

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE PERÍMETRO ESCROTAL
E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA
RAÇA NELORE**

Ana Paula Nascimento Terakado

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE PERÍMETRO ESCROTAL
E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA
RAÇA NELORE**

Ana Paula Nascimento Terakado

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2011

Terakado, Ana Paula Nascimento
T315a Associações genéticas entre perímetro escrotal e características
reprodutivas de fêmeas da raça Nelore / Ana Paula Nascimento
Terakado. – – Jaboticabal, 2011
xiii, 39 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Lucia Galvão de Albuquerque
Banca examinadora: Márcio Cinachi Pereira, Danísio Prado
Munari
Bibliografia

1. Idade ao primeiro parto. 2. Inferência Bayesiana. 3.
Reconcepção de novilhas. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANA PAULA NASCIMENTO TERA KADO, solteira, nascida no dia 27 de setembro de 1984, na cidade de Guarulhos - São Paulo, filha de Aduino Terakado e Lucia Nascimento Terakado. Iniciou em março de 2004 o curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) – Campus de Jaboticabal –SP. Em dezembro de 2008 concluiu a graduação, obtendo-se o título de Zootecnista. Em março de 2009 ingressou no curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, na faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), na Unesp – Campus de Jaboticabal – SP, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa, FAPESP, sob orientação da professora Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque.

“A luta está difícil, mas não posso desistir
Depois da tempestade, flores voltam a surgir
Mas quando a tempestade demora a passar
A vida até parece fora do lugar
Não perca a Fé em Deus
Fé em Deus que tudo irá se acertar
Pois o sol de um novo dia vai brilhar
E essa luz vai refletir na nossa estrada
Clareando de uma vez a caminhada
Que nos levará direto ao apogeu
Tenha fé, nunca perca a Fé em Deus

Pra quem acha que a vida não tem esperança
Fé em Deus
Pra quem estende a mão e ajuda a criança
Fé em Deus
Pra quem acha que o mundo acabou
Pra quem não encontrou o amor
Tenha fé, vá na fé
Nunca perca a Fé em Deus

Pra quem sempre sofreu e hoje em dia é feliz
Fé em Deus
Pra quem não alcançou tudo que sempre quis
Fé em Deus
Pra quem ama, respeita e crê
E pra aquele que paga pra ver
Tenha fé, vá na fé, nunca perca a Fé em Deus

Aquilo que não mata, só nós faz fortalecer
Vivendo, aprendi que é só fazer por merecer
E passo a passo um dia a gente chega lá
Pois não existe mal que não possa acabar
Não perca a Fé em Deus, Fé em Deus

Que tudo irá se acertar

Pois o sol de um novo dia vai brilhar
E essa luz vai refletir na nossa estrada
Clareando de uma vez a caminhada
Que nos levará direto ao apogeu
'Tenha fé, nunca perca a Fé em Deus

Pra quem acha que a vida não tem esperança
Fé em Deus

Pra quem estende a mão e ajuda a criança
Fé em Deus

Pra quem acha que o mundo acabou
Pra quem não encontrou o amor
'Tenha fé, vá na fé
Nunca perca a FÉ EM DEUS"

(Fé em Deus - Diogo Nogueira/Flavio Silva)

“Ninguém quer saber o que fomos, o que possuíamos, que cargo ocupávamos no mundo, o que conta é a luz que cada um já tenha conseguido fazer brilhar em si mesmo.”

(Chico Xavier)

Aos meus queridos pais

Adauto e Lucia

Minha luz, meu espelho, meu porto seguro, o melhor abraço do universo, sem comparações. Os melhores pais que eu poderia ter, amor incondicional.

Possuem todo meu amor, carinho, gratidão e respeito. Obrigada por estarem sempre ao meu lado e acreditarem mais do qualquer outra pessoa no meu potencial. Amo vocês.

“Pai e mãe, ouro de mina...”

(Djavan)

DEDICO

Ao meu irmão

Adauto Júnior

Você sabe o quanto é especial. Obrigada pelas risadas, pelas brincadeiras e até mesmo pelas brigas, pois no fundo, nunca deixamos de ser crianças.

Aos meus avós e aos Ditchan e Batian

Névio (*in memorian*) e Concília e Massataka (*in memorian*) e Kuni (*in memorian*)

Saudades imensas... O meu amor por vocês é imensidão.

Ao meu grande companheiro

Giovani

Os meus dias são melhores ao seu lado. Alma leve, sorriso contagiante e o abraço mais aconchegante do meu infinito particular.

Às minhas irmãs por escolha

Luciana (Lola), Maristela (Cerca), Cynthia (Lontra), Thays (Black) e Carla (Biskoita).

Vocês são sem dúvida nenhuma as melhores pessoas que já conheci em toda minha vida. Amizade verdadeira e que levo junto aonde quer que eu vá. Amo vocês.

“É tão forte quanto o vento quando sopra, tronco forte que não quebra, não entorta,
podes crer, poderes crer, eu to falando de AMIZADE”

(Toni Garrido)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por sempre estar ao meu lado, por me dar força e coragem e pelas graças e oportunidades que sempre surgem em minha vida.

Ao meu anjo da guarda e aos espíritos protetores e amigos pela ajuda divina, pela proteção e por me guiarem e auxiliarem em meu processo evolutivo na Terra.

Agradeço a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal e mais especificamente ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, pela oportunidade em compor o corpo discente desta instituição.

Agradeço o suporte financeiro da FAPESP que tornou possível a minha dedicação exclusiva às atividades de pós-graduação.

Agradeço à Agropecuária Jacarezinho por ter disponibilizado os dados presentes neste trabalho.

Meus agradecimentos à minha orientadora Lucia Galvão de Albuquerque, pelos ensinamentos, pela oportunidade que me concedeu, pelo exemplo de profissionalismo e por ser uma pessoa admirável.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, Dr. Danísio Prado Munari, Dr. Henrique Nunes de Oliveira e Dr. Marcio Cinachi Pereira, pela valiosa contribuição no trabalho.

Aos meus pais pelas demonstrações de amor, carinho, paciência e pela educação que me deram durante toda a minha vida.

Agradeço meu irmão Júnior, a minha segunda mãe Maria, meus tios (Claudio, Katya, Eliza, Paulinho e Vera), meus primos (Daniel e Mariana), a minha cunhadinha Camila e minha vó Concília pelo amor, carinho, dedicação e cuidado. Amo muito todos vocês.

Ao pessoal da salinha do melhoramento (Annaíza, Arione, Denise (Maionese), Luciana, Natália (Tirinha), Daniel Gordo (Furunku), Rodrigo, Fernando Baldi, Fabio Pablos, Fábio Borba, Raphael (Consolo), Luis, Diogo e Mario) pela amizade, pelos momentos de descontração, risadas, e claro, pelas horas e horas de estudo! rs.

Agradeço em especial a Arione e ao Fernando Baldi pela grande ajuda e por sempre estarem dispostos a me ajudar no que fosse preciso. Muito obrigada mesmo.

A minha família aqui de Jaboticabal, amigas tão queridas de república (Axa-Vask's): Luciana (Lola) e Thays (Black). Obrigada por tudo, pelas conversas, pelos finais de semana, pelos almoços, pelas gargalhadas, pela companhia sempre agradável, pelo companheirismo, amizade e todo amor que existe entre nós. Amo vocês.

Agradeço as minhas duas meninas Carla Heloisa (Biskoita) e Daniela (Pega-Leve) por serem amigas tão queridas e especiais, vocês sabem que moram no meu coração.

Aos amigos: Thiago (Strumi), Diego (Abacate), Maria Fernanda (Gretchen), Luciano, Carol, Livia (Novilha) e Everton (Xanxe), pela amizade de sempre.

Agradeço aos amigos que estão longe, mas não menos importantes: Cynthia (Lontra), Maristela (Pula-Cerca), Natalia (Teimosa), Eveline (Galega), Thales (Bunda Molli), André (Muraka), João (Vacilão), Renan (Margarida) e Alex (Girinu) pela amizade, carinho, risadas e por cada momento tão especial e inesquecível que passamos juntos.

À minha B. preferida (Alexandre-Frank) pela amizade, gargalhadas, palhaçadas, filosofias e por seus poemas maravilhosos...rs. Você faz toda diferença nessa casa!

As minhas amigas de Guarulhos: Cristiane, Juliana Mouro, Flavia e Ana Paula (Bocão) pela grande amizade mesmo a quilômetros de distância. Amo vocês.

Em especial, (ao casamento das quatro mulheres): Luciana (Lola), Cynthia (Lontra) e Maristela (Cerca). Sem palavras pra descrever o que vocês significam pra mim, amor de irmãs, amizade verdadeira! Obrigada por tudo e mais um pouco!

“BENDITO ENCONTRO NA VIDA, AMIGO”

Pra Sempre L.L.F.C.

À Xavaskinha e ao Xapolim, que podem ser apenas cachorros, mas são os mais humanos que conheço nesse mundo e que tenho um amor incondicional. Obrigada pelas horas que cheguei estressada e que sempre me receberam com todo carinho existente nesse mundo, obrigada pela companhia, pela lealdade, pelos beijinhos, pelos

abraços, pelos rabinhos sempre balançando, pelos pulos em cima da minha cama e por sempre alegrarem o meu dia de uma forma ou de outra.

E finalmente agradeço o Giovani, pessoa tão essencial e especial em minha vida. Obrigada pela ajuda (muito valiosa), pelo apoio, conselhos, puxões de orelha, mas acima de tudo, obrigada pelo amor tão puro e verdadeiro e pelo respeito e carinho que sente por mim. Você é um grande homem, amor tão raro... Te amo!

"Não sei se o mundo é bom, mas ele está melhor desde que você chegou e perguntou:
Tem lugar pra mim?..."

