

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**Análise genético-quantitativa de características
de precocidade sexual na raça Nelore**

PEDRO ALEJANDRO VOZZI

RIBEIRÃO PRETO

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**Análise genético-quantitativa de características
de precocidade sexual na raça Nelore**

PEDRO ALEJANDRO VOZZI

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Doutor pelo curso
de Pós-Graduação em Ciências - Área de
contração em Genética

RIBEIRÃO PRETO

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**Análise genético-quantitativa de características
de precocidade sexual na raça Nelore**

**Quantitative and Genetics analysis of sexual precocity in
Nelore Breed**

PEDRO ALEJANDRO VOZZI

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Doutor pelo curso
de Pós-Graduação em Ciências - Área de
contração em Genética

Orientador: Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo

RIBEIRÃO PRETO

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

VOZZI, PEDRO ALEJANDRO

Análise genético-quantitativa de características de precocidade sexual na raça Nelore.

Ribeirão Preto, 2008; 112 p.; Il 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo - Área de concentração: Genética.

Orientador: Raysildo Barbosa Lôbo.

1. Correlação genética ; 2. Herdabilidade; 3. Idade ao primeiro parto; 4. Inferência Bayesiana; 5. Nelore; 6. Perímetro escrotal; 7. Precocidade sexual

DATA DE DEFESA: ___/___/___

Banca Examinadora

Assinatura

Prof. Dr. _____/_____

Dedico

A meu amor Silvina

A meus anjos Francisco e Victoria

AGRADECIMENTOS

Ao professor Raysildo Barbosa Lôbo, pelos ensinamentos, oportunidades oferecidas, confiança e principalmente pela amizade. Muito Obrigado!!

A Henrique Nunes de Oliveira e Luiz Bezerra, pelos ensinamentos e conselhos recebidos durante o desenvolvimentos desta tese.

Aos amigos Funcionários do Bloco C da Genética: Luiz, Paulo, Marli, Reginaldo, Silvio e Marco Corrado.

Aos Criadores de Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore por disponibilizar as informações para esta tese.

Aos Amigos Jeferson, Cintia, Dudão, João Claudio Fernanda, Luciana, Erik, Juliana, Fernando, Fabio, Carol, Murilo, Juliana, Fran, Lisandra, Ivi, Dante, Cecília, Tom, Reginaldo, Marli, Silvio, Athos, Mauricio e Paulo.

Aos Colegas do Bloco C da Genética.

Às Professoras Lúcia e Ester, pela agradável convivência durante minha Pós-Graduação.

À equipe de técnicos e funcionários da ANCP e CTAG pelo apoio recebido durante a realização desta tese.

À Pós-Graduação em Genética, especialmente aos professores Lúcia Martelli e Ademilson Espencer Soares pelo apoio recebido durante o curso de mestrado e doutorado e pelo auxílio financeiro para a realização do estágio de doutorado no INRA - Jouy-em-Josas, França.

A FAEPA e ANCP, pelos auxilio financeiros concedidos para eventos no país e no exterior.

A Capes pela bolsa de estudo concedida.

A minha família, por tudo.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULO 1 _____	1
A ENDOCRINOLOGIA DA PUBERDADE	2
PUBERDADE NOS TRÓPICOS	5
ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO SOBRE PRECOCIDADE SEXUAL NO BRASIL	7
ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE LIMIAR OU THRESHOLDS	13
ORIGEM DAS INFORMAÇÕES	17
PROGRAMA ANCP DE PRECOCIDADE SEXUAL	19
BIBLIOGRAFIA	20
CAPÍTULO 2 _____	30
RESUMO	30
INTRODUÇÃO	31
OBJETIVOS	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	43
BIBLIOGRAFIA	44
CAPÍTULO 3 _____	48
RESUMO	48
INTRODUÇÃO	49
OBJETIVOS	51
MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
CONCLUSÕES	66
BIBLIOGRAFIA	66
CAPÍTULO 4 _____	70
RESUMO	70
INTRODUÇÃO	71
OBJETIVOS	73
MATERIAL E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
CONCLUSÕES	90
BIBLIOGRAFIA	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	95
ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO _____	98

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

CAPÍTULO 2		
TABELA 1.2	Média, Desvio padrão e região de credibilidade dos componentes de variância obtidos nos diferentes modelos	41
TABELA 2.2	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade obtidas nos diferentes modelos (média, moda e mediana)	41
TABELA 3.2	Comparação dos diferentes modelos estudados	42
FIGURA 1 e 2	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 1	38
FIGURA 3 e 4	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 2	38
FIGURA 5 e 6	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 3	39
FIGURA 7 e 8	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 4	39
FIGURA 9 e 10	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 5	39
FIGURA 11 e 12	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 6	39
FIGURA 13 e 14	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 7	40
FIGURA 15 e 16	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 8	40
CAPÍTULO 3		
TABELA 1.3	Estatísticas descritivas das características lineares consideradas na análise	56
TABELA 2.3	Distribuição posterior média das variâncias genética, residual e regiões de credibilidade obtidas no modelo bayesiano multicaracterística	57
TABELA 3.3	Distribuição posterior média das variâncias e (co)variâncias genéticas obtidas do modelo bayesiano multicaracterística	58
TABELA 4.3	Distribuição posterior média das estimativas de herdabilidades e correlações genéticas obtidas no modelo Bayesiano multicaracterística	60
FIGURA 1 e 2	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica 3P	58
FIGURA 3 e 4	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE365	58
FIGURA 5 e 6	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE450	58
FIGURA 7 e 8	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE550	59
FIGURA 9 e 10	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica CT 365 - 450	59
FIGURA 11 e 12	Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica CT 450 - 550	59
FIGURA 13 e 14	Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e PE365 e entre 3P e PE450, respectivamente	62
FIGURA 15 e 16	Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e PE550 e entre 3P e CT365 - 450, respectivamente	62
FIGURA 17 e 18	Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e CT450 - 550 e entre PE365 e PE450, respectivamente	62
FIGURA 19 e 20	Distribuições posteriores da correlação genética entre PE365 e PE550 e entre PE365 e CT 365 - 450, respectivamente	62
FIGURA 21 e 22	Distribuições posteriores da correlação genética entre PE365 e CT 450 - 550 e entre PE450 e PE550, respectivamente	63
FIGURA 23 e 24	Distribuições posteriores da correlação genética entre PE450 e CT 365 - 450 e entre PE450 e CT 450 - 550, respectivamente	63
FIGURA 25 e 26	Distribuições posteriores da correlação genética entre PE550 e CT 365 - 450 e entre PE550 e CT 450 - 550, respectivamente	63
FIGURA 27	Distribuição posterior da correlação genética entre CT 365 - 450 e CT 450 - 550	63
CAPÍTULO 4		
TABELA 1.4	Estatísticas descritivas das características consideradas na análise multivariada	79
TABELA 2.4	Distribuição posterior média das variâncias genética, residual e regiões de credibilidade obtidas no modelo bayesiano multivariado	80
TABELA 3.4	Distribuição posterior média das herdabilidades e correlações genéticas obtidas no modelo bayesiano multivariado	83
TABELA 4.4	Componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos obtidos em análises bicaracter entre as características 3P e IPP	87
FIGURA 1 e 2	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, da idade ao primeiro parto	81

FIGURA 3 e 4	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 365 dias	81
FIGURA 5 e 6	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 450 dias	81
FIGURA 7 e 8	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 365 dias	81
FIGURA 9 e 10	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do crescimento testicular entre e os 365 e 450 dias	81
FIGURA 11 e 12	Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do crescimento testicular entre e os 450 e 550 dias	82
FIGURA 13 e 14	Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e PE365 e IPP e PE450 respectivamente	83
FIGURA 15 e 16	Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e PE550 e IPP e CT365 - 450 respectivamente	83
FIGURA 17 e 18	Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e CT450 - 550 e PE365 e PE450 respectivamente	83
FIGURA 19 e 20	Distribuição posterior da correlação genética entre PE365 e PE550 e PE365 e CT 365 - 450 respectivamente	84
FIGURA 21 e 22	Distribuição posterior da correlação genética entre PE365 e CT 450 - 550 e PE450 e PE550 respectivamente	84
FIGURA 23 e 24	Distribuição posterior da correlação genética entre PE450 e CT 365 - 450 e PE450 e CT 450 - 550 respectivamente	84
FIGURA 25 e 26	Distribuição posterior da correlação genética entre PE550 e CT 365 - 450 e PE550 e CT 450 - 550 respectivamente	84
FIGURA 27	Distribuição marginal posterior da correlação genética entre CT 365 - 450 e CT 450 - 550	85
FIGURA 28 e 29	Distribuição Posterior das estimativas de herdabilidade e variância genética para a característica 3P, obtidas em análise bicaracter	87
FIGURA 30 e 31	Distribuição Posterior das estimativas de herdabilidade e variância genética para a característica IPP, obtidas em análise bicaracter	88
FIGURA 32	Distribuição posterior da estimativa de correlação genética entre 3P e IPP	88

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
3P	PROBABILIDADE DE PARTO PRECOCE
ANCP	ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES
CIVP	CLASSE DE IDADE DA VACA AO PARTO
CT 365-450	CRESCIMENTO TESTICULAR ENTRE OS 365 E 450 DIAS DE IDADE
CT 450-550	CRESCIMENTO TESTICULAR ENTRE AOS 450 E 550 DIAS DE IDADE
DEP	DIFERENÇA ESPERADA NA PROGENIE
GC	GRUPO DE CONTEMPORÂNEOS
IPP	IDADE AO PRIMEIRO PARTO
LH	HORMONIO LUTEINIZANTE
MGT	MÉRITO GENÉTICO TOTAL
NRC	NATIONAL RESEARCH COUNCIL
P210	PESO AJUSTADO AOS 210 DIAS
P365	PESO AJUSTADO AOS 365 DIAS
PE365	PERÍMETRO ESCROTAL AOS 365 DIAS
PE450	PERÍMETRO ESCROTAL AOS 450 DIAS
PE550	PERÍMETRO ESCROTAL AOS 550 DIAS
PMGRN	PROGRAMA DE MELHORAMENTO DA RAÇA NELORE
PP14	PROBABILIDADE DE PREENHEZ AOS 14 MESES
Pr16	PROBABILIDADE DE PREENHEZ AOS 16 MESES

