossem apontados. No entanto, estudos para obtenção de parâmetros genéticos para as características, utilizadas no presente trabalho, dias para o parto (DP) e dias para o primeiro parto (DPP), ainda não haviam sido feitos, bem como de suas relações com perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12), peso aos 12 meses de idade de machos e fêmeas (P12), pesos ao parto (PVP) e ao primeiro parto (PVPP) e pesos à entrada da estação de monta (PEM) e à entrada da primeira estação de monta (PEPM). Com relação ao período de gestação (PG), existem alguns poucos trabalhos com esta raça, com objetivos diferentes do atual, que além de estimar parâmetros genéticos, define o melhor modelo para o estudo desta característica e avalia as relações de PG com os pesos ao nascimento (PN) e aos 12 meses de idade (P12) de machos e fêmeas do rebanho.

A avaliação dos resultados obtidos neste trabalho permite inferir que:

1. O perímetro escrotal aos 12 meses de idade é um bom critério de seleção quando se deseja melhorar o desempenho reprodutivo do rebanho em termos de dias para o parto (DP) e dias para o primeiro parto (DPP). A seleção direta para estas variáveis é inviável, em virtude da pequena variação genética verificada. A utilização do peso aos 12 meses de idade (P12) em programas de seleção não gera respostas significativas no número de dias para o parto, mas pode aumentar o número de dias para o primeiro parto, sugerindo a necessidade de monitoramento simultâneo dessa característica com P12.

2. Melhoria das características reprodutivas de fêmeas DP e DPP podem ser obtidas pela seleção para redução nos pesos da vaca ao parto, ao primeiro parto, à entrada em estação de monta e à entrada da primeira estação de monta, o que seria interessante já que fêmeas menores são mais férteis e menos exigentes em relação à manutenção, no entanto, mais estudos devem ser realizados para analisar o impacto que essa seleção causaria no crescimento dos animais.

3. O período de gestação, considerado como característica do bezerro, pode ser incluído como critério de seleção auxiliar no rebanho estudado, pois apresenta variação genética aditiva suficiente para responder à seleção. A seleção para sua redução provocaria diminuição no peso ao nascimento e não geraria alterações significativas em P12 (característica utilizada como critério de seleção no rebanho).