(Nando Reis)

SUMÁRIO

RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
OBJETIVOS.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO 2.....	14
ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE PERÍMETRO ESCROTAL E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE.....	14
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE PERÍMETRO ESCROTAL E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE

RESUMO - Os objetivos deste estudo foram estimar associações genéticas entre o perímetro escrotal obtido aos 9 (PE9), 12 (PE12) e 18 meses de idade (PE18) e características reprodutivas medidas diretamente em novilhas tais como: idade ao primeiro parto (IPP), ocorrência de prenhez aos 16 meses de idade (Pr16) e reconcepção de fêmeas primíparas (REC), utilizando inferência Bayesiana, com intuito de verificar a possibilidade de incluí-las como critérios de seleção em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Foram analisados 158.148 dados de animais da raça Nelore, nascidos entre 1990 e 2006 e pertencentes ao arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda., localizada no município de Valparaíso, São Paulo. Foram realizadas análises uni e bi-características. Em análises bi-características, as estimativas de herdabilidade foram iguais a $0,22 \pm 0,05$; $0,39 \pm 0,09$; $0,20 \pm 0,06$; $0,20 \pm 0,01$; $0,54 \pm 0,03$ e $0,17 \pm 0,03$ para PE9, PE12, PE18, IPP, Pr16 e REC, respectivamente. As correlações genéticas estimadas entre PE9 e IPP, Pr16 e REC foram de $-0,48 \pm 0,13$; $0,51 \pm 0,13$ e $0,02 \pm 0,19$, respectivamente. As correlações genéticas entre PE12 e IPP, Pr16 e REC foram de $-0,41 \pm 0,12$; $0,35 \pm 0,12$ e $-0,16 \pm 0,17$, respectivamente. As correlações genéticas entre PE18 e IPP, Pr16 e REC foram de $-0,29 \pm 0,13$; $0,28 \pm 0,14$ e $-0,03 \pm 0,18$, respectivamente. Esses resultados sugerem que a seleção de animais com maior perímetro escrotal, principalmente aos 12 meses de idade deverá ocasionar maior ocorrência de prenhez aos 16 meses e menor idade ao primeiro parto em fêmeas da raça Nelore.

Palavras-chave: bovinos de corte, idade ao primeiro parto, inferência Bayesiana, prenhez de novilhas, reconcepção de novilhas.

GENETIC ASSOCIATION BETWEEN SCROTAL CIRCUMFERENCE AND FEMALE REPRODUCTIVE TRAITS OF NELLORE CATTLE

ABSTRACT - The objectives of this study were estimate genetic associations between scrotal circumference obtained at 9 (SC9), 12 (SC12) and 18 months of age (SC18) and reproductive traits measured directly in heifers as: age at first calving (AFC) occurrence of pregnancy at 16 months of age (HP16) and heifers subsequent rebreeding (HSR), using Bayesian inference, in order to verify the possibility of including them as criteria for selection in breeding programs for beef cattle. It were analyzed 158,148 records from Nelore cattle, born between 1990 and 2006 and belonging to Agropecuária Jacarezinho Ltda., located in Valparaíso council, São Paulo state. Single and two-trait analyses were accomplished. In two-trait analysis, the heritability estimates were equal to 0.22 ± 0.05 , 0.39 ± 0.09 , 0.20 ± 0.06 , 0.20 ± 0.01 , 0.54 ± 0.03 , and 0.17 ± 0.03 for SC9, SC12, SC18, AFC, HP16 and HSR, respectively. The genetic correlation between AFC and SC9, HP16 and HSR were -0.48 ± 0.13 , 0.51 ± 0.13 and 0.02 ± 0.19 , respectively. Genetic correlations between SC12 and AFC, HP16 and REC were -0.41 ± 0.12 , 0.35 ± 0.12 and -0.16 ± 0.17 , respectively. Genetic correlations between SC18 and AFC, HP16 and HSR were -0.29 ± 0.13 , 0.28 ± 0.14 and -0.03 ± 0.18 , respectively. These results suggest that selection of animals with larger scrotal circumference, especially at 12 months of age should result in a higher incidence of pregnancy at 16 months and a decrease in age at first calving in Nelore females.

Key-words: age at first calving, Bayesian inference, beef cattle, heifers subsequent rebreeding, pregnancy of heifers.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A busca pelo aumento da eficiência produtiva e reprodutiva nos rebanhos de bovinos de corte tem sido objetivo de recentes pesquisas. Rebanhos com altas taxas de fertilidade e animais sexualmente precoces produzem maior quantidade de produtos e, conseqüentemente, maiores taxas de desfrute. Além disso, podem ser submetidos a níveis de intensidade de seleção mais elevados, resultando em maior progresso genético (MARTÍN NIETO et al., 2003).

A taxa de desfrute do rebanho bovino brasileiro é baixa, aproximadamente 23,1%, (ANUALPEC, 2009) devido, em parte, ao fato de que no país o sistema de produção é predominantemente extensivo. Além disso, podem ser destacados problemas inerentes à sanidade, ao manejo reprodutivo e ao potencial genético dos animais para produção de carne. Tais fatores fazem com que o rebanho brasileiro necessite de mais tempo para atingir o peso ideal para o abate em relação a rebanhos criados em países desenvolvidos, cujas taxas de desfrute variam de 30 a 46% (USDA, 2009).

Uma das maneiras de aumentar a taxa de desfrute é obter rebanhos com altas taxas de fertilidade e que sejam sexualmente precoces, por meio de programas de melhoramento genético que priorizem a seleção de características de importância econômica, tais como, características reprodutivas. Desse modo, torna-se imprescindível a disponibilidade de estimativas acuradas dos parâmetros genéticos, pois estes constituem elementos básicos no estabelecimento de diretrizes para a seleção.

Atualmente, com o objetivo de selecionar para precocidade sexual de fêmeas, o perímetro escrotal tem sido utilizado na composição dos índices de seleção em programas de melhoramento, além de ser a principal característica abordada na maioria dos trabalhos publicados como característica indicadora de precocidade sexual. Contudo, são escassos os trabalhos que envolvem associações genéticas entre o perímetro escrotal obtido em diferentes idades e características reprodutivas medidas

diretamente em fêmeas. Diante disso, há necessidade de se verificar não somente como o perímetro escrotal responde à seleção em diferentes idades, mas também com que magnitude o mesmo está relacionado com as características que medem diretamente a eficiência reprodutiva das fêmeas. Com esses resultados será possível prever a necessidade e real possibilidade de incluir as características reprodutivas medidas diretamente em fêmeas nos índices de seleção preconizados pelos programas de melhoramento genético de bovinos de corte.

REVISÃO DE LITERATURA

O perímetro escrotal medido durante a puberdade é uma medida de fácil mensuração, com herdabilidade moderada e tem sido utilizado como critério de seleção para a fertilidade e precocidade sexual. No início da puberdade há um acentuado crescimento da massa testicular em machos, enquanto que nas fêmeas, alterações que forneçam a identificação fenotípica da puberdade, não ocorrem (GROSSI et al. 2009). Alguns estudos buscam encontrar associação de medidas de precocidade sexual que seja comum a machos e fêmeas, demonstrando que a maior medida do perímetro escrotal está relacionada com a precocidade sexual e menor idade ao primeiro parto (PEREIRA et al. 2002).

Em estudo utilizando informações de animais de raças taurinas, VARGAS et al. (1998) e MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ et al. (2003) relataram herdabilidades de 0,28 e 0,41 respectivamente, para perímetro escrotal medido aos 550 dias de idade.

Trabalhando com bovinos da raça Nelore, GRESSLER et al. (2000) estimaram herdabilidades para perímetro escrotal de 0,24 e 0,31 para perímetro escrotal mensurado aos 12 meses e aos 18 meses de idade, respectivamente. Esses valores são semelhantes aos descritos por BOLIGON et al. (2007) os quais variaram de 0,25 a 0,26 (perímetro escrotal mensurado aos 12 meses de idade) e 0,35 a 0,37 (perímetro escrotal mensurado aos 18 meses de idade). Entretanto, YOKOO et al. (2007) estimaram herdabilidades superiores para perímetro escrotal medido aos 365, 450 e 550 dias de idade, ou seja, 0,48; 0,53 e 0,42, respectivamente. Esses autores indicaram como melhor alternativa para selecionar animais com maiores perímetros escrotais a utilização apenas do perímetro escrotal mensurado próximo aos 450 dias de idade, uma vez que esse critério poderia proporcionar maior resposta à seleção. Estimativas de herdabilidade para mensurações de perímetro escrotal em diferentes idades também foram descritas por BOLIGON et al. (2011), que estimaram, por meio de regressão aleatória, maiores herdabilidades para o perímetro escrotal entre 400 e 500 dias de idade (0,52), em animais da raça Nelore.

A idade ao primeiro parto é uma característica que influencia diretamente no desempenho reprodutivo do rebanho (MARTIN et al., 1992), pois fêmeas que parem mais cedo têm maiores chances de produzirem maior número de progênie em relação às fêmeas mais tardias. Além disso, a idade ao primeiro parto é uma característica de fácil mensuração e vem sendo utilizada em pesquisas como indicadora de precocidade sexual (PEREIRA et al., 2000).

A maioria dos trabalhos descritos na literatura apresentam estimativas de herdabilidades de baixa magnitude para a idade ao primeiro parto de fêmeas da raça Nelore, as quais variam de 0,08 a 0,16 (DIAS et al., 2004; BOLIGON et al., 2007). Por outro lado, estimativas de herdabilidade de maior magnitude para a idade ao primeiro parto (0,26 e 0,27) foram obtidas por MERCADANTE et al. (2000). De modo semelhante, FARIA et al. (2007) estimaram herdabilidade moderada de 0,26 para a idade ao primeiro parto, utilizando inferência Bayesiana.

Estudando diferentes modelos para avaliar a idade ao primeiro parto de fêmeas da raça Nelore, BOLIGON et al. (2008) salientaram que os diferentes modelos de análises causam disparidades nas estimativas de parâmetros genéticos dessa característica. Isso ocorre porque a idade ao primeiro parto é bastante dependente do manejo reprodutivo e da idade em que as fêmeas são desafiadas à concepção. Assim, dependendo da forma que tais efeitos são considerados nos modelos, as estimativas obtidas podem sofrer grandes variações.

Atualmente, a característica que vem sendo proposta como alternativa para medir a precocidade sexual é a ocorrência de prenhez nas fêmeas jovens, cuja definição geral é bastante simples: dado que todas as novilhas tiveram oportunidade de conceber, é atribuído 1 (sucesso) para as que conceberam e 0 (fracasso) para as que falharam. Assim, com esta característica, não existe necessidade do uso de penalidades para as fêmeas que não emprenharam, já que todas são naturalmente incluídas nas análises. Além disto, já existem metodologias apropriadas para obtenção dos parâmetros e dos valores genéticos para características binárias.

As características reprodutivas medidas em fêmeas tais como: idade ao primeiro parto, dias para o parto e duração da gestação possuem coeficientes de herdabilidades

variando de baixos à moderados (VARGAS et al., 1998; PEREIRA et al., 2002; TALHARI et al., 2003). Entretanto, em estudos com animais da raça Nelore foi relatado que a prenhez precoce de novilhas apresenta variabilidade genética alta e associação genética favorável com circunferência escrotal e idade ao primeiro parto (SILVA et al., 2003; ELER et al., 2004).