Resumo

Utilizou-se inferência Bayesiana para estimar componentes de variância e parâmetros genéticos para a característica Probabilidade de Parto Precoce (3P), Idade ao Primeiro Parto (IPP), Perímetro Escrotal aos 365, 450 e 550 dias (PE365, PE450 e PE550), Crescimento Testicular entre os 365 e 450 dias de idade (CT 365-450) e entre os 450 e 550 dias de idade (CT 450-550) em animais da raça Nelore do Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore (PMGRN). Modelos estatísticos que contemplem a estação de nascimento das novilhas, classe de idade da novilha ao parto e peso da mesma à desmama poderiam ser adequados para a utilização da característica nas avaliações genéticas. Independentemente do modelo, a característica 3P apresentou estimativas de herdabilidade próximas a 50% indicando que a utilização como critérios de seleção deveria responder eficiente à seleção. Nas análises multivariadas, as distribuições posteriores médias das estimativas de herdabilidade obtidas entre as características 3P, PE365, PE450, PE550, CT 365-450 foram de média a alta magnitude. A IPP e o CT 450-550 apresentaram menores valores de variabilidade genética. As maiores correlações genéticas entre 3P e IPP com os perímetros escrotais ocorreram aos 450 e 365 dias de idade respectivamente, indicando que possivelmente seja esta a melhor idade para selecionar machos jovens com o objetivo de melhorar a precocidade sexual dos rebanhos. A correlação genética obtida entre 3P e IPP com Crescimento Testicular entre as diferentes idades sugerem que o crescimento testicular entre os 365 e 450 dias de idade estaria relacionado aos eventos fisiológicos associados à puberdade precoce. A IPP e a 3P apresentaram correlações genética favoráveis, próximas a -90%, indicando que a IPP pode ser utilizada como critério de seleção para precocidade sexual embora um considerável efeito ambiental afete a expressão da característica.

Palavra-chave: Correlação genética, Herdabilidade, Idade ao Primeiro Parto, Inferência Bayesiana, Nelore, Perímetro escrotal, Precocidade sexual.

Abstract

Bayesian Inference was used to estimate the variance components and genetic parameters for the traits Probability of precocious calving (3P), Age to the First Calving (AFC) Scrotal Circumference to 365, 450 and 550 days (SC365, SC450 and SC550), Testicular Growth between 365 and 450 days (TG 365-450) and between the 450 and 550 days (TG 450-550) in animals of the breed Nellore participants of the Program for Genetic Improvement of Nellore Breed (PMGRN). Statistical models that provide the season of birth of the heifers, dam class age of the heifer to the birth and weaning and yearling weight of heifers must be useful for use in the genetic evaluations of the precocity traits. Independently of the model, the 3P trait presents estimates of the heritability next to 50% indicating that the use as selections criteria should respond efficiently to the selection for sexual precocity. In the multivariate analyses, the posterior distributions of the estimates of the heritability obtained in the 3P, SC365, SC450, SC550, TG 365-450 were of medium to high levels. The AFC and CT 450-550 showed lower values of genetic variability. The largest genetic correlations between 3P and AFC with the scrotal circumference occurred at 450 and 365 days of age respectively, indicating that this is possibly the best age to select young males with the goal of improving the sexual precocity of the herds. The genetic correlation between 3P and AFC with Testicular Growth between different ages, suggest that the testicular growth between 365 and 450 days of age would be related to the physiological events associated with early puberty. The AFC and 3P traits showed genetic correlations next to -90%, indicating that the AFC can be used as a criterion for selection for sexual precocity despite a considerable environmental effect that affects the expression of the trait.

Key-word: Bayesian Inference, Genetic correlations, Heritability, Age of First Calving, Nellore, Scrotal Circumference, Sexual Precocity.

Capítulo 1

Os sistemas de produção das raças zebuínas, no Brasil, possuem como grande desafio a busca de precocidade nas novilhas, pois além da entrada mais cedo em reprodução, essas fêmeas teriam mais progênes ao longo da vida útil, resultando em forte impacto econômico na propriedade.

No Brasil existe dificuldade em detectar a precocidade sexual dos rebanhos. O atraso na entrada em reprodução das fêmeas deve-se, principalmente ao manejo praticado, às condições de ambiente, à complexa expressão fenotípica das características indicadoras de precocidade sexual e pela complexidade das interações genéticas, ambientais e fisiológicas que afetam a produtividade dos rebanhos. Geralmente, em ambientes de clima tropical, na primeira exposição das novilhas (ou desafio) boa parte dos animais atinge a puberdade sem ser detectada. Estatísticas oficiais publicadas pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) indicam que a média da idade ao primeiro parto, nos rebanhos participantes, é de 37 meses. No Brasil, o primeiro parto ocorre após os 40 meses de idade. A seleção para precocidade sexual e o desenvolvimento de pesquisas voltadas à identificação da existência de variabilidade genética, para ser utilizada na melhoria da eficiência reprodutiva dos rebanhos e antecipar a entrada das novilhas em reprodução, têm sido pouco evidenciadas, talvez agravado pelo fato das raças zebuínas serem consideradas tardias.

A estimação das fontes de variação relacionadas às características de precocidade sexual em bovinos da raça Nelore é necessária para o conhecimento dos fatores genéticos que afetam a puberdade das novilhas.

A endocrinologia da puberdade

Em animais, a interação entre diferentes hormônios e entre os hormônios com diferentes tecidos e glândulas está relacionada com o processo fisiológico da puberdade.

A puberdade das fêmeas representa uma “derrota” dos efeitos supressivos do estradiol sobre o eixo Hipotálamo - Hipófise. Como resultado desta “derrota”, primeiramente é induzida uma súbita liberação de gonadotrofinas com conseqüente estímulo para a ovulação. O efeito supressivo do estradiol é conhecido como um “feedback negativo” e indica uma imaturidade da resposta do hipotálamo para o estradiol. O “feedback negativo” que o estradiol exerce sobre o hipotálamo diminui progressivamente no período pré-puberdade, o hipotálamo começa a incrementar a liberação de hormônios liberadores de gonadotrofina (LH) resultando na liberação de gonadotrofinas pela pituitária. A ascendência do hipotálamo sobre os efeitos do estradiol determinam um processo de “feedback positivo” que domina o momento hormonal.

Conforme o “feedback negativo” diminui progressivamente e o positivo aumenta fortemente, a liberação de hormônio folículo estimulante é realizada constantemente, enquanto a pulsátil secreção de hormônio luteinizante é aumentada dramaticamente durante o período pré-puberdade devido à resposta acentuada do eixo hipotálamo - hipófises.

Quando o ciclo circadiano é alcançado o limiar permite a continuidade do processo de maturação dos folículos, o que leva finalmente à primeira ovulação. Endocrinologicamente, portanto, a puberdade representa o clímax de um longo processo de transição de quiescência sexual a uma função sexual controlada por uma série de interações entre hormônios liberados pelas gônadas, pelo hipotálamo e a pituitária anterior, com o hipotálamo atuando sobre a pituitária anterior para liberar suficiente quantidade de gonadotrofina para induzir a ovulação (Quirke *et al.*, 1983).

O processo que leva à puberdade nos machos é basicamente semelhante. O eixo hipotálamo - pituitária modera as mudanças entre quiescência sexual a função sexual. O hormônio luteinizante é liberado da pituitária sob influência dos hormônios liberadores de gonadotrofinas e atua nas células de Leydig no testículo para facilitar a produção de testosterona. A testosterona é igualmente importante tanto à espermatogênese quanto ao comportamento sexual.

Nas diferentes raças bovinas, o efeito da taxa de crescimento do animal sobre a puberdade é importante. Alguns aspectos da reprodução, incluindo a puberdade, são afetados por fatores ambientais. Existem claras evidências que a idade à puberdade é afetada pelas diferentes estações de nascimento e acasalamento (Hansen, 1985). Novilhas desafiadas sexualmente em temperaturas e fotoperíodos típicos de primavera e verão, em idades próximas aos nove meses, tiveram sua puberdade detectada antes que as novilhas expostas nas estações de outono e inverno. Não está claro como o efeito ambiental afeta a puberdade, mas provavelmente o

fotoperíodo é um fator muito importante que influencia a puberdade (Hansel *et al.*, 1983).

Enquanto existe a dificuldade de separar os efeitos da taxa de crescimento e dos fatores ambientais sobre a puberdade, há evidências da relação curvilinear entre nível nutricional e puberdade com um ótimo nível de alimentação (Foxcroft, 1980). Novilhas com maiores taxas de crescimento tendem a atingir a puberdade mais precocemente.

O efeito materno parece ser importante também como um efeito que influencia a idade e o peso à puberdade. Taxas de crescimento elevadas no período pré-desmama possuem um efeito positivo maior sobre puberdade precoce que o crescimento pós-desmama. Segundo Vizcarra *et al.* (1995), as novilhas que iniciam a puberdade em idades jovens são menos propensas a ter futuros ciclos estrogênicos interrompidos por alimentação deficiente se comparado com novilhas que atingiram a sua puberdade mais tardiamente, concluindo-se que a seleção para puberdade precoce pode não somente diminuir os custos com alimentação para a manutenção das mesmas, mas também melhorar a eficiência reprodutiva posterior em condições sub-ótimas de alimentação.

Diversas pesquisas evidenciaram a importância que a raça do pai da novilha exerce sobre a puberdade da mesma (Keane *et al.*, 1991). Isto pode ser explicado como diferentes pressões de seleção aplicadas para precocidade sexual em cada raça. Prova disso são os valores de variabilidade genética encontrados entre as raças taurinas e índicas. Em raças taurinas como a Angus e a Hereford, onde a média de idade ao primeiro parto é 24 meses, Koots *et al.* (1994), Doyle *et al.* (1996), Snelling *et al.* (1996) e Evans

et al. (1999) obtiveram valores baixos a médios de herdabilidade para a característica prenhez das novilhas (entre 0,05 e 0,30), porém escassos relatos publicados para a raça Nelore (*Bos indicus*) indicariam que as estimativas de herdabilidade das características associadas à precocidade sexual de novilhas seriam superiores a 0,50 (Eler *et al.*, 2002; Eler *et al.*, 2004; Van Mellis *et al.*, 2007, Vozzi *et al.*, 2008), portanto existiria diferença genética entre reprodutores para ser utilizada em programas de melhoramento genético visando a melhoria da precocidade sexual dos rebanhos brasileiros.

Puberdade nos trópicos

A puberdade das novilhas zebuínas envolve um sistema de interação hormônios - tecidos - glândulas semelhante ao observado nas raças taurinas (Evans *et al.*, 1999). A progressiva diminuição na resposta do hipotálamo ao estradiol segue a estimulação da pituitária determinado pelos altos níveis de secreção do hormônio LH (Day *et al.*, 1987).

Alguns dos fatores que determinam quando uma novilha entrará em estro são a idade e a condição corporal, dado que o hipotálamo está programado via secreção de leptinas pelos adipócitos. Segundo Nogueira *et al.* (2003), em novilhas precoces com folículos maiores aos 12 - 14 meses, a secreção de hormônio LH pelo hipotálamo não foi diferente ao observado em novilhas não precoces, sugerindo que animais precoces responderiam mais eficazmente a baixas concentrações de hormônio LH.

A idade à puberdade é uma característica importante para selecionar novilhas que parem aos 24 meses, visando incrementar a vida produtiva das

mesmas sem efeitos negativos sobre a longevidade ou pesos à desmama das progênes se comparados com novilhas paridas aos 36 meses (Tran *et al.*, 1988). A idade à puberdade nas novilhas zebuínas em ambientes tropicais e subtropicais oscila entre 16 e 40 meses. Isto é atribuído tanto aos efeitos genéticos e ambientais como à nutrição, à sanidade, à temperatura, à umidade e à estação de nascimento (Nogueira, 2004). Em sistemas de manejos extensivos, freqüentemente presentes no Brasil, existe dificuldade em identificar a idade à puberdade, sendo a idade ao primeiro parto o principal indicador. No Brasil, a idade ao primeiro parto é superior aos 40 meses o que pode ser atribuído à inadequada nutrição e muitos outros fatores (Pereira *et al.*, 2000).

Melhorar a nutrição pós-desmama é um fator determinante para reduzir a idade à puberdade e ao primeiro parto (Patterson *et al.*, 1992), segundo Oyedipe *et al.* (1982) um incremento na ingestão de proteínas nessa idade resultaria em diminuição da idade ao primeiro parto e aumento no peso e na precocidade dos animais. Baixos níveis nutricionais em novilhas suprime o pulso de LH a partir do hipotálamo (Rawling *et al.*, 2003) retardando a primeira ovulação. As novilhas zebuínas em ambientes tropicais e seguindo as recomendações protéicas do NRC (National Research Council), poderiam alcançar a puberdade aos 12,3 meses e parir em média aos 27 meses (Fajersson *et al.*, 1991).

O clima tropical pode ser outro fator que afeta a puberdade das novilhas. Apesar das novilhas zebuínas estarem termicamente adaptadas, mudanças na dinâmica folicular, expressas como uma diminuição na taxa de crescimento folicular e um incremento da duração do crescimento do folículo

foram associados com o incremento na temperatura corporal durante o verão (Gama Filho *et al.*, 2002). Altas temperaturas afetariam a idade à puberdade devido à menor circulação de LH ou de prolactina no organismo. Em ambientes subtropicais, novilhas com uma importante proporção de genes zebuínos sofreram influência direta do fotoperíodo na atividade ovulatória, fato não observado em raças taurinas (Mezzadra *et al.*, 1993).

Novilhas Nelores selecionadas para precocidade sexual e mantidas sob adequados regimes nutricionais ovulam aos 14-15 meses de idade (Nogueira, 2004). Recentes estimativas de herdabilidade indicariam valores altos de variabilidade genética na raça, sugerindo que pouca seleção foi aplicada nos rebanhos visando a diminuição da idade à puberdade nas raças zebuínas.

Estado atual do conhecimento sobre precocidade sexual no Brasil

Pesquisas sobre parâmetros genéticos e avaliação genética de características relacionadas à precocidade sexual estão sendo desenvolvidas na maioria dos programas de melhoramento genético de bovinos de corte (Eler, 2005; Hill, 2005; Boligon *et al.*, 2008; Lôbo *et al.*, 2008). As características indicadoras de precocidade sexual em novilhas, como a Probabilidade de Prenhez aos 14 meses (PP14) (Eler *et al.*, 2002); Probabilidade de Prenhez aos 16 meses (Pr16) (Silva *et al.*, 2005), Probabilidade de Parto Precoce (3P) (Lôbo *et al.*, 2008; Vozzi *et al.*, 2008) e Idade ao Primeiro Parto de fêmeas desafiadas precocemente (Gressler, 2004; Boligon *et al.*, 2008) apresentariam variabilidade genética suficiente para serem incluídas como critérios de seleção em programas de melhoramento.

A Idade ao Primeiro Parto (IPP) é o critério de seleção mais utilizado como indicativo de precocidade sexual e fertilidade das novilhas nos programas de melhoramento genético do Brasil. Segundo Azevedo *et al.* (2006) a mesma é de fácil mensuração e estaria relacionada à longevidade reprodutiva das matrizes. As estimativas de herdabilidade oscilam entre um e 38%, dependendo do modelo estatístico utilizado para seu cálculo (Pereira *et al.*, 2000; Dias *et al.*, 2004; Gressler, 2004; Bergmann *et al.*, 2006; Boligon *et al.*, 2008). Devido à importância atual que a precocidade sexual possui nos variados sistemas de produção do Brasil, a IPP foi recentemente incluída no índice de seleção (Mérito Genético Total – MGT) adotado pelo Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore (PMGRN) para aumentar a pressão de seleção para precocidade sexual nos rebanhos participantes (Lôbo *et al.*, 2008).

Apesar de ser amplamente utilizada, a mesma apresenta algumas desvantagens teóricas para sua utilização, o que levou à grande maioria dos programas de melhoramento genético a procurar novas alternativas para realizar a seleção para precocidade sexual. Um considerável efeito ambiental (principalmente em ambientes tropicais), dado que geralmente as novilhas são expostas depois de alcançada uma determinada condição fenotípica, possivelmente por deficiências nutricionais após a desmama, sendo que quando desafiadas sexualmente pela primeira vez aos 24 meses de idade, aproximadamente, a maioria já atingiu a puberdade sem ter sido detectada (Dias *et al.*, 2004). Outra desvantagem é que novilhas que não pariram não são incluídas no modelo estatístico, portanto uma considerável fonte de

variação fenotípica da população não seria considerada no modelo para a predição dos valores genéticos.

Mercadante *et al.* (2000) sugeriram a necessidade do estudo de diferentes modelos estatísticos para analisar a IPP. Nesse sentido, Gressler (2004) e Boligon *et al.* (2008) propuseram contemplar no modelo o manejo reprodutivo das novilhas, identificando as novilhas que pariram precocemente até os 29-30 meses de idade após sua primeira estação de monta, assumindo que as novilhas dos diferentes manejos reprodutivos foram desafiadas conjuntamente. Embora as estimativas de herdabilidade tenham oscilado entre 15 e 20%, a inclusão do manejo reprodutivo alterou a ordenação dos touros em relação aos valores genéticos para IPP. Em outro modelo proposto por Bergmann *et al.* (2006), no qual somente foram consideradas na análise as novilhas desafiadas precocemente em idades próximas ao ano e o manejo reprodutivo, como descrito acima, a estimativa de herdabilidade foi de 38% indicando que importante fonte de variação ambiental tem sido removida do modelo ao excluir animais mais velhos que foram desafiados sexualmente após terem atingido sua maturidade sexual.

As características de limiar, como a Probabilidade de Prenhez ou Parto Precoce, possuem vantagens sobre a idade ao primeiro parto para realizar a seleção para precocidade sexual como: todas as fêmeas são incluídas nas análises, inclusive as novilhas vazias no final da estação de monta e o fato de possuírem valores de herdabilidade de média a alta magnitude, o que possibilitaria importantes ganhos genéticos quando utilizadas como critério de seleção no programas de melhoramento.

Utilizando o método \Re (Reverter *et al.*, 1994), Eler *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2005) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,57 e 0,52 para a característica Probabilidade de Prenhez aos 14 meses (PP14) e Probabilidade de Prenhez aos 16 meses (Pr16), respectivamente, na raça Nelore. Utilizando Inferência Bayesiana, Shiotsuki *et al.* (2006), Van Melis *et al.* (2007) e Vozzi *et al.* (2008) obtiveram valores de 0,54; 0,56 e 0,50 para as características Pr16, PP14 e Probabilidade de Parto Precoce (3P), respectivamente, também para a raça Nelore.

Independentemente do modelo estatístico utilizado e das variantes que a característica de precocidade sexual apresenta, em diferentes programas de melhoramento genético no Brasil, existiria importante variabilidade genética a ser explorada em termos de precocidade sexual, podendo-se difundir posteriormente esses genes associados à precocidade nos rebanhos multiplicadores e comerciais. As diferenças nos valores de herdabilidade obtidos em animais taurinos (Doyle *et al.*, 1996, Evans *et al.*, 1999) e zebuínos (Eler *et al.*, 2002; Eler *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2005; Shiotsuki *et al.*, 2006; Van Melis *et al.*, 2007 e Vozzi *et al.*, 2008) poderiam ser explicadas pela diferente pressão de seleção aplicada para precocidade sexual em cada grupo e cada condição nutricional em clima temperado, o que favoreceria a identificação da puberdade nas novilhas.