Estudando precocidade de novilhas da raça Nelore, SILVA et al. (2005) relataram estimativas de herdabilidade de alta magnitude, indicando que a prenhez de novilha precoce deve responder eficientemente à seleção, com possibilidades de obtenção de ganhos genéticos rápidos. De forma semelhante, (ELER et al., 2002; SHIOTSUKI et al., 2009) encontraram estimativas de herdabilidade de alta magnitude, variando de 0,51 a 0,57, sendo indicada por esses autores como uma característica a ser utilizada na seleção de touros. Entretanto, DOYLE et al., (1996) e EVANS et al., (1999) utilizando informações de animais ***Bos taurus*** encontraram estimativas de herdabilidade para prenhez precoce, variando de baixa a moderada magnitude, 0,21 e 0,13, respectivamente.

Altas taxas reprodutivas são fundamentais na obtenção de elevada eficiência nos sistemas de produção e, entre as principais características reprodutivas, a reconcepção de fêmeas primíparas é um dos pontos críticos a ser explorado na pecuária de corte nacional, uma vez que quedas bruscas nas taxas de fertilidade são observadas. Alguns estudos relatam perdas de 6,6 a 15,5% de prenhez entre o primeiro e segundo parto (FAHMY, 1971; ROVIRA, 1974 e GOTTSCHALL et al., 2008). MERCADANTE et al. (2003) analisaram animais da raça Nelore e reportaram diferença entre a concepção média total do rebanho e a reconcepção de fêmeas primíparas igual a 20%. Assim, incrementos nas taxas de reconcepção das novilhas poderão elevar a eficiência econômica da pecuária de corte.

Um fator de relevância, que interfere nas taxas de reconcepção de fêmeas de modo geral, são os efeitos de ambiente que normalmente afetam as características de modo geral, como o clima e alimentação, outro fator adicional de grande importância que influencia em especial esta fase em que se encontram as novilhas é o grande desgaste fisiológico devido à lactação concomitante ao crescimento (PEREIRA, 2008).

A característica reconcepção de novilhas é ainda alvo de poucos estudos, havendo divergências na literatura em relação às estimativas dos parâmetros genéticos para esta característica quando utilizam-se diferentes modelos. Alguns autores, utilizando modelos não lineares, relataram estimativas de herdabilidade superiores (0,26) em relação à utilização de modelos lineares (0,15) (DeLORENZO & EVERETT, 1986). Estes resultados sugerem que os métodos não lineares podem ter maior habilidade para detectar variação genética do que os modelos lineares para este tipo de característica (DUCROCQ et al., 1998).

BUDDENBERG et al. (1989) obtiveram estimativas de herdabilidade para a característica de reconcepção de 0,0 para fêmeas da raça Hereford e 0,18 para a raça Angus, quando estimadas na escala observada, entretanto, quando transformada para escala subjacente via transformação “probit” aumentou para 0,32 para a raça Angus. SNELLING et al. (1995) encontraram estimativas de herdabilidade na escala observada de 0,002 e 0,01 para animais cruzados e Hereford, respectivamente, e 0,17 e 0,49 na escala subjacente utilizando procedimento de limiar para estimação de componentes de variância. DOYLE et al. (2000) utilizando Método R, reportaram média das estimativas de herdabilidade de 0,19 e mediana de 0,02 para uma população experimental da raça Angus, porém cerca de 46,3% das estimativas estavam fora do espaço paramétrico.

No Brasil, SILVA et al. (2002), analisando dados de 1.727 fêmeas da raça Nelore utilizando modelo de limiar e inferência Bayesiana, encontraram estimativa média de herdabilidade para a reconcepção de 0,25. PEREIRA et al. (2007) relataram estimativa de herdabilidade igual a 0,15, ao analisar fêmeas primíparas da raça Nelore aplicando modelo não linear e inferência Bayesiana. Estes autores concluíram que não se trata de uma característica herdável, e que o sucesso da reconcepção é devido às condições e circunstâncias físicas e/ou ambientais.

Na literatura, estudos que associam o perímetro escrotal com características reprodutivas em fêmeas geralmente relatam correlações genéticas favoráveis, mas de baixa magnitude (TOELLE & ROBISON, 1985; PEREIRA et al. 2000). Utilizando informações de animais da raça Nelore, GRESSLER et al. (2000) obtiveram estimativas de correlações genéticas favoráveis entre perímetro escrotal obtido aos 12 e 18 meses

de idade e características reprodutivas em fêmeas como a idade ao primeiro parto (-1,00; -1,00), datas do primeiro (-0,08; 0,21) e segundo partos (-0,71; -0,35) e primeiro intervalo de partos (-0,37; -0,44), respectivamente, com exceção da correlação entre perímetro escrotal medido aos 18 meses e a data do primeiro parto. BOLIGON et al. (2007) obtiveram correlações genéticas desfavoráveis entre o perímetro escrotal (mensuradas em diferentes idades) e a duração da primeira gestação (0,14).

No geral, os estudos associando o perímetro escrotal com a idade ao primeiro parto em rebanhos da raça Nelore mostram correlações genéticas negativas, ou seja, favoráveis entre essas características, embora de baixas magnitudes. PEREIRA et al. (2000) relataram correlação genética de -0,22 entre o perímetro escrotal aos 24 meses de idade e a idade ao primeiro parto e, BOLIGON et al. (2007) relataram correlações genéticas de -0,15 e -0,21 entre o perímetro escrotal medido aos 12 e aos 18 meses de idade com a idade ao primeiro parto, respectivamente. De modo semelhante, FARIA et al. (2007) estimaram correlação genética entre o perímetro escrotal aos 365 e 450 dias de idade e a idade ao primeiro parto de -0,19.

A associação genética existente entre a prenhez de novilhas e o perímetro escrotal é de grande importância, já que o perímetro escrotal é apenas uma característica indicadora de idade a puberdade. As associações genéticas entre o perímetro escrotal e as características reprodutivas de fêmeas, principalmente a prenhez de novilhas, ainda não estão bem estabelecidas e necessitam ser estudadas. EVANS et al. (1999) utilizando Método R relataram estimativa próxima de zero para a correlação genética entre o perímetro escrotal e prenhez de novilhas em bovinos da raça Hereford. ELER et al. (2004) analisando dados de 18.145 fêmeas da raça Nelore e também utilizando o Método R, relataram correlação genética de 0,20 entre perímetro escrotal ao sobreano e prenhez de novilhas. Segundo os autores, a seleção direta para prenhez de novilhas tende a promover maiores ganhos genéticos para a precocidade sexual de fêmeas quando comparado à utilização do perímetro escrotal. Esses autores mostraram que a inclusão do perímetro escrotal em análises bi-características com a prenhez de novilhas tende a promover aumentos na acurácia de predição de valores genéticos para prenhez de novilhas, sendo mais evidente em touros jovens.

São escassos os trabalhos que associam os perímetros escrotais obtidos em diferentes idades e a reconcepção de novilhas e, essas associações ainda não estão bem estabelecidas e necessitam ser estudadas. PEREIRA (2008) estudando fêmeas da raça Nelore relatou correlação genética praticamente nula entre reconcepção de fêmeas primíparas e perímetro escrotal ao sobreano, corrigido para peso (-0,07) e, correlação genética moderada e negativa entre reconcepção de novilhas e perímetro escrotal ao sobreano sem corrigir para peso (-0,27). O autor sugere que a seleção para maior perímetro escrotal ajustado para o peso do animal, medido ao sobreano, não acarretará em modificações importantes nas taxas de reconcepção das novilhas.

Portanto, estudos sobre a associação genética entre perímetros escrotais obtidos em diferentes idades e características reprodutivas medidas diretamente em fêmeas são necessários, pois o conhecimento da variabilidade genética e da associação entre estas características permitirá recomendar com maior segurança a utilização das mesmas em programas de melhoramento genético e a elaboração de índices de seleção.

OBJETIVOS

O presente estudo teve o objetivo de estimar parâmetros genéticos e associações genéticas entre o perímetro escrotal obtido em diferentes idades e características reprodutivas medidas diretamente em novilhas tais como: idade ao primeiro parto, ocorrência de prenhez aos 16 meses de idade e reconcepção de novilhas de animais da raça Nelore utilizando inferência Bayesiana, com intuito de verificar a possibilidade de incluí-las como critérios de seleção em programas de melhoramento genético de bovinos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC 2009: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2009, p. 120.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N. e ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.565-571, 2007.

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J. et al. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.38, p.432-436, 2008.

BOLIGON, A.A.; BALDI, F. e ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic parameters for scrotal circumference using random regression models in nelore cattle. **Livestock Science**, 2011, publicado online.

BUDDENBERG, B.J.; BROWN, C.J.; JOHNSON, Z.B. et al. Heritability estimates of pregnancy rate in beef cows under natural mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

DeLORENZO, M.A.; EVERETT, R.W. Prediction of sire effects for probability of survival to fixed ages with a logistic linear model. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.501-509, 1986.

DIAS, L.T.; EL FARO, L. e ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.97-102, 2004.

DOYLE, S.P.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L. et al. Genetic parameter estimates for heifer pregnancy rate and subsequent rebreeding rate in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, p.117, 1996.

DOYLE, S.P.; GOLDEN, B.L.; GREEN, R.D. et al. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal Animal Science**, v.78, p.2091- 2098, 2000.

DUCROCQ, V.; SOLKNER, J. The survival kit (v. 3.0): a Fortran package for the analysis of survival data. In: WORLD CONGRESS OF GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale, Australia, 1998. **Proceedings...** Armidale, 1998.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.IV.; FERRAZ, J.B.S. et al. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.951-954, 2002.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.IV.; FERRAZ, J.B.S. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2519-2527, 2004.

EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. et al. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, p.2621-2628, 1999.

FAHMY, M.H.; LALANDE, G. e HIDIROGLOU, M. Reproductive performance and growth of Shorthorn purebred and crossbred cows. **Animal Production**, v.13, p.714, 1971.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; REYES, A. et al. Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nellore cattle (*Bos indicus*). **Genetics and Molecular Biology**, v.30, p.343-348, 2007.

GOTTSCHALL, C.; FERREIRA, E.; CANELLAS, L. et al. Perdas reprodutivas e reconcepção em bovinos de corte segundo a idade ao acasalamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.414-418, 2008.

GRESSLER, S. L.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; et al. Estudos das Associações Genéticas entre Perímetro Escrotal e Características Reprodutivas de Fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.427-437, 2000.

GROSSI, D.A.; VENTURINI, G.C; PAZ, C.C.P. et al. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.126, p.387-393, 2009.

MARTIN, L.C.; BRINKS, J.S.; BOURDON, R.M. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **Journal of Animal Science**, v.70, p.4006-4017, 1992.

MARTÍN NIETO, L.; SILVA, L.O.C.; ROSA, A.N. et al. Análise da curva de crescimento da circunferência escrotal de touros da raça Canchim e do grupo genético MA. **Archives of Veterinary Science**, v.8, p.75-79, 2003.

MARTÍNEZ-VELASQUEZ, G.; GREGORY, K.E. e BENNETT, G.L. et al. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v.81, p.395-401, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. e OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.997-1004, 2000.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.376-384, 2003.