Nos machos o perímetro escrotal e as características seminais são as características indicadoras da puberdade, sendo esta alcançada quando animais produzem ejaculados com capacidade de fecundar o óvulo (Fonseca, 1989). O perímetro escrotal em diferentes idades tem sido o critério de seleção mais utilizado para melhorar a eficiência reprodutiva e precocidade

sexual dos rebanhos, devido à sua alta correlação genética com características reprodutivas e crescimento nos machos (Garnero, 1999) e com reflexos positivos na reprodução e precocidade sexual das filhas e netas (Martins Filho & Lobo, 1991). O mesmo é facilmente mensurável e possui valores médios a altos de herdabilidade (Quirino & Bergmann, 1998; Eler *et al.*, 2006; Fridrich *et al.*, 2006; Gressler *et al.*, 2006). A importância da seleção para perímetro escrotal visando precocidade sexual está, principalmente, na maior pressão seletiva que pode ser praticada nos machos. No Brasil, segundo Pinto, (1987) as pesquisas sobre a utilização do perímetro escrotal como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual iniciaram-se na década de 70. Na raça Nelore Pinto *et al.* (1989); Martins-Filho & Lobo (1991); Lôbo *et al.* (1995); Reyes *et al.* (1995) e Pinto (1994) ressaltam a importância do perímetro escrotal como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual dos machos e seus reflexos positivos na eficiência reprodutiva das fêmeas. O PMGRN (Lôbo *et al.*, 1995) publica Diferenças Esperadas nas Progênies (DEPs) para perímetro escrotal como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual desde 1995, dando início a uma nova etapa do melhoramento genético das raças zebuínas no Brasil que evidencia a importância de melhorar a eficiência reprodutivas dos rebanhos.

Recentes pesquisas no Brasil têm procurado determinar a melhor idade para selecionar machos jovens utilizando o perímetro escrotal como critério de seleção para precocidade sexual do rebanho (Eler *et al.*, 2006; Bergmann *et al.*, 2006; Gressler *et al.*, 2006; Van Melis *et al.*, 2007; Boligon *et al.*, 2008). Os resultados indicam correlações medianamente favoráveis entre as

características expressas em sexos diferentes, embora a mesma varie de acordo com a idade em que o perímetro escrotal é utilizado como critério de seleção nos machos jovens. Boligon *et al.* (2007) obtiveram correlações genéticas negativas e favoráveis entre perímetro escrotal aos 12 (-0,15) e aos 18 meses de idade (-0,21) com IPP na raça Nelore utilizando o método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML). Também na raça Nelore, Gressler *et al.* (2006) analisaram a correlação genética da IPP com o perímetro escrotal aos 365, 450 e 550 dias de idade, contemplando diversos modelos estatísticos. As correlações oscilaram entre 0,08 e -0,38 nos diferentes modelos. A correlação genética mais favorável entre IPP e perímetro escrotal foi obtida aos 365 e 450 dias respectivamente, em aqueles modelos que contemplavam para a IPP um único efeito fixo constituído pela fazenda de nascimento, mês e ano de nascimento e nos perímetros escrotais aos 365 e 450 dias o grupo de contemporâneo como fixo e uma (co)variável linear e quadrática da idade da mão ao parto desse animal. No modelo proposto por Bergmann *et al.* (2006), onde o arquivo de dados foi constituído por fêmeas desafiadas precocemente em idades próximas ao ano, as correlações genéticas encontradas foram de menor magnitude às publicadas por Gressler *et al.* (2006).

A associação entre perímetro escrotal e idade à puberdade foi extensamente analisada em várias raças. Morris e Wilson (1997) e Morris *et al.* (2000) encontraram considerável associação genética entre as duas características (-0,30 e -0,25, respectivamente). Morris *et al.* (1992) nas raças Hereford, Angus e animais cruzados e Vargas *et al.* (1998) na raça Brahman, obtiveram correlações da ordem de -0,39 e -0,32, respectivamente. Martínez-

Velázquez *et al.* (2003) encontraram correlações desfavoráveis, embora de baixa magnitude, entre as duas características.

Analisando o nível de associação genética entre prenhez precoce das novilhas e perímetro escrotal, Evans *et al.* (1999) e Martínez-Velázquez *et al.* (2003) encontraram correlações genéticas próximas a zero nas raças Hereford, Limousine, Red Poll, Simental, Charolês, Pinzgauer, Gelbvieh e Braunvieh. No Brasil, Eler *et al.* (2004) e Eler *et al.* (2006), utilizando o Método \Re e Van Melis *et al.* (2007), sob um enfoque Bayesiano, analisaram a correlação genética entre PP14 e perímetro escrotal aos 15 e 18 meses de idade. Os resultados obtidos pelo método \Re indicaram que a melhor idade para selecionar o perímetro escrotal visando precocidade sexual foi aos 18 meses (0,27 e 0,20 respectivamente). Já a distribuição posterior da média da correlação genética entre PP14 e perímetro escrotal aos 18 meses foi de 0,28 (Van Melis *et al.*, 2007).

Análise de características de limiar ou *Threshold*

Existem muitas características de interesse biológico ou econômico cuja herança é multifatorial, mas cuja distribuição é descontínua, como, por exemplo, facilidade de parto, probabilidade de prenhez e resistência a doenças. Características deste tipo parecem estar fora do enfoque quantitativo por não apresentarem variação contínua. Ao serem analisadas em detalhe, porém, há indícios de ação poligênica, como nas características quantitativas. Gruneber (1952) descreve estas características como “quase contínuas”.

A variação observada nas características de limiar é de natureza genética e ambiental, onde, por exemplo, a concentração de uma determinada substância impõe uma descontinuidade sobre a expressão visível da característica (Falconer, 1989).

A utilização de modelos lineares parece não ser adequada nas análises de dados categóricos ou binários (Hudson & Van Vleck, 1981; Van Dormaal *et al.*, 1985; Ducrocq *et al.*, 1988; Short & Lawlor, 1992; Snelling *et al.*, 1995; Mwansa *et al.*, 2002). As características de limiar (em inglês, *threshold*) são discretas com fenótipos possíveis, por exemplo, morto ou vivo, prenhe ou vazia. Algumas vezes podem apresentar categorias ordenadas, como no caso dos escores para dificuldade de parto. Para análise de características como probabilidade de prenhez numa determinada idade, um modelo de limiar é o mais apropriado, o qual assume uma distribuição contínua de fenótipos não observados. Os denominados fenótipos realizados (aquelas categorias fenotípicas observadas) surgem pelo truncamento dos fenótipos adjacentes com uma série de limites.

Características que possuem distribuição próxima da Normal poderiam aproveitar-se das metodologias usuais de estimação dos componentes de (co)variância, entre elas: Métodos I, II e III de Henderson (Henderson, 1953), Método de Máxima Verossimilhança - ML (Hartley & Rao, 1967) e Método de Máxima Verossimilhança Restrita - REML (Patterson & Thompson, 1971).

Gianola & Foulley (1983) publicaram o primeiro trabalho sobre inferência Bayesiana no melhoramento animal justamente com características de limiar (ou *threshold*), propondo o cálculo da moda de uma densidade

posterior conjunta. O modelo de limiar relaciona a resposta observada na escala categórica com uma escala subjacente normal contínua (Silva *et al.*, 2005). Assumindo que a escala subjacente tem distribuição normal:

$$U | \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2), \text{ em que:}$$

U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (b', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s com b (definidos sob um ponto de vista freqüentista, como efeitos fixos), e a (como efeito aleatório); W é uma matriz de incidência conhecida de ordem r por s ; I é uma matriz de identidade de ordem r por r ; e σ_e^2 é a variância residual.

De acordo com a perspectiva Bayesiana, assume-se que as distribuições iniciais para os efeitos genéticos e os residuais seguem distribuições normais multivariadas:

$$p(a | \sigma_a^2) \sim N(0, A\sigma_a^2)$$

$$p(e | \sigma_e^2) \sim N(0, I\sigma_e^2), \text{ em que:}$$

A é a matriz de parentesco e σ_a^2 é a variância genética aditiva. Como σ_e^2 não é estimável (Gianola & Foulley, 1983), um valor arbitrário deve ser então atribuído. Conforme sugerido por Silva *et al.* (2005), atribui-se o valor 1.

Após a definição dos parâmetros do modelo, o encadeamento entre as duas escalas (categórica e contínua) pode ser estabelecido inequivocamente, com a contribuição da probabilidade de uma observação que cai na primeira categoria sendo proporcional a

$$P(y_v = 0 | t, \theta) = P(U_v < t | t, \theta) = \Phi((t - w'_v \theta) / \sigma_e), \text{ em que:}$$

y_v , é a variável resposta para a v^{th} observação, tomando valores 0 ou 1 se a observação pertence a primeira ou segunda categoria, respectivamente;

t é o valor do limiar que, por não ser estimável, será fixado um valor arbitrário; U_v é o valor da variável subjacente para a mencionada observação; Φ é a função de distribuição cumulativa de uma variável normal padrão; e w'_v é um vetor coluna de incidência que une θ a observação v^{th} . Por serem as observações condicionalmente independentes dado θ , a função de verossimilhança é definida pelo produto das contribuições de cada registro.

De acordo com a inferência Bayesiana, o produto da distribuição anterior pela função de verossimilhança é proporcional à distribuição posterior conjunta de θ e σ_s^2 . São então obtidas as distribuições posteriores marginais dos parâmetros usando a Amostragem de Gibbs (Gelfand & Smith, 1990).

A introdução de métodos de Monte Carlo baseados em Cadeias de Markov (MCMC) tem contribuído significativamente no sentido de viabilizar a implementação do paradigma Bayesiano no melhoramento genético animal (Sorensen, 1996). Os métodos MCMC constituem uma família de processos interativos utilizados para a integração de amostras de uma determinada distribuição posterior. A amostragem de Gibbs é um tipo de MCMC freqüentemente utilizado na Genética Quantitativa Animal. A mesma é um procedimento de integração numérica usada na distribuição conjunta e marginal de todos os parâmetros do modelo, por meio da reamostragem de todas as distribuições condicionais. O objetivo da Amostragem de Gibbs é a obtenção de amostras aleatórias das distribuições posteriores. As mesmas podem ser utilizadas para a construção de histogramas de freqüências, resultando na distribuição posterior dos parâmetros genéticos estudados.

Também podem ser obtidas a média, moda e mediana da distribuição marginal e determinar as “regiões de credibilidade” de um determinado parâmetro (Blasco, 2001; Marcondes, 2004; Faria, 2007; Faria *et al.*, 2007). Segundo Van Tassel (1995) o uso da amostragem de Gibbs apresenta varias vantagens com relação aos métodos usuais de estimação de componentes de variâncias e valores genéticos:

- Não requer soluções para as equações de modelos mistos;
- Propicia estimativas acuradas de parâmetros genéticos e regiões de credibilidade para essas estimativas;
- Permite a análise de conjunto de dados maiores do que quando se utiliza REML com técnicas de matrizes esparsas.
- Pode ser utilizado em microcomputadores ou servidores.