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

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

PEREIRA, M.C.; SILVA, J.A.IV. e ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de parâmetros genéticos da reconcepção de novilhas Nelore utilizando inferência Bayesiana. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 20, 2007, Cuzco. **Anais...** Cuzco: Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal, 2007. CD-ROM.

PEREIRA, M.C. **Avaliação genética da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore**. 2008. 84f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.

ROVIRA, J. (Ed). **Reproduccion y manejo de los rodeos de cria**. Montevideo: **Hemisferio Sur**, 293p. 1974.

SHIOTSUKI, L.; SILVA, J.A.IV. e ALBUQUERQUE, L.G. Associação genética da prenhez aos 16 meses com o peso à desmama e o ganho de peso em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1211-1217, 2009.

SILVA, J.A.IV.; VAN MELIS, M. H.; ELER, J.P. et al. Heritability for subsequent rebreeding in Nelore cows estimated with bayesian inference. In: WCGALP, 7, Montpellier, França. 2002.

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, p.1141-1146, 2003.

SILVA, J.A.IV.; DIAS, L.T. e ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1568-1572, 2005.

SNELLING, W.M.; GOLDEN, B.L. e BOURDON, R.M. Within-herd genetic analyses of stayability of beef females. **Journal of Animal Science**, v.73, p.993-1001, 1995.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. et al. Correlações Genéticas entre Características Produtivas de Fêmeas em um Rebanho da Raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.880-886, 2003.

TOELLE, V.D. e ROBISON, O.W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v.60, p.89-100, 1985.

USDA [2010]. United States Department of Agriculture. Disponível em <http://usda.gov> >. Acesso em: 06/07/2010.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE Jr., C.C. et al. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2536-2541, 1998.

YOKOO, M. J. I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1761-1768, 2007.

CAPÍTULO 2

ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE PERÍMETRO ESCROTAL E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE

INTRODUÇÃO

Em bovinos de corte, assim como acontece em todas as espécies em que a taxa reprodutiva é baixa, as matrizes representam a categoria animal que consome a maior parte dos recursos alimentares disponíveis para o rebanho, sendo que a manutenção das matrizes responde por cerca de 70% do custo com alimentação (EVANS, 2003). De acordo com BITTENCOURT et al. (2006), o custo de manutenção de uma vaca que não produz um bezerro por ano é praticamente o mesmo da que produz, confirmando a importância da seleção que visa o aumento da eficiência reprodutiva do rebanho. Além disso, esta determina a quantidade de animais produzidos para o mercado e pode ser considerada como o fator isolado mais importante na determinação da lucratividade da atividade pecuária e deve, portanto, ser considerada como objetivo de seleção. Segundo MELTON (1995), BARWICK et al. (1999) e FORMIGONI et al. (2005), o valor econômico relativo à reprodução tem, em sistemas de cria, em torno de quatro vezes mais importância que características de produto final.

Atualmente, o perímetro escrotal é a característica mais utilizada na composição dos índices de seleção utilizados em programas de melhoramento genético de bovinos de corte, como indicador de precocidade sexual de machos e fêmeas. O perímetro escrotal é uma medida que pode ser obtida facilmente, é herdável e está correlacionado com desempenho ponderal e reprodutivo de machos e fêmeas (SILVA et al., 2000; BOLIGON et al., 2007; YOKOO et al., 2007; BOLIGON et al., 2010).

Apesar do perímetro escrotal apresentar correlação genética favorável com características reprodutivas medidas em fêmeas, tais como, idade ao primeiro parto, ocorrência de prenhez precoce, dias para o parto e duração de gestação, recentes estudos indicam que essas associações variam de baixa a moderada magnitude

(EVANS et al., 1999; ELER et al., 2004; BOLIGON et al., 2007). Portanto, a utilização do perímetro escrotal isoladamente talvez não seja a melhor alternativa para seleção de matrizes visando melhoria do desempenho reprodutivo.

De acordo com SHORT et al. (1994), entre as principais vantagens em emprenhar as novilhas mais jovens estão o menor intervalo para se obter retorno do investimento, o aumento da vida produtiva de cada vaca, o aumento do número de bezerros por ano e a menor demanda de pastos para fêmeas de um ano de idade que seriam manejadas juntamente ao rebanho de reprodução. Entretanto, a seleção para características diretamente ligadas à precocidade e fertilidade em fêmeas não é simples, apresentando dificuldades desde o momento da colheita de dados até a análise estatística e predição dos valores genéticos. Além disso, as características reprodutivas, em geral, apresentam baixas estimativas de herdabilidade e os animais que não as expressam são considerados nas análises somente por meio de penalidades arbitrárias ou simplesmente são desconsiderados (SILVA et al., 2005). No entanto, estudos recentes utilizando metodologias apropriadas para obtenção dos parâmetros e valores genéticos para características binárias relatam estimativa de herdabilidade alta para a característica precocidade sexual, medida pela ocorrência de prenhez em novilhas (ELER et al., 2004; SILVA et al., 2005; SHIOTSUKI et al., 2009).

São escassos os trabalhos que envolvem as associações genéticas entre os perímetros escrotais obtidos em diferentes idades e características reprodutivas medidas em fêmeas. Dessa forma, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para os perímetros escrotais obtidos aos 9, 12 e 18 meses de idade, idade ao primeiro parto, ocorrência de prenhez aos 16 meses de idade e reconcepção de fêmeas primíparas visando indicar a idade mais adequada para medir o perímetro escrotal em programas de melhoramento animal.

MATERIAL E MÉTODOS

Os registros analisados foram provenientes de 94.081 animais da raça Nelore, sendo 86.792 fêmeas e 7.289 machos, nascidos entre 1990 e 2006, pertencentes à Agropecuária Jacarezinho Ltda. Os animais participam de duas estações de monta, uma antecipada, com duração de 60 dias, nos meses de fevereiro a abril, na qual todas as fêmeas com idade em torno de 15 e 16 meses são expostas aos reprodutores visando identificar aquelas sexualmente precoces. Esta estação antecipada teve início em 1990 e incluiu apenas novilhas. A segunda estação de monta inicia-se na segunda quinzena de novembro, com duração de 60 dias, em que todas as fêmeas do rebanho participam. As novilhas que não concebem na estação de monta antecipada têm uma segunda oportunidade na estação seguinte. As fêmeas que não concebem na segunda estação são descartadas.

O diagnóstico de prenhez nas novilhas é realizado por palpação retal, aproximadamente 60 dias após o término da estação de monta antecipada. As fêmeas são descartadas considerando os seguintes critérios: falha reprodutiva da novilha consecutiva nas duas estações de monta; vacas que não emprenham em um ano; baixo desempenho da progênie e, em menor percentagem, devido a problemas de sanidade.

Próximo a data provável de parição, as fêmeas são levadas aos piquetes de maternidade. Após o parto, os bezerros são separados por sexo e idade e, juntamente com suas respectivas mães, são transferidos para outra pastagem e permanecem juntos até o desmame, formando-se o grupo de manejo à desmama. Aproximadamente aos sete meses, os bezerros são desmamados e reagrupados, permanecendo juntos até aproximadamente 18 meses de idade.

Na Agropecuária Jacarezinho, o perímetro escrotal é mensurado apenas uma vez na vida do animal, ao sobreano. Para o presente trabalho cerca de 3200 animais tiveram seus perímetros escrotais mensurados a cada dois meses, entre os 9 e 18 meses de idade. Assim, as características analisadas foram: perímetro escrotal obtido aos 9, 12 e 18 meses de idade (PE9), (PE12) e (PE18), respectivamente, idade ao

primeiro parto (IPP), ocorrência de prenhez aos 16 meses de idade (Pr16) e reconcepção de novilhas (REC).

Os perímetros escrotais foram obtidos por meio de medições feitas transversalmente, na região de maior diâmetro do escroto, com a utilização de fita métrica metálica. A IPP, em dias, foi obtida pela diferença entre a data do primeiro parto e a data de nascimento da fêmea. A Pr16 foi definida com base na concepção e parição da novilha, desde que a mesma tenha entrado na estação de monta em torno dos 16 meses de idade. É uma característica binária, ou seja, às novilhas que pariram com menos de 31 meses foi atribuído o valor 1 (sucesso) e, àquelas que falharam o valor 2 (fracasso). A REC foi definida atribuindo-se o valor 1 (sucesso) ou valor 2 (fracasso) para as novilhas que pariram ou não pariram, respectivamente, dado que elas já haviam parido anteriormente. Para a IPP, o grupo de contemporâneos (GC) foi constituído por fazenda ao nascimento e ao sobreano e ano e estação de nascimento.

Para PE9 e PE12, o GC foi definido como: fazenda, ano e estação de nascimento e grupo de manejo ao nascimento e à desmama. Para PE18 também foi incluído o grupo de manejo ao sobreano no GC. Para a Pr16, o GC foi definido por fazenda e ano de nascimento. Para REC, o GC foi definido por fazenda e ano de nascimento da vaca, sexo do bezerro e ano de parto da primeira cria. Foram eliminados GC sem variabilidade para a Pr16 e REC, ou seja, aqueles em que todos os animais apresentaram a mesma categoria de resposta (1 ou 2). Para todas as características, GC com menos de 4 observações foram excluídos. Para a IPP e perímetro escrotal obtidos em diferentes idades, mensurações fora dos intervalos dados pela média do GC mais ou menos três desvios-padrão também foram excluídas. A estrutura geral do arquivo de dados analisado apresenta-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de observações (N), médias e respectivos desvios-padrão (DP), número de mães (N^o. mães), touros (N^o. touros) e grupos de contemporâneos (GC)

Características	N	Médias	DP	N ^o . mães	N ^o . touros	GC
PE9 (cm)	2.163	17,80	1,54	2.163	76	55
PE12 (cm)	1.916	21,41	2,68	1.761	73	55
PE18 (cm)	3.210	25,28	3,30	2.890	83	69
IPP (dias)	32.795	1.054,95	91,11	20.654	402	175
Pr16 (%)	30.027	-	-	19.094	356	69
REC (%)	23.970	-	-	15.996	320	166

¹PE9, PE12, PE18: perímetro escrotal obtido aos 9, 12 e 18 meses de idade, respectivamente; IPP: idade ao primeiro parto; Pr16: prenhez aos 16 meses de idade; REC: reconcepção de novilhas.

Os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados utilizando inferência Bayesiana em análises uni e bi-características, considerando um modelo animal linear para o perímetro escrotal em diferentes idades e IPP, empregando-se o programa computacional GIBBS2F90 (MISZTAL, 2010). Nas análises para Pr16 e REC, foi considerado um modelo animal não linear (threshold) e empregou-se o programa computacional THRGIBBS1F90 (MISZTAL, 2010).

Na forma matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e}$$

em que $\mathbf{y}$, $\boldsymbol{\beta}$, $\mathbf{a}$ e $\mathbf{e}$ são, respectivamente, o vetor de observações, vetor dos efeitos sistemáticos, vetor dos efeitos genéticos aditivo direto e vetor dos erros aleatórios; $\mathbf{X}$ e $\mathbf{Z}$ são, respectivamente, as matrizes de incidência que associam $\boldsymbol{\beta}$ e $\mathbf{a}$ às observações.

Sobre o modelo são estabelecidas as seguintes pressuposições:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim N \left\{ \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ZGZ' + R & GZ & R \\ GZ' & G & \Phi \\ R & \Phi & R \end{bmatrix} \right\},$$

Em que $\mathbf{G}$ é a matriz de (co)variâncias do efeito aleatório do vetor $\mathbf{a}$, e $\mathbf{R}$ a matriz de (co)variâncias residuais. As matrizes $\mathbf{G}$ e $\mathbf{R}$ são descritas como $\mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0$, em que $\mathbf{A}$ é a matriz de parentesco, $\mathbf{G}_0$ a matriz de (co)variâncias genética aditiva direta entre as medidas e $\otimes$ é o produto direto entre as matrizes; e $\mathbf{R} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0$, em que $\mathbf{I}$ representa uma matriz identidade e $\mathbf{R}_0$ é a matriz de (co)variâncias residuais entre as medidas, 0 e Φ representam vetor e matriz nula, respectivamente.

Os vetores β e $\mathbf{a}$ são parâmetros de locação de uma distribuição condicional $\mathbf{y} | \beta, \mathbf{a}$. Foi considerado *a priori* que β tem uma distribuição uniforme, que reflete um conhecimento prévio vago sobre este vetor. Aos demais componentes (efeitos aleatórios) foram atribuídas distribuições Wishart invertidas. Assim, a distribuição de $\mathbf{y}$, dados os parâmetros de locação e escala, foi considerada como:

$$\mathbf{y} | \beta, \mathbf{a}, \mathbf{R} \sim N [\mathbf{X}\beta + \mathbf{Za}, \mathbf{I}_N \mathbf{R}] \text{ (VAN TASSEL \& VAN VLECK, 1996).}$$

Para PE9, PE12 e PE18 foram considerados os efeitos sistemáticos de GC e, como covariáveis, idade do animal na mensuração e idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático). Para IPP foi considerado o efeito sistemático de GC. Para Pr16 foi considerado o efeito sistemático de GC e, como covariável (efeito linear), a idade da fêmea na entrada da estação de monta. Para REC foi considerado também o efeito sistemático de GC e, como covariável, o período de descanso (efeito linear), que consiste no número de dias pós-parto até o início da segunda estação de monta.

A prenhez aos 16 meses e a reconcepção de novilhas são características categóricas ou de limiar que, segundo FALCONER & MACKAY (1996), possuem distribuição contínua subjacente, com um limiar, o qual torna a expressão da característica descontínua. Assim, neste caso, empregou-se um modelo de limiar assumindo-se que a distribuição subjacente (U) é determinada por:

$$U \sim N(X\beta + Za, I_e^{-2})$$

Como σ_e^2 não é estimável (GIANOLA & FOULLEY, 1983), atribuiu-se a essa característica o valor arbitrário 1,0 e definiram-se distribuições **a priori** uniformes para os efeitos fixos ($b' = EF'$) e para σ_a^2 .

De acordo com GIANOLA & FOULLEY (1983) e HARVILLE & MEE (1985), após a definição dos parâmetros do modelo, o encadeamento entre as duas escalas (categórica e contínua) pode ser estabelecido de forma que a probabilidade de uma observação estar na primeira categoria é proporcional a:

$$P(y_r = 0|t, \theta) = P(U_r < t|t, \theta) = \Phi((t - W'_r \theta) / \sigma_e),$$

em que: y_r = variável-resposta para a r -ésima observação, tomando valores 1 ou 2 se a observação pertence à primeira ou à segunda categoria, respectivamente; t = valor do limiar que, por não ser estimável, é fixado com valor arbitrário; U_r = valor da variável subjacente para a mencionada observação; $\Phi(\cdot)$ = função de distribuição cumulativa de uma variável normal padrão; W'_r = vetor coluna de incidência que une θ à r -ésima observação; $\theta = (b', a')$, vetor dos parâmetros de locação de ordem s com b (definidos sob ponto de vista frequentista, como efeitos fixos) e a (como efeito aleatório).

Nas análises uni e bi-características, foram originadas cadeias com comprimento de 1.000.000 ciclos, em que os primeiros 100.000 ciclos foram descartados. Nas análises uni-características, as amostras foram armazenadas a cada 100 ciclos e nas bi-características a cada 50 ciclos. O tamanho efetivo da cadeia foi de 18.000 iterações. O período de descarte e o intervalo de amostragem foram estabelecidos empiricamente. A convergência foi verificada com a inspeção gráfica, valores amostrados versus iterações e utilizando os critérios propostos por HEIDELBERGER & WELCH (1983) e GEWEKE (1982) por meio do **software** R, com o pacote de análises Bayesian Output Analysis (BOA) (SMITH, 1997). Nas análises bi-características, as

médias das variâncias ***a posteriori*** estimadas para cada característica foram usadas para a estimação das herdabilidades e correlações médias ***a posteriori***.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Herdabilidades

As estimativas de herdabilidade e seus respectivos desvios-padrão, obtidas em análises uni-característica, foram de $0,50 \pm 0,30$; $0,49 \pm 0,29$; $0,51 \pm 0,29$; $0,15 \pm 0,02$; $0,46 \pm 0,04$ e $0,17 \pm 0,03$ para PE9, PE12, PE18, IPP, Pr16 e REC, respectivamente. As estimativas de variâncias genéticas e residuais e as herdabilidades médias *a posteriori* obtidas para as características estudadas, estimadas por meio de análises bi-características, são apresentadas na Tabela 2. As estimativas de herdabilidade obtidas para o perímetro escrotal mensurado em diferentes idades foram de média magnitude, com maior valor para o perímetro escrotal medido aos 12 meses de idade. Utilizando parte do mesmo banco de dados em análise multi-características, BOLIGON et al. (2010) relataram valores de $0,29 \pm 0,03$, $0,39 \pm 0,04$ e $0,42 \pm 0,03$ para PE9, PE12 e PE18, respectivamente.

Na Figura 1 estão apresentadas as distribuições das densidades *a posteriori* das estimativas de herdabilidade para as características analisadas. As características reprodutivas das fêmeas mostraram distribuições de herdabilidade praticamente simétricas, mas as de perímetro escrotal apresentaram uma cauda mais alongada à direita, principalmente aos 18 meses.

Tabela 2 - Componentes de variância e herdabilidades *a posteriori* estimadas para perímetro escrotal mensurado em diferentes idades, idade ao primeiro parto, prenhez aos 16 meses de idade e reconcepção de novilhas, em análises bi-características

Parâmetros	PE9 (cm)	PE12 (cm)	PE18 (cm)	IPP (dias)	Pr16	REC
σ^2_a	$0,34 \pm 0,08$	$1,76 \pm 0,42$	$1,39 \pm 0,44$	$1.978,86 \pm 126,39$	$1,20 \pm 0,14$	$0,21 \pm 0,04$
σ^2_e	$1,19 \pm 0,08$	$2,69 \pm 0,36$	$5,77 \pm 0,40$	$7.782,52 \pm 122,72$	$0,99 \pm 0,01$	$1,00 \pm 0,01$
σ^2_p	$1,53 \pm 0,05$	$4,45 \pm 0,16$	$7,16 \pm 0,19$	$9.761,38 \pm 78,42$	$2,20 \pm 0,14$	$1,21 \pm 0,04$
h^2	$0,22 \pm 0,05$	$0,39 \pm 0,09$	$0,20 \pm 0,06$	$0,20 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,03$

PE9, PE12 e PE18: perímetro escrotal mensurado aos 9, 12 e 18 meses de idade, respectivamente; IPP: idade ao primeiro parto; Pr16: prenhez aos 16 meses de idade; REC: reconcepção de novilhas; σ^2_a : variância genética aditiva direta, σ^2_e : variância residual, σ^2_p : variância fenotípica; h^2 : herdabilidade.