Origem das informações

Para o presente estudo foram utilizadas informações referentes a animais da raça Nelore participantes do PMGRN. 413 fazendas distribuídas em 15 estados da federação e quatro países sul americanos, com 1.119.045 animais cadastrados. A base de dados possui 3.595.015 pesagens e 607.859 medidas de perímetro escrotal, participam do PMGRN, coordenada pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP).

Geralmente, nos estados com solos de baixa a média fertilidade são cultivadas gramíneas do gênero *Bracharia*, especialmente da espécie *B. decumbens* e *B. humidicola*. Em solos de média fertilidade predominam as gramíneas *B. decumbens*, *B. brizantha* e *Andropogon guayanus*. Finalmente em solos de média a alta fertilidade é encontrada com maior freqüência as

gramíneas *B. brizantha* e outras pertencentes ao gênero *Panicum*, principalmente *P. maximum*.

As fazendas participantes do PMGRN ao ingressarem, adotam estação de acasalamentos, cuja duração varia entre 90 a 120 dias depois de estabelecida no intervalo de outubro a março, conforme a região e o ano. No entanto, a base de dados possui animais nascidos ao longo de todo o ano, devido ao uso de transferência de embriões (TE) e fecundação *in vitro* (FIV) pelos criadores do programa.

É freqüente a utilização de Inseminação Artificial (IA), com repasse de touros após a primeira ou segunda oportunidade. A TE e a FIV são duas técnicas muito utilizadas visando aproveitar multiplicar o material genético das fêmeas melhoradoras. A desmama dos bezerros é feita geralmente entre sete e oito meses de idade. Os cuidados sanitários são realizados de acordo ao estabelecido pelos órgãos sanitários federais/regionais.

Os animais do PMGRN são submetidos a um criterioso controle das características produtivas e reprodutivas sendo as informações colhidas na fazenda e enviadas eletronicamente ao setor técnico da ANCP, onde é realizada uma rigorosa consistência das informações cadastrais e fenotípicas antes de serem incorporadas na base de dados.

As pesagens dos animais são realizadas trimestralmente desde o nascimento até os 21 meses de idade. A mensuração do perímetro escrotal é realizada dos nove até os 21 meses de idade. Além dessas medidas trimestrais são realizadas pesagens das vacas e do bezerro ao desmame, das matrizes ao parto e das matrizes adultas nos meses de abril ao outubro.

O intervalo entre as pesagens e medidas ocorre no máximo a cada 185 dias com o objetivo de gerar informações para estudo da curva de crescimento e para padronizar os pesos e medidas a determinadas idades.

Alem das pesagens e medidas tradicionais de perímetro escrotal, algumas fazendas realizam medidas de Ultra-sonografia para avaliar características quantitativas de carcaça como a Área do Olho do Lombo (AOL), Espessura de gordura entre a 12 e 13 costela (EG), Espessura de Gordura na Garupa (P8) e Porcentagem de gordura intramuscular (Marmoreio) e avaliações morfológicas para avaliar a estrutura corporal, a precocidade de acabamento e musculosidade da carcaça.

Programa ANCP de precocidade sexual

O programa ANCP de precocidade sexual, inicia suas atividades em 1995 e visa identificar novilhas precoces sexualmente que concebem precocemente em idades próximas ao ano e parem um bezerro vivo até os 30 meses da idade, e tendo como objetivo final disponibilizar Diferenças Esperadas nas Progênes (DEPs) para precocidade sexual às fazendas participantes do PMGRN (3P).

As principais etapas do programa são:

a) Desafio reprodutivo das novilhas entre os 12 e 20 meses de idade durante uma estação de monta de aproximadamente 90 dias, onde todas as novilhas da fazenda devem participar do programa e ser submetidas às mesmas condições de manejo;

b) No final da estação de monta e mediante palpação retal ou por ultrassonografia é realizado o diagnóstico de gestação. As novilhas com diagnóstico de prenhez positivo recebem o escore 1 e as vazias o escore 0;

d) Seguimento das progênies das novilhas precoces (peso ao nascimento, desmama, ganho de peso) e dos subseqüentes partos das matrizes (re-concepção, longevidade, etc.) e avaliação quantitativa de carcaça para determinar o nível de associação entre precocidade sexual e precocidade de acabamento de carcaça.

e) As informações são enviadas desde a fazenda para o PMGRN por meio de um sistema ON-LINE de processamento das informações, o que garante a qualidade das informações colhidas nas fazendas.

Os procedimentos sanitários, pesagens e outros tipos de medidas seguem o cronograma do PMGRN descrito anteriormente.

Bibliografia

AZEVEDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B (2006). Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Zootec*, 35: 988- 996 (supl. 3).

BERGMANN, J. A. G.; GRESSLER, S. L. ; GRESSLER, M. G. M (2006) Heritability estimates for age at first calving of Nelore mated as yearling and two-year-old heifers, using different models and data structure *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

BLASCO, A (2001). The Bayesian controversy in animal breeding. *J. Anim. Sci.*, 79: 2023-2046

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G (2007). Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*,36: 565-571.

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F LOBO, R.B (2008). Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.432-436.

DAY, M.L.; IMAKAWA, K, WOLFE, P.L.; KITTOK, R.J.; KINDER. E.J. (1987). Endocrine mechanism of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 37: 1054-1065.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G (2004) Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 33: 102.

DOYLE, S.P.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L.; MATHIEWS, G.L. COMSTOCK, C.R. LEFEVER, D.G (1996). Genetic parameter estimates for heifer pregnancy rate and subsequent rebreeding rate in Angus cattle. *J. Anim. Sci.* 74(Suppl.1):117 (Abstr).

DUCROCQ, V.; QUAAS, R.L.; POLLAK, E.J.; CASELLA, G. Length of productive life of dairy cows. (1988). Variance component estimation and sire evaluation. *J. Dairy. Sci*, v. 71, p. 3071-3079.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ J.B.S.; DIAS F, *et al.* (2002). Genetic evaluation of probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 951-954.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; *et al.* (2004). Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* 82: 2519-2527.

ELER, J.P (2005). Seleção para precocidade sexual em novilhas de corte. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E. C.; MOURÃO, G. B (2006). Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at two Different ages in Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

EVANS, J.L.; GOLDEN, R.M.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L. (1999). Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2621-2628.

FAJERSSON, P.; BARRADAS, H.V., ROMAN-PONCE, H., COOK, R.M (1991). The effect of dietary protein on age and weight at the onset of puberty in Brown Swiss and Zebu heifers in the tropics. *Theriogenology*, 35:845-855.

FALCONER, D.S (1989) *Introduction to Quantitative Genetics*. 3.ed. New York: Longman Scientific.

GARNERO, A. del V (1999). *Comparação de critérios de seleção em gado de corte visando precocidade de crescimento*. Ribeirão Preto, SP: FMRP-USP, Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. 85p.

FARIA, C.U. Análise Bayesiana de características morfológicas e suas relações com o desempenho produtivo de bovinos da raça Nelore utilizando modelos de limiar. Goiânia, GO, Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, 139p.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; de los REYES, A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D (2007). Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nellore cattle (*Bos indicus*). *Genetics and Molecular Biology*, 30: 343-348.

FONSECA, V.O (1989). Puberdade, adolescência e maturidade sexual: aspectos histopatológico e comportamentais. Anais. VIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Belo Horizonte. p.77.

FOXCROFT, G.R. (1980). Growth and breeding performance in animal and birds. In: Lawrence, T.L.J. (Ed). Growth in animals. Butterworths, London, pp. 227-247.

FRIDRICH, A.B.; GRESSLER, S.L.; GRESSLER, M.G.M.; PEREIRA, J.C.C (2006). Environmental and genetic parameters of scrotal circumference in three different ages in nellore cattle using different models. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

GAMMA FILHO, R.V.; FONSECA, F.A.; FONTES, R.S.; QUIRINO, C.R.; CARVALHO, F.P.; RAMOS, J.L.G (2002). Influencia da sazonalidade sobre a dinâmica folicular ovariana de novilhas da raça Guzerá. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, 26:90-92.

GELFAND, A.E.; SMITH, A.F.M (1990). Sampling based approaches to calculating marginal densities. *Journal of the American Statistical Association*, 85, 410:398-409

GIANOLA, D., and J. L. FOULLEY (1983). Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genet. Sel. Evol.* 15:201-224.

GRESSLER, M.G.M.; GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G (2006). Evaluation of the genetic associations between scrotal circumference, age at first calving of heifers mated as yearlings or two-year old and growth characteristics in

Nellore animals. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

GRESSLER, S.L (2004). Fatores ambientais e genéticos do perímetro escrotal e da idade ao primeiro parto em novilhas Nelore desafiadas tradicional ou precocemente. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 139p.

GRESSLER, S.L.; GRESSLER, M.G.M.; BERGMANN, J.A.G (2006) Evaluation of genetic associations between scrotal circumference and age at first calving when mating as yearlings or two-year old Nelore female. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

GRÜNEBER, H (1952). Genetical studies on the skeleton in mouse. IV. Quasi-continuous variations. *F. Genet.* 51:95-114.

HANSEL, W.; CONVEY, E. M (1983). Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 57(Suppl. 2):404

HANSEN, P. J (1985) Seasonal modulation of puberty and the postpartum anestrus in cattle: a review. *Livestock Production Science* 12, 309-327

HARTLEY, H.O., RAO, J.N.K (1967). Maximum likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, 54: 93-108.

HENDERSON, C. (1953). Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, 226-252

HILL, I.D.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Precocidade sexual de bovinos da raça nelore. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

HUDSON, G.F.S.; VAN VLECK, L. D (1981). Relationship Between Production and Stayability in Holstein Cattle *J. Dairy. Sci* 64:2246-2250.

KEANE, M.G.; HARTE, F.J.; DRENNAN, M.J (1991). Productivity of once-calved heifers-effects of pre-calving feeding level and heifer breed type. *Irish Journal of Agricultural a Food Research*, 30: 85-98.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C (1994). Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 1. Heritability. *Anim. Breeding Abstr*, 62(5):309-38.

LÔBO, R.B.; REYES, A.; BEZERRA, L.A.F (1995). Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes. Ribeirão Preto – Departamento de Genética – FMRP - USP. 67p.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FARIAS, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

NOGUEIRA, G.P.; de LUCIA, R.F.S.; PEREIRA, F.V.; CIRILO, P.D. (2003). Precocity fertility in Nelore heifers. *Biol. Reprod.* 68 (Suppl 1):382

NOGUEIRA, G.P (2004). Puberty in South American *Bos Indicus* (Zebu) cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 361-372.

MARCONDES, C.R (2003). Análise bayesiana da probabilidade de permanência no rebanho como característica de seleção para a raça nelore. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 100p.

MARTINEZ-VELAZQUEZ, G.; GREGORY, K. E. ; BENNETT, G. L.; VAN VLECK, L. D (2003). Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. *J. Anim. Sci.* 81:395-401.

MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B (1991) Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Rev. Brasil. Genet.*, 14: 209-212.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N (2000). Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 29: 997-1004.

MEZZADRA C.; HOMSE A.; SAMPEDRO, D (1993). Pubertal traits and seasonal variation of the sexual activity in Brahman, Hereford and crossbred heifers. *Theriogenology* 40:987.

MORRIS, C. A.; BAKER, R. L AND CULLEN, N. G (1992). Genetic correlations between pubertal traits in bulls and heifers. *Livest. Prod. Sci.* 31:221-233.

MORRIS, C. A AND WILSON. J. A. (1997). Progress with selection to change age at puberty and reproductive rate in Angus cattle. *Proc. of the New Zealand Soc. of Anim. Prod.* 57:9-11

MORRIS, C. A.; WILSON, J. A.; BENNETT, G. L.; CULLEN, N. G.; HICKEY, S. M AND HUNTER, J. C (2000). Genetic parameters for growth, puberty, and beef cow reproductive traits in a puberty selection experiment. *New Zealand J. Agric. Res.* 43:83-91.

MWANSA, P.B.; CREWS, D.H. Jr.; WILTON, J.W (2002). Multiple trait selection for maternal productivity in beef cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, v.119, p.391-399, 2002.

OYEDIPE, P.E.; OSORI, D.I.K.; AKEREJOLA, O.; SAROR, D (1982). Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rate of Zebu heifers. *Theriogenology*, 18: 525-539.

PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when blocks sizes are unequal (1971). *Biometrika*, 58: 545-554.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S (2000). Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 29:1676-1683.

PINTO, P.A. Análise da morfologia testicular e da produção e características do sêmen de reprodutores zebus da raça Nelore (1987). Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1987. 87p.

PINTO, P.A.; SILVA, P.R.; ALBUQUERQUE, L.G.; BEZERRA, L.A.F. (1989) Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos das raças Guzerá e Nelore. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*,13:151-156

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

QUIRINO, C.R AND BERGMANN, J.A.G. (1998). Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls, using univariate and bivariate animal models. *Theriogenology*, 49: 1389-1396.

QUIRKE, J.F.; ADAMS, T.E.; HANRAHAN, J.P (1983) Artificial induction of puberty in ewe lambs. In: W. Haresign, Editor, *Sheep Production*, Butterworths, London pp. 409-430.

REYES, A.B.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; TONHATI, H.; MARTINS-FILHO, R; BEZERRA, L.A.F. (1995) Estimación de (co)varianzas y DEPs por modelo animal bicaracter para pesos y perímetro escrotal de ganado Nelore en Brasil. In :*Memorias XIV. Reunión ALPA. 19º Congreso AAPA*, p. 926-930.

REVERTER, A.B.L.; GOLDEN, R.; BOUDON, M.; BRINKS, J.S. (1994). Method R variance components procedure: applications of the simple breeding value model. *J. Anim. Sci.* 72:2247-2253

RAWLINGS, N.S.; EVANS, A.C.O.; HONARAMOOZ, M A.; BARTLEWSKI, P.M (2003). Antral follicle growth and endocrine changes in prepubertal cattle, sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.*, 78:259-270.

SHIOTSUKI, L.; PEREIRA, M.C.; VECHETINI, M.E.; SILVA, J.A.; FORMIGONI, I.B.; ALBUQUERQUE, L.G. (2006). Genetic association between pregnancy success in heifers and visual scores of conformation and finishing precocity in Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

SHORT, T. H., LAWLOR, T. J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins (1992). *J. Dairy. Sci.*, 75: 1987-1998.

SILVA J.A.; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 34:1568-1572.

SNELLING, W.M.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M (1995). Within-herd genetic analyses of stayability of beef females. *J. Anim. Sci.*, 73:993-1001.

SORENSEN, D. (1996) *Gibbs Sampling in Quantitative Genetics*, Internal Report No. 82, National Institute of Animal Science, Tjele, Denmark.

TRAN, T.Q.; WARNICK, A.C.; HAMMOND, M.E.; KOGER, M (1988). Reproduction in Brahman cows calving for the first time at two or three years of age. *Theriogenology*, 29: 751-756.

VAN DOORMAAL, B.J.; SCHAEFFER, L.R.; KENNEDY, B.W. (1985) Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian Holsteins. *J. Dairy. Sci.*, v.68, p.1763-1769

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; MATTOS, E.C. Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil, 2007.*

VAN TASSELL, C. P., CASELLA, G AND POLLAK. E. J (1995). Effects of selection on estimates of variance components using Gibbs sampling and restriction maximum likelihood. *J. Dairy Sci.* 78:678:692.

VARGAS, C. A.; ELZO, M. A.; CHASE JR, C. C.; CHENOWETH, P. J. AND OLSON. T. A (1998). Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 76:2536-2540.

VIZCARRA, J.A.; WETTEMANN, R.P.; LUSBY, K.S.; SELK, G.E.; YELICH, J.V (1995) Body condition score is a precise tool to evaluate beef cows. Disponível em: <http://www.ansi.okstate.edu/research/1995RR/1995RR34.PDF>. Acesso em maio de 2008.

VOZZI, P.A.; OLIVEIRA, H.N.; OLIVATO, W.L.; GESTAL, R.L.; PAZ, C.C.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. (2008). Probabilidade de Parto Precoce como critério de seleção para precocidade sexual em bovinos da raça Nelore. *VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, São Carlos, SP, Brasil.*

CAPÍTULO 2: Probabilidade de Parto Precoce (3P) como critério de seleção para precocidade sexual de novilhas da raça Nelore

Resumo - Utilizou-se a amostragem de Gibbs para estimar os componentes de variância para a característica Probabilidade de Parto Precoce (3P) utilizada como critério de seleção para precocidade sexual em novilhas da raça Nelore do Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore (PMGRN). Diferentes modelos foram testados para identificar aquele de melhor ajuste. Observou-se pequena variação na distribuição posterior média dos componentes de variância e parâmetros genéticos. A distribuição posterior dos coeficientes de herdabilidade obtidos nos diferentes modelos foram semelhantes e próximos a 50%, indicando que a característica responde a seleção e pode ser utilizada como critério de seleção para precocidade sexual nos programas de melhoramento genético das raças zebuínas. Os modelos que apresentaram melhor ajuste foram aqueles que consideraram a classe da idade da mãe de novilha ao parto como um segundo efeito fixo e o peso da novilha à desmama, indicando que a condição fenotípica das novilhas no início da estação de acasalamento é uma considerável fonte de variação e pode afetar a expressão fenotípica da puberdade precoce.

Palavra-chave: Herdabilidade, Inferência Bayesiana, Nelore, Precocidade sexual.

Introdução

A identificação precisa dos fatores genéticos e ambientais que influenciam a precocidade sexual das fêmeas zebuínas tornou-se o principal desafio dos principais programas de melhoramento genético das raças índicas no Brasil. A antecipação na entrada em reprodução das novilhas possui importantes reflexos econômicos na atividade da pecuária de corte já que por meio da seleção para essas características procura-se aumentar a vida produtiva e o número de progênes produzido por vaca.

A puberdade das novilhas zebuínas envolve um sistema de interação hormônios - tecidos - glândulas semelhante ao observado nas raças taurinas (Evans *et al.*, 1999). A progressiva diminuição na resposta do hipotálamo ao estradiol segue a estimulação da pituitária determinado pelos altos níveis de secreção do hormônio LH (Day *et al.*, 1987). Fatores que afetam a puberdade das novilhas zebuínas foram extensamente revisados por Nogueira (2004) onde o nível nutricional, o clima, as estações de nascimento e a genética dos animais são os que maiores efeitos exercem sobre a puberdade.

Estudos sobre características de limiar (*thresholds*) associadas à precocidade sexual na raça Nelore (Eler *et al.*, 2002; Eler *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2005; Shiotsuki *et al.*, 2006; Faria *et al.*, 2007; Van Melis *et al.*, 2007; Vozzi *et al.*, 2008) indicam que as mesmas apresentam variabilidade genética suficiente para responder à seleção e atualmente estão sendo utilizadas como critério de seleção nos programas de melhoramento genético brasileiros para a raça Nelore (Eler *et al.*, 2002; Eler, 2005; Hill, 2005; Lôbo *et al.*, 2008).

Objetivos Gerais

O trabalho teve como objetivo estimar componentes de variâncias e parâmetros genéticos para a característica Probabilidade de Parto Precoce analisando diferentes modelos estatísticos sob um modelo Bayesiano de limiar.

Objetivos Específicos

- Propor um modelo estatístico apropriado para a análise Bayesiana da característica de limiar 3P;
- Obter distribuições posteriores dos componentes de variâncias e parâmetros genéticos da característica 3P;
- Estabelecer se há variabilidade genética suficiente a ser trabalhada na raça Nelore.

Material e Métodos

Origem das informações: O arquivo de dados foi constituído por informações provenientes do Programa ANCP de Precocidade sexual (Lôbo *et al.*, 2008), sendo 10.558 informações reprodutivas de novilhas nascidas entre 2.000 e 2004, colhidas em 11 fazendas participantes do programa foram utilizadas na análise. As 10.558 novilhas utilizadas nesta análise são filhas de 479 touros e de 7.459 matrizes.

Definição da característica Probabilidade de Perto Precoce (3P): Novilhas desafiadas precocemente entre os 12 e 21 meses, diagnosticadas com prenhez positiva (diagnóstico por ultra-sonografia ou palpação retal), que mantiveram a gestação e pariram um bezerro vivo receberam o escore 1 (sucesso). As contemporâneas que não atingiram algum critério anteriormente descrito receberam o escore 0 (fracasso).