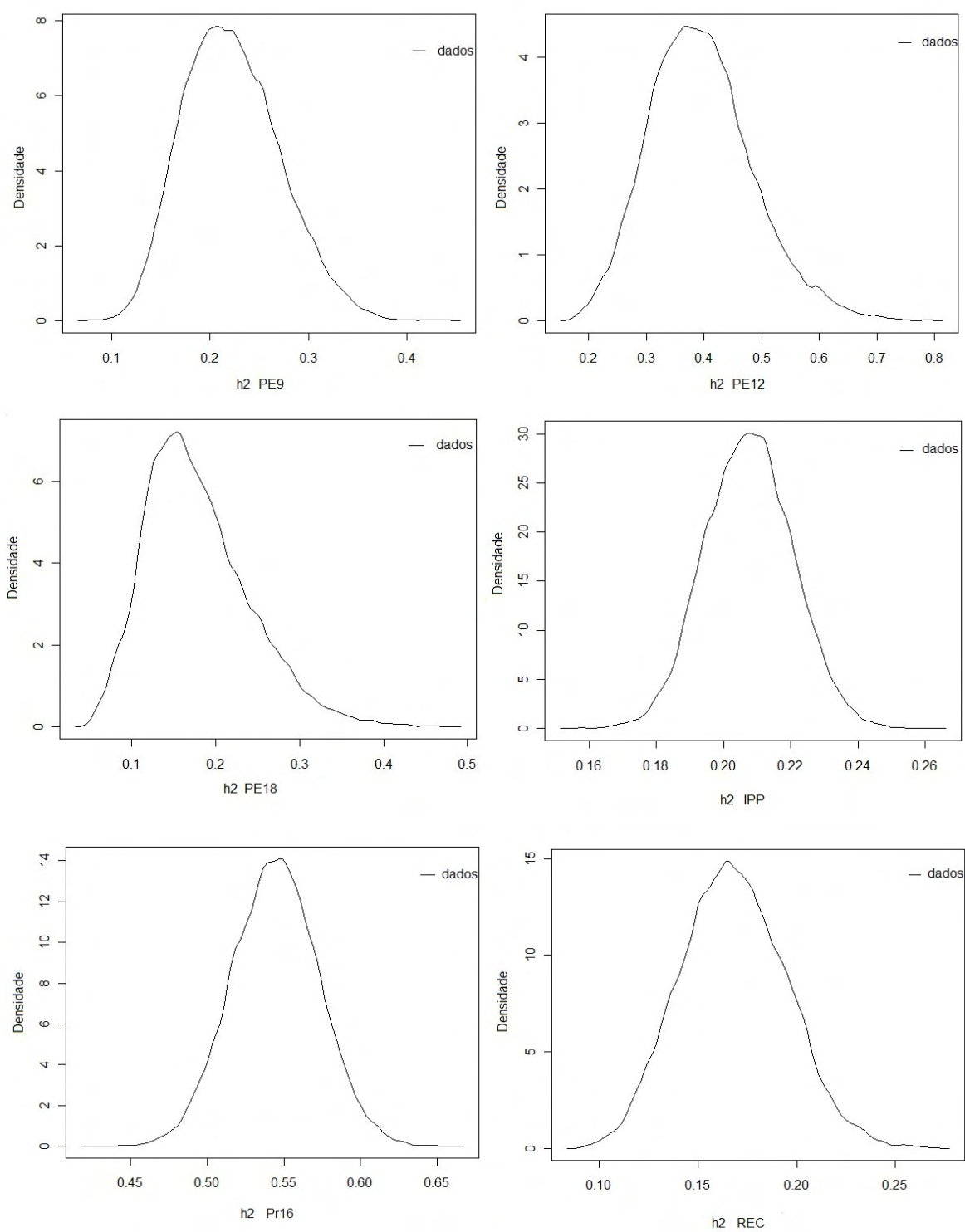


Figura 1. Densidade das estimativas **a posteriori** da herdabilidade (h^2) dos perímetros escrotais obtidos aos 9 (PE9), aos 12 (PE12) e aos 18 meses de idade (PE18), idade ao primeiro parto (IPP), prenhez aos 16 meses de idade (Pr16), reconcepção de novilhas (REC),.

Para PE12, a média ***a posteriori*** da herdabilidade estimada no presente estudo em análise bi-características foi praticamente a mesma relatada por ELER et al. (1996) e SILVA et al. (2000), cujos valores foram 0,30 e 0,38 respectivamente. Por outro lado, MEYER et al. (1991), GRESSLER et al. (2000) e FRIZZAS et al. (2008) obtiveram estimativas de herdabilidade inferiores para PE12, as quais variaram de 0,24 a 0,29.

A herdabilidade média estimada para PE18 foi semelhante à relatada por VARGAS et al., (1998), cujo valor foi de 0,28 e inferior aos valores obtidos em vários estudos utilizando animais da raça Nelore, com estimativas médias de herdabilidades variando de 0,41 a 0,52 (ELER et al., 1996; PEREIRA et al., 2000; ORTIZ PEÑA et al., 2001; PEREIRA et al., 2002; DIAS et al. 2003; FORNI & ALBUQUERQUE, 2005 e BOLIGON et al. 2006).

As herdabilidades estimadas para PE9 e PE18 foram praticamente iguais (Tabela 2), mas observou-se uma superioridade para a estimativa de herdabilidade para o PE12. Esse resultado indicou que parte substancial da variação na característica é determinada pela ação aditiva dos genes. Sendo assim, considerando a mesma intensidade de seleção em todas as idades e considerando o perímetro escrotal como uma característica indicadora de precocidade sexual, a resposta à seleção poderá ser maior quando a seleção for para o perímetro escrotal próximo aos 12 meses de idade. Este resultado concorda com o de GRESSLER et al. (2000), que trabalhando com a raça Nelore, indicaram a possibilidade de selecionar animais com perímetro escrotal medido aos 365 dias de idade, pois este critério de seleção poderia trazer melhorias em características reprodutivas das fêmeas.

A herdabilidade estimada para IPP foi de moderada magnitude (Tabela 2), mas foi superior aos limites relatados na literatura para a raça Nelore, os quais variam de 0,09 a 0,15 (PEREIRA et al., 2001; SILVA et al., 2005; BOLIGON et al., 2007). Esta estimativa foi inferior às relatadas por MERCADANTE et al. (2000), as quais variaram de 0,26 a 0,27. Baixas estimativas de herdabilidade para a idade ao primeiro parto podem ser explicadas, em parte, pelo fato de somente as fêmeas que pariram serem consideradas nas análises, com conseqüente perda da variabilidade genética. Uma

alternativa para contornar este problema seria incluir as novilhas que não pariram, atribuindo uma penalidade para as mesmas, como utilizado por DIAS et al. (2004).

Para Pr16, a herdabilidade média **a posteriori** estimada foi de alta magnitude (Tabela 2), estando próxima aos valores descritos na literatura para animais zebuínos (ATENCIO, 2000; ELER et al., 2002 e SILVA & ALBUQUERQUE, 2004). Esse resultado indicou que a característica prenhez aos 16 meses de idade responderá eficientemente à seleção e a utilização dessa característica como critério de seleção deverá promover progresso genético na precocidade sexual de novilhas da raça Nelore, conforme SHIOTSUKI et al. (2009). Para SILVA et al. (2005), esta característica é indicada para seleção de touros quando o intuito é aumentar a precocidade sexual de fêmeas. Entretanto, como a prenhez de novilhas aos 16 meses é mensurada apenas nas fêmeas, a avaliação genética dos touros deve ser realizada com base no desempenho de suas filhas, o que pode retardar a resposta à seleção.

Para REC a herdabilidade média **a posteriori** estimada foi de baixa magnitude (Tabela 2) e com valor dentro da amplitude descrita na literatura para animais da raça Nelore (PEREIRA, 2008; SILVA et al., 2008) os quais variaram de 0,15 a 0,16. Estimativa de herdabilidade superior para reconcepção de fêmeas Nelore sexualmente precoces (0,25) foi relatado por SILVA et al. (2002). Para animais da raça Angus, BUDDENBERG et al. (1989) relataram estimativa de herdabilidade de 0,32 para a característica de reconcepção. A média **a posteriori** da estimativa de herdabilidade obtida no presente trabalho indicou que existe variação genética para a característica de reconcepção. PEREIRA (2008) sugere que, além dos efeitos de ambiente que afetam as características reprodutivas de modo geral, como o clima e alimentação, outro fator de grande importância, o qual influencia em especial a reconcepção de novilhas é o grande desgaste fisiológico devido à lactação concomitante ao crescimento, o que pode contribuir para maiores variâncias ambientais.

O resultado do presente estudo sugere que, a longo prazo, a utilização da característica de reconcepção como critério de seleção poderia aumentar o número de novilhas reconcebendo na estação de monta seguinte. Pode-se esperar que pequenos ganhos nesta característica venham representar expressivo ganho para a atividade

visto a importância econômica das características reprodutivas em geral. Com isso, estudos sobre os valores econômicos para a característica de reconcepção são necessários, a fim de se verificar a sua real importância em programas de melhoramento animal e possibilitar o desenvolvimento de índices de seleção.

Correlações

As densidades das distribuições ***a posteriori*** das estimativas de correlações genéticas entre os perímetros escrotais obtidos em diferentes idades e as características reprodutivas medidas em fêmeas (Figuras 2, 3 e 4) foram praticamente simétricas. As correlações genéticas entre tais características foram favoráveis e devem ocasionar, por meio de seleção indireta para o perímetro escrotal, melhorias no sistema de produção, com possibilidade de obtenção mais rápida do retorno do capital investido, aumentando a vida reprodutiva e o número de progênie por vaca.

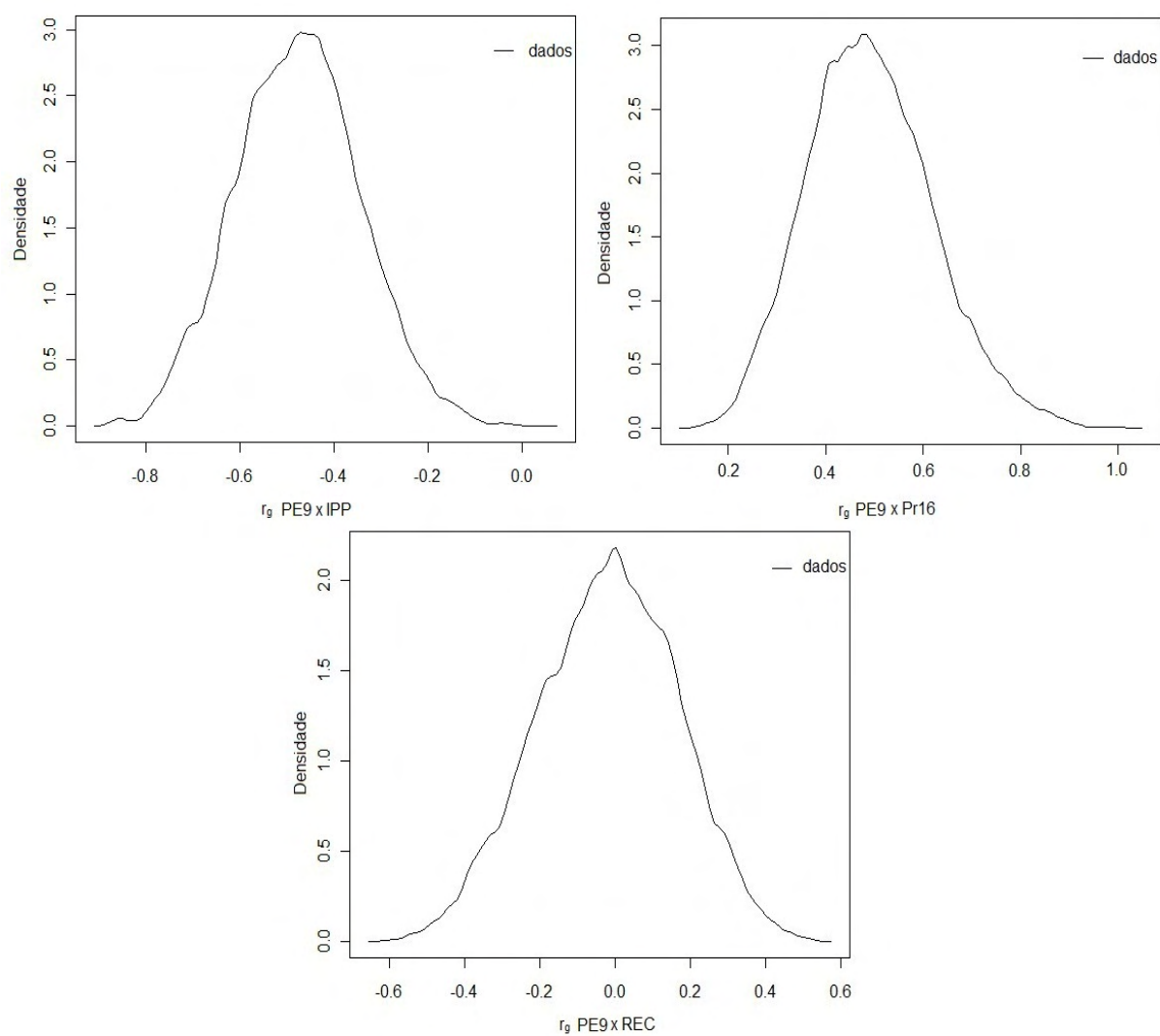


Figura 2. Densidade das estimativas ***a posteriori*** das correlações genéticas (r_g) entre o perímetro escrotal obtido aos 9 meses de idade (PE9) com a idade ao primeiro parto (IPP), prenhez aos 16 meses de idade (Pr16) e reconcepção de novilhas (REC).

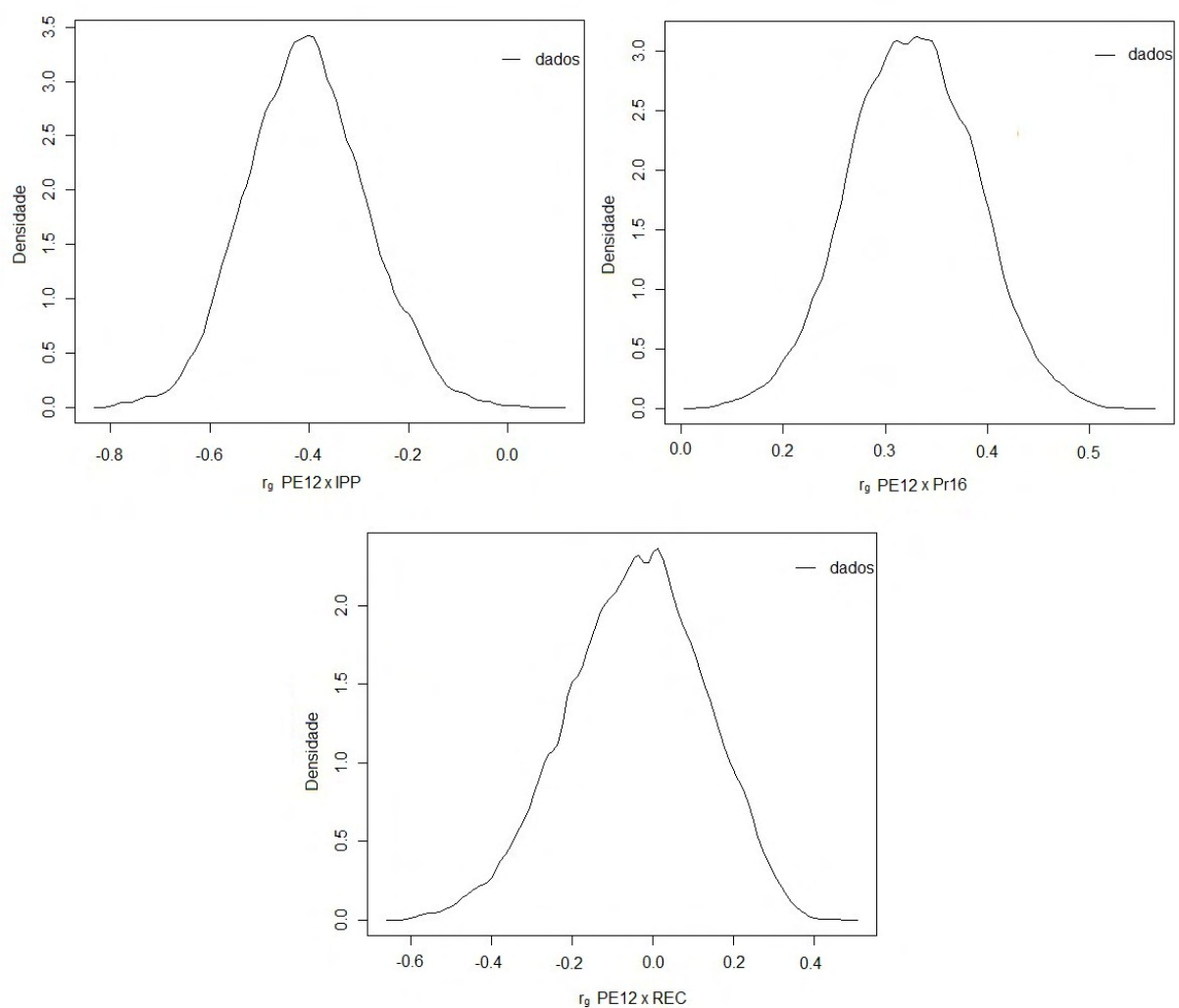


Figura 3. Densidade das estimativas ***a posteriori*** das correlações genéticas (r_g) entre o perímetro escrotal obtido aos 12 meses de idade (PE12) com a idade ao primeiro parto (IPP), prenhez aos 16 meses de idade (Pr16) e reconcepção de novilhas (REC).

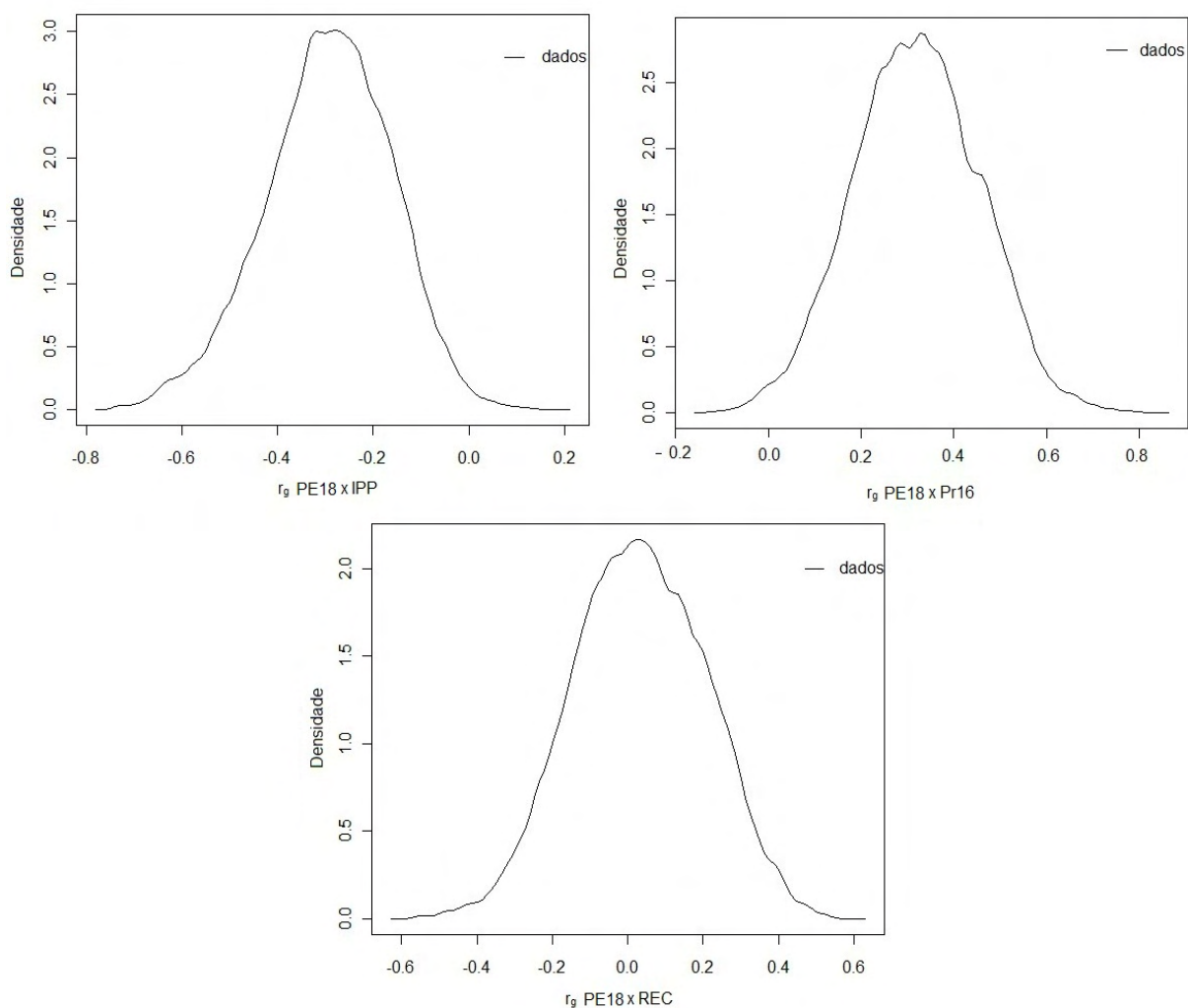


Figura 4. Densidade das estimativas **a posteriori** das correlações genéticas (r_g) entre o perímetro escrotal obtido aos 18 meses de idade (PE18) com a idade ao primeiro parto (IPP), prenhez aos 16 meses de idade (Pr16) e reconcepção de novilhas (REC).

A média **a posteriori** das correlações genéticas estimadas entre o perímetro escrotal obtido em diferentes idades e a IPP foram negativas, variando de baixa a moderada magnitude (Tabela 3). As correlações entre PE9 e PE12 com IPP foram praticamente as mesmas e, superiores em relação à estimada entre PE18 e IPP. Resultado semelhante foi relatado por MARTINS FILHO & LÔBO (1991) e GROSSI et. al, (2009), que obtiveram correlação genética variando de -0,38 a -0,44 entre perímetro

escrotal obtido aos 12 meses de idade e idade ao primeiro parto, em rebanhos da raça Nelore. PEREIRA et al. (2000) estudando animais da raça Nelore e, MARTINEZ-VELASKEZ et al. (2003) utilizando informações de animais **Bos taurus** relataram correlações genéticas entre perímetro escrotal obtido aos 18 meses de idade e idade ao primeiro parto inferiores às do presente trabalho, variando de -0,15 a -0,22.

Tabela 3 - Estimativas **a posteriori** das correlações genéticas para as características estudadas, obtidas em análises bi-características

Características Reprodutivas	Estimativas a posteriori das correlações genéticas		
	PE9	PE12	PE18
IPP	-0,48±0,13	-0,41±0,12	-0,29±0,13
Pr16	0,51±0,13	0,35±0,12	0,28±0,14
REC	0,02±0,19	-0,16±0,17	-0,03±0,18

PE9, PE12 e PE18: perímetro escrotal mensurado aos 9, 12 e 18 meses de idade, respectivamente; IPP: idade ao primeiro parto; Pr16: prenhez aos 16 meses de idade; REC: reconcepção de novilhas.

Em geral, os resultados obtidos entre os perímetros escrotais e a IPP sugerem que a seleção de reprodutores para o perímetro escrotal deve levar por resposta correlacionada, a menor idade ao primeiro parto de sua progênie e que esta redução na IPP pode ser mais rápida quando se selecionam machos com base no PE12.