Modelo Genético:

Formação do grupo de contemporâneas

O grupo de contemporâneos foi definido como animais da mesma fazenda, nascidos no mesmo ano e mesmo trimestre e pertencente ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneos com menos de cinco animais e grupos descendentes de um mesmo reprodutor não foram considerados nas análises. No total foram constituídos 94 grupos de contemporâneos.

Modelos estatísticos avaliados

Com o intuito de analisar os fatores que afetam a expressão da característica foram analisados oito modelos estatísticos univariados para a característica 3P. Foram contemplados nos diferentes modelos além do grupo de contemporâneos as seguintes variáveis:

CIVP: Corresponde à classe da idade da vaca ao parto no nascimento da novilha, tomado como efeito fixo. Foram contempladas nove classes de idades diferentes.

P210: Peso padronizado aos 210 dias de idade da novilha. Característica indicativa do peso à desmama da novilha, o mesmo foi considerado no modelo como uma (co)variável linear. O peso padronizado aos 210 dias foi calculado de acordo à seguinte fórmula (Garnero *et al.*, 2001):

$$\mathbf{P210 = Pa + GMD \times da}$$

em que **Pa** é o peso anterior à idade padrão, **GMD** é ganho de peso diário e **da** corresponde aos dias compreendidos entre a idade anterior e a idade padrão

O ganho médio diário foi obtido de acordo a seguinte formula:

$$\mathbf{GMD=(Pp-Pa)/(Ip-Ia)}$$

Em que **Pp** é o peso posterior à idade padrão, **Pa** é o peso anterior à idade padrão, **Ip** é a idade do animal em dias na pesagem posterior e **Ia** é a idade do animal em dias na pesagem anterior.

P365: Peso padronizado aos 365 dias de idade da novilha. Característica indicativa do peso da novilha ao início da estação de monta, o mesmo também foi considerado no modelo como uma (co)variável linear. O peso

padronizado aos 365 dias foi calculado seguindo-se a mesma fórmula utilizada para o peso aos 210 dias.

A estrutura dos diferentes modelos é detalhada a seguir:

Modelo 1 (M1): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas como efeito fixo.

Modelo 2 (M2): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas e a classe da Idade da mãe da novilha ao parto como efeitos fixos.

Modelo 3 (M3): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas e a classe da Idade da mãe da novilha ao parto como efeitos fixos e o peso à desmama da novilha (peso aos 210 dias) como (co)variável.

Modelo 4 (M4): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas e a classe da Idade da mãe da novilha ao parto como efeitos fixos e o peso à entrada da novilha da estação de monta (peso aos 365 dias) como (co)variável.

Modelo 5 (M5): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas e a classe de idade da mãe de novilha ao parto como efeitos fixos e o peso à desmama da novilha (peso aos 210 dias) e o peso à entrada da novilha na estação de monta (peso aos 365 dias) como (co)variáveis.

Modelo 6 (M6): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas como efeito fixo e o peso à desmama da novilha (peso aos 210 dias) como (co)variável.

Modelo 7 (M7): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas como efeito fixo, o peso à desmama da novilha (peso aos 210 dias) e o peso

à entrada da novilha na estação de monta (peso aos 365 dias) como (co)variáveis.

Modelo 8 (M8): Modelo *thresholds* considerando o grupo de contemporâneas como efeito fixo e o peso à entrada da novilha na estação de monta (peso aos 365 dias) como (co)variável.

Para a estimação de parâmetros genéticos nos diferentes modelos foi utilizado um modelo Bayesiano *Thresholds* (de limiar), por meio do processo iterativo da amostragem de Gibbs utilizando o *software* THRGIBBS1F90 (Tsuruta *et al.*, 2006) de acordo ao com o seguinte modelo genético de limiar:

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

onde

$$\mathbf{V} \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{V} \otimes \mathbf{A} & 0 \\ 0 & \mathbf{R} \otimes \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

em que \mathbf{y} é o vetor das informações para a característica 3P, $\boldsymbol{\beta}$ é o efeito dos grupos de contemporâneos, $\boldsymbol{\mu}$ é o vetor de efeitos genéticos diretos, \mathbf{X} e \mathbf{Z} são as matrizes que relacionam os dados com seus respectivos efeitos e \mathbf{e} representa os efeitos residuais do modelo, \mathbf{A} é a matriz de parentesco contendo todos os animais presentes no pedigree, \mathbf{I} é a matriz de identidade, \otimes é o produto de Kronecker, \mathbf{V} é a matriz de variância e (co)variâncias para os efeitos genéticos aditivos e \mathbf{R} é a matriz de variância e (co)variâncias para os efeitos residuais. Nas diferentes análises a variância residual sobre a

escala não observável foi fixada em 1 de acordo com Gianola & Foulley (1983).

Para todos os modelos foi utilizada uma cadeia simples de 1.000.000 de amostras de Gibbs, com um descarte inicial de 20.000 amostras, realizando a amostragens das mesmas a cada 50 ciclos. As análises post-gibbs foram realizadas utilizando os *softwares* POSTGIBBSF90 (Tsuruta *et al.*, 2006) e Gibanal (Van Kaam, 1997).

Para a determinação do ajuste dos diferentes modelos foi utilizado o PROC GENMOD (Modelos Lineares Generalizados) considerando-se a distribuição de Poisson e função logarítmica específica para características binárias (SAS, 2003). Para a comparação dos ganhos de pesos e dos pesos ajustados entre as novilhas precoces e não precoces foi utilizado PROC TTEST (SAS, 2003).

Resultados e Discussão

As novilhas que receberam o escore 1 (sucesso) e 0 (fracasso) totalizaram 13 e 87% respectivamente, do total de dados. Considerando as novilhas que pariram precocemente, a idade média de prenhez aconteceu aproximadamente aos 16 meses. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por (Shiotsuki *et al.*, 2006) também na raça Nelore em novilhas desafiadas aos 16 meses de idade. Os ganhos médios em peso no período compreendido entre a desmama e o ano de idade e o peso ajustado médio das novilhas aos 365 dias foram superiores nas novilhas precoces ($p < 0,01$).

Nas figuras 1 a 16 foram apresentadas as distribuições posteriores da herdabilidade e a variância genética obtida nas diferentes análises.