Os resultados das correlações genéticas entre perímetro escrotal obtido aos 12 e aos 18 meses idade e a idade ao primeiro parto foram semelhantes aos de GRESSLER et al. (2000), que observaram correlação genética favorável entre PE12 e a idade ao primeiro parto e, correlação genética pouco favorável entre PE18 e a idade ao primeiro parto. Estes autores sugeriram que estes resultados poderiam indicar que a seleção de animais para perímetro escrotal medido aos 12 meses de idade estaria associada à escolha de animais que apresentassem maiores níveis de hormônios gonadotróficos, culminando com a puberdade, o início da atividade reprodutiva de machos e fêmeas e concepções mais precoces na primeira estação de monta, além de antecipação da idade ao primeiro parto. Para esses autores, aos 18 meses de idade, a maioria dos machos já estaria em período pós-púbere e a seleção para perímetro medido aos 18

meses de idade estaria associada a maiores pesos corporais e, possivelmente, à menor precocidade reprodutiva em ambientes tropicais.

As médias **a posteriori** das correlações genéticas estimadas entre o perímetro escrotal obtido em diferentes idades com a Pr16 foram positivas e de baixa a moderada magnitude (Tabela 3). A correlação genética estimada entre PE9 e Pr16 foi superior em relação às estimadas entre PE12 e PE18 com a Pr16. Porém, na prática, seria difícil a utilização do perímetro escrotal mensurado aos 9 meses de idade como critério de seleção, uma vez que isto implicaria em grandes modificações de manejo.

O perímetro escrotal medido aos 18 meses foi a característica que apresentou menor correlação com Pr16. Os resultados foram praticamente os mesmos relatados por TOELLE & ROBISON (1985), que observaram correlação genética favorável entre perímetro escrotal mensurado próximo aos 18 meses de idade e a prenhez de novilhas (0,26). Estimativa um pouco inferior foi encontrada por ELER et al. (2004), que estimaram correlação genética de 0,20, inferior a encontrada neste estudo, entre o perímetro escrotal aos 18 meses de idade e Pr16. Utilizando informações de animais da raça Nelore, ELER et al. (2006) encontraram correlações genéticas variando de 0,15 a 0,48 entre perímetro escrotal aos 15 e 18 meses de idade e Pr16. Segundo esses autores, a resposta à seleção para precocidade sexual de novilhas baseado somente em medidas de perímetro escrotal seria muito lento. Entretanto, ELER et al. (2004), relataram que correlações genéticas dessas magnitudes seriam suficientes para incentivar a incorporação da característica de perímetro escrotal em análises bi-características para aumentar a acurácia de predição da probabilidade de prenhez precoce, pelo menos, para touros jovens.

Utilizando informações de animais da raça **Bos taurus**, EVANS et al. (1999) e MARTÍNEZ-VELÁSQUEZ et al. (2003) relataram associação genética nula entre perímetro escrotal obtido aos 12 meses de idade e Pr16. Estimativa um pouco inferior, porém favorável foi relatada por MORRIS et al., (2000), que estimaram correlação genética de 0,14 entre perímetro escrotal obtido aos 12 meses de idade e a taxa de prenhez em novilhas. Dessa forma, quando o objetivo for promover melhorias genéticas na eficiência reprodutiva de machos e fêmeas, ambas as características (perímetro

escrotal obtido aos 12 meses e a prenhez aos 16 meses de idade) poderiam ser incluídas nos índices de seleção.

A média **a posteriori** das correlações genéticas estimadas entre PE9 e PE18 com a REC foram praticamente nulas (Tabela 3). Estes resultados sugerem que a seleção para perímetro escrotal obtido aos 9 e aos 18 meses de idade, não acarretará em modificações nas taxas de reconcepção das novilhas. Já a estimativa **a posteriori** da correlação genética entre PE12 e REC foi negativa e de maior magnitude, entretanto, o desvio padrão foi alto, indicando que a seleção para perímetro escrotal aos 12 meses de idade não causará decréscimos nas taxas de reconcepção das fêmeas. De maneira semelhante, estudando fêmeas da raça Nelore, PEREIRA (2008) relatou correlação genética praticamente nula entre reconcepção de fêmeas primíparas e perímetro escrotal ao sobreano, corrigido para peso (-0,07) e, correlação genética moderada e negativa entre reconcepção de novilhas e perímetro escrotal ao sobreano sem corrigir para peso (-0,27), sugerindo que a seleção para maior perímetro escrotal ajustado para o peso do animal, medido ao sobreano, não acarretará em modificações importantes nas taxas de reconcepção das novilhas.

CONCLUSÕES

O perímetro escrotal obtido aos 9, 12 e 18 meses de idade e a prenhez aos 16 meses de idade apresentam variabilidade genética em bovinos da raça Nelore e devem responder à seleção individual.

Os parâmetros genéticos para a idade ao primeiro parto e reconcepção de novilhas indicaram a possibilidade de obtenção de pequeno ganho genético com a inclusão destas características nos programas de seleção.

A seleção de animais com maior perímetro escrotal, aos 12 meses de idade deverá ocasionar maior ocorrência de prenhez aos 16 meses e menor idade ao primeiro parto em fêmeas da raça Nelore devido à estimativa de herdabilidade ser mais alta nessa idade.

A utilização do perímetro escrotal como critério de seleção em programas de melhoramento animal não irá alterar a taxa de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATENCIO, A. M. Predicción genética de la fertilidad em la hembra cebu. In: Congresso Internacional de Transferência Tecnológica Agropecuária (CEA), Paraguay. **Anais...**, Assunción, CEA. p.29-42, 2000.

BARWICK, S.A.; GRASER, H.U. e ARCHER, J.A. Recording new beef performance measures – effects on the accuracy of selection for profitability. **Proceedings...** Association Advancement Animal Breeding Genetics, v.13, p.203-206, 1999.

BITTENCOURT, T.C.C.; LÔBO, R.B. e BEZERRA, L.A.F. Objetivos de seleção para sistemas de produção de gado de corte em pasto: ponderadores econômicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.196-204, 2006.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T. et al. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1323-1328, 2006.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N. e ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.565-571, 2007.

BOLIGON, A.A.; SILVA, J.A.IV, SESANA, R.C. et al. Estimation of genetic parameters for body weights, scrotal circumference, and testicular volume measured at different ages in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1215-1219, 2010.

BUDDENBERG, B.J.; BROWN, C.J.; JOHNSON, Z.B. et al. Heritability of pregnancy rate in beef cows under mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

DIAS, L.T.; EL FARO, L. e ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1878-1882, 2003.

DIAS, L.T.; EL FARO, L. e ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.370-373, 2004.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. e SILVA, P.R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimado por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, p.203-213, 1996.

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, p.4951-4954, 2002.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.IV.; FERRAZ, J.B.S. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2519-2527, 2004.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C. et al. Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nelore cattle. **Genetic and Molecular Research**, v.5, p.569-580, 2006.

EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. et al. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2621-2628, 1999.

EVANS, J.L. **Genetic prediction of mature weight and mature cow maintenance energy requirements in red angus cattle**. 2003. 318f. Tese (Doutorado) – Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 2003.

FALCONER, D.S. e MACKAY, F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. England: Longmans Green, Harlow, 1996. 464p.

FORMIGONI, I.B.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, J.A.IV. et al. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.220-226, 2005.

FORNI, S. e 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.

FRIZZAS, O.G.; GROSSI, D.A.; BUZANSKAS, M.E. et al. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months age for male Nelore cattle. **Animal**, v.3, p347-351, 2009.

GEWEKE, J. Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments. In: Bernardo, J.M., Berger, J.O., Dawid, A.P., Smith, A.F.M. (Eds.), **Bayesian Statistics 4**. Oxford University Press, New York, pp. 625–631, 1992.

GIANOLA, D. e FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v.15, p.201-224, 1983.

GRESSLER, S. L.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S. et al. Estudos das Associações Genéticas entre Perímetro Escrotal e Características Reprodutivas de Fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.427-437, 2000.

GROSSI, D.A.; VENTURINI, G.C; PAZ, C.C.P. et al. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.126, p.387-393, 2009.

HARVILLE, D.A.; MEE, R.W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.1763-1769, 1985.

HEIDELBERGER, P. e WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v.31, p.1109-44, 1983.

MARTÍNEZ-VELASQUEZ, G.; GREGORY, K.E. e BENNETT, G.L. et al. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v.81, p.395-401, 2003.

MARTINS FILHO, R. e LÔBO, R.B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, p.209-212, 1991.

MELTON, B.E. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. In: Research Symposium and Annual Meeting, 20, 1995, Sheridan, **Proceedings...** Beef Improvement Federation, 1995.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. e OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.997-1004, 2000.

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.

MISZTAL, I. [2007]. BLUPF90 family of programs. Disponível em <http://nce.ads.uga.edu/~ignancy/newprograms.html>>. Acesso em: 02/02/2010.

MORRIS, C.A.; WILSON, J.A.; BENNETT, G.L.; et al. Genetic parameters for growth, puberty, and beef cow reproductive traits in a puberty selection experiment. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.43, p83-91, 2000.

ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A. e FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.39-100, 2001.

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

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

PEREIRA, M.C. **Avaliação genética da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore**. 2008. 84f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.

SHIOTSUKI, L.; SILVA, J.A.IV. e ALBUQUERQUE, L.G. Associação genética da prenhez aos 16 meses com o peso à desmama e o ganho de peso em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1211-1217, 2009.

SHORT, R.Y. et al. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.). Factors affecting calf crop. London: CRC, 1994. p.55-68.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. et al. Herdabilidades 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, p.2223-2230, 2000.

SILVA, J.A. II V; VAN MELIS, M. H.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. e OLIVEIRA, H.N. Heritability for subsequent rebreeding in Nelore cows estimated with bayesian inference. In: WCGALP, 7, Montpellier, França. 2002.

SILVA, J.A.II V. e ALBUQUERQUE, L. G. Estudo da prenhez aos 18 meses de idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5, 2004, **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004.

SILVA, J.A.II V.; DIAS, L.T. e ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1568-1572, 2005.

SILVA, J.A.II V; BIGNARDI, A.B.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; MERCADANTE, M.E.Z. Análises alternativas no estudo da reconcepção de novilhas Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, p.137-141, 2008.

SMITH, B.J. Boa: an R package for MCMC output convergence assessment and posterior inference. **Journal of Statistical Software**. v.21, p. 2–37, 1997.

TOELLE, V.D. e ROBISON, O.W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v.60, p.89-100, 1985.

VAN TASSEL, C.P. e VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models; flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance components inference. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2586-2597, 1996.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE Jr., C.C. et al. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2536-2541, 1998.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G. e LÔBO, R.B. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1761-1768, 2007.