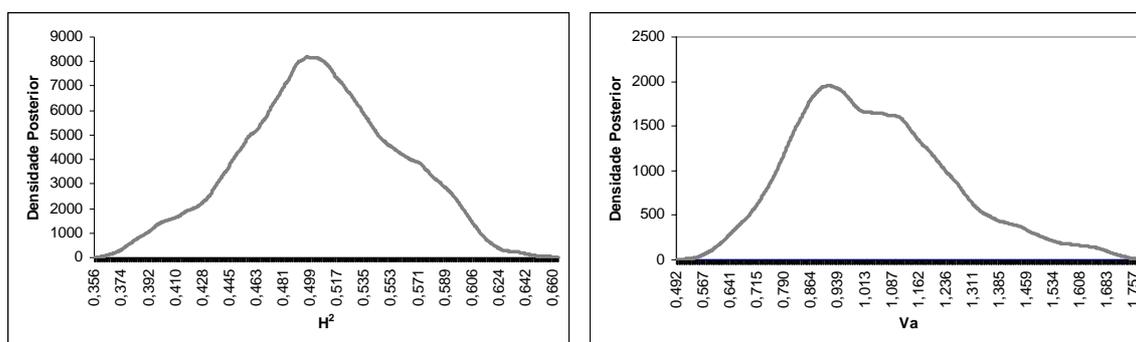


Figura 1 e 2: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 1

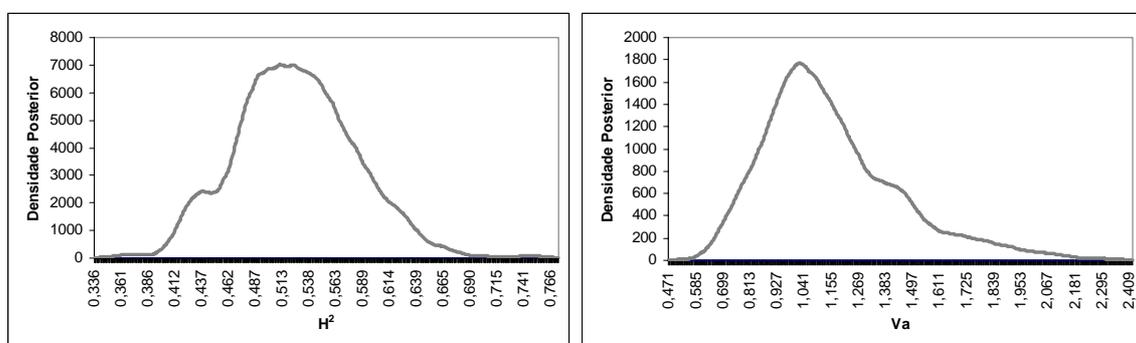


Figura 3 e 4: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 2

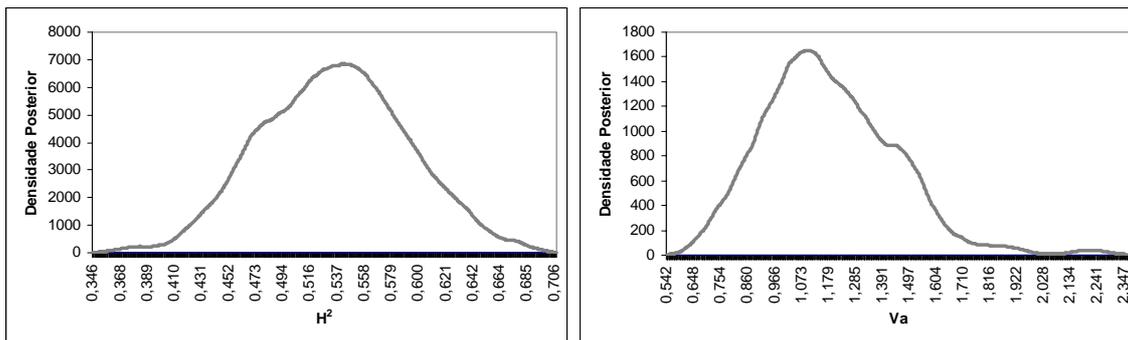


Figura 5 e 6: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 3

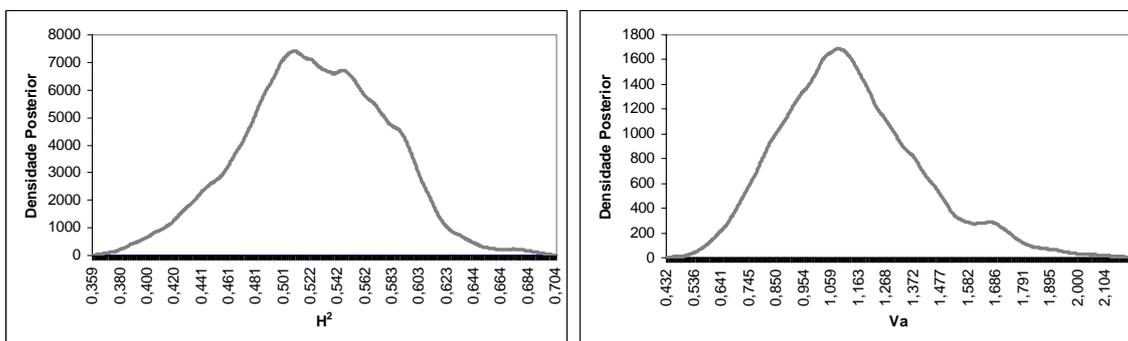


Figura 7 e 8: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 4

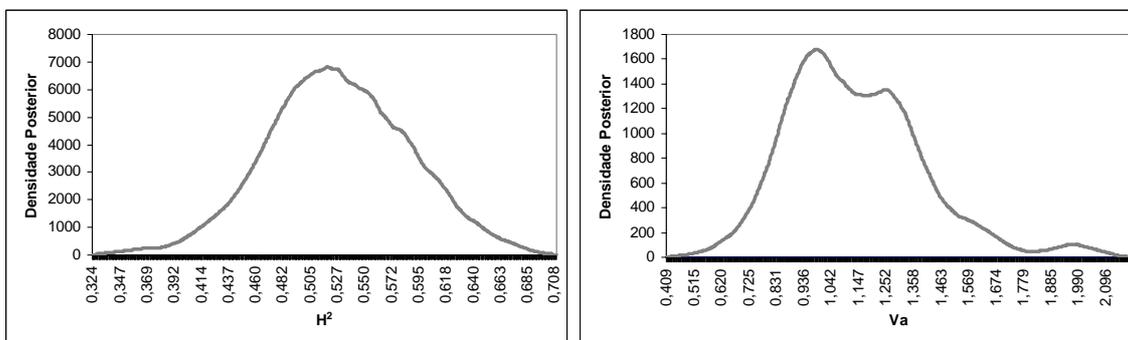


Figura 9 e 10: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 5

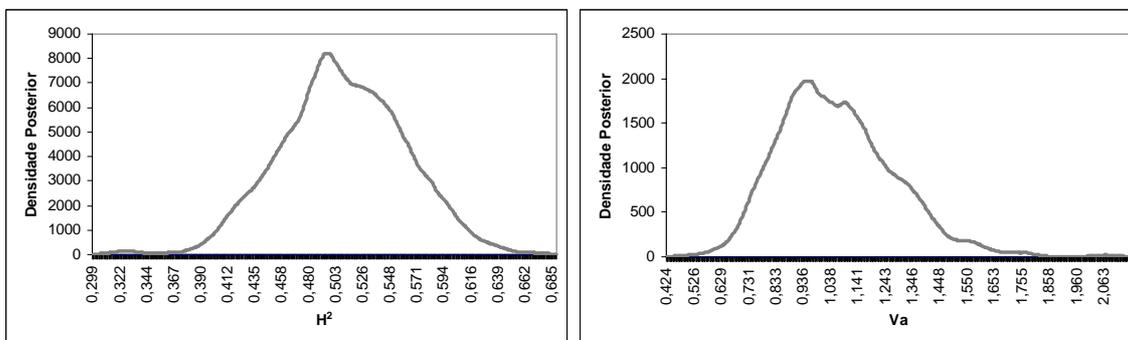


Figura 11 e 12: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 6

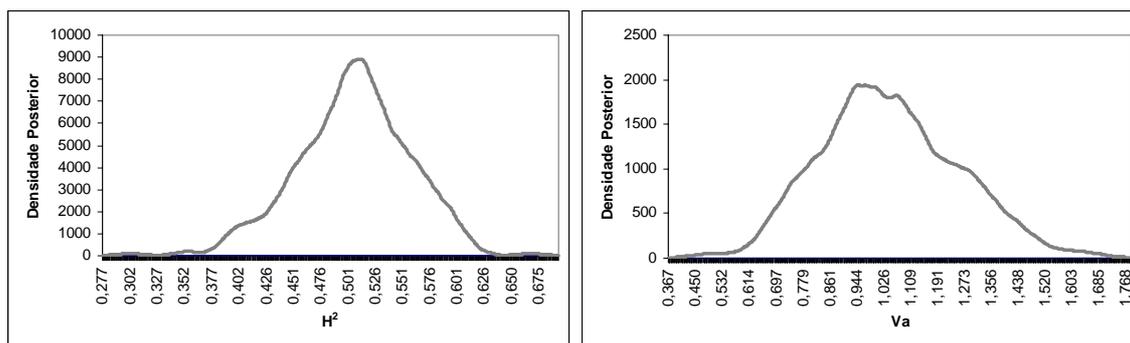


Figura 13 e 14: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 7

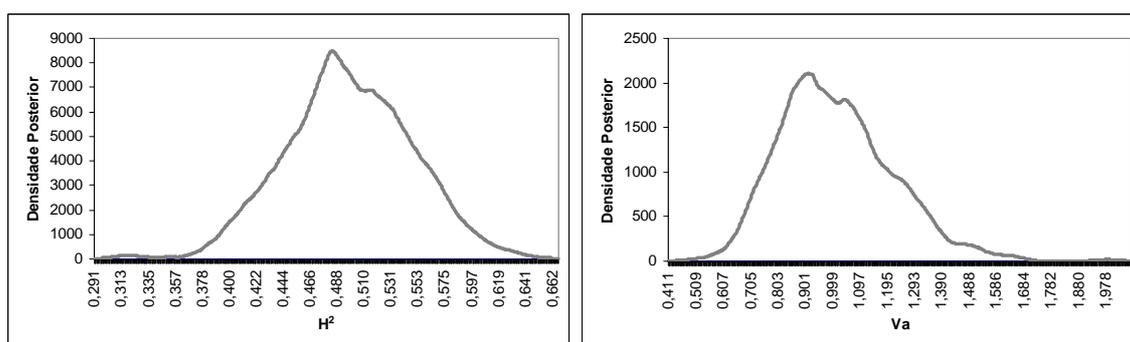


Figura 15 e 16: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e da variância genética resultante do Modelo 8

Independentemente do modelo, as distribuições posteriores dos componentes de variância genética e das estimativas de herdabilidade foram semelhantes nos diferentes modelos empregados. Conforme pode ser observado nas figuras 1 a 16 a distribuição das amostras tendem ser Normais, com valores próximos da media, moda e mediana (Tabela 2.2) o que indicaria uma correta implementação da técnica Bayesiana por médio da utilização do processo iterativo da amostragem de Gibbs para a característica 3P (Blasco *et al.*, 2001; Magnabosco *et al.*, 2002).

Na tabela 1.2 são apresentados os resultados obtidos na análise Bayesiana nos diferentes modelos.

Tabela 1.2: Média, Desvio padrão e região de credibilidade dos componentes de variância obtidos nos diferentes modelos

	Variância	Média	Desvio-Padrão	Região de credibilidade (95%)
M1	Va	1,044	0,223	1,028 a 1,061
	Vr	1,002	0,020	1,002 a 1,003
M2	Va	1,140	0,269	1,120 a 1,161
	Vr	1,003	1,003	1,002 a 1,003
M3	Va	1,187	0,284	1,164 a 1,210
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M4	Va	1,138	0,272	1,116 a 1,160
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M5	Va	1,161	0,270	1,142 a 1,180
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M6	Va	1,060	0,223	1,046 a 1,075
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M7	Va	1,027	0,216	1,011 a 1,044
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M8	Va	1,011	0,210	0,997 a 1,025
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003

Va: Variância genética aditiva; VR: Variância residual

Na tabela 2.2 são apresentadas as médias, modas e medianas das distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade para a característica Probabilidade de Parto Precoce (3P), obtidas nos diferentes modelos via inferência Bayesiana.

Tabela 2.2: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade obtidas nos diferentes modelos (média, moda e mediana)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Média	0,504	0,525	0,534	0,524	0,529	0,508	0,500	0,497
Moda	0,502	0,518	0,527	0,512	0,533	0,520	0,502	0,490
Mediana	0,504	0,524	0,534	0,524	0,529	0,508	0,501	0,496

As tabelas 1.2 e 2.2 mostram que os diferentes modelos resultaram em variâncias e herdabilidades semelhantes, sendo que estas últimas foram todas próximas a 50% o que indica que a característica possui variabilidade genética suficiente para ser incluída como critério de seleção nos programas de melhoramento genético. Resultados de herdabilidade semelhantes foram

obtidos por Eler *et al.* (2002) para a característica Probabilidade de Prenhez aos 14 meses utilizando o Método \mathfrak{R} , Probabilidade de Prenhez aos 16 meses (Silva *et al.*, 2005; Shiotzuki *et al.*, 2006) aplicando método \mathfrak{R} e inferência Bayesiana respectivamente e por Van Melis *et al.* (2007) também utilizando um modelo Bayesiano multivariado, também para a característica Probabilidade de Prenhez aos 14 meses.

Na tabela 3.2 é apresentado o resultado do PROC GENMOD para a determinação do modelo que apresentou maior ajuste.

Tabela 3.2: Comparação dos diferentes modelos estudados

Modelo	Desvio	Log Verossimilhança	P
M1	753,6825	-10405,2300	0,0720
M2	749,2373	-10403,0091	0,0717
M3	716,4000	-10386,5905	0,0697
M4	698,5226	-10377,7657	0,0685
M5	683,4805	-10370,1307	0,0682
M6	719,9492	-10388,3650	0,0700
M7	687,1414	-10371,9612	0,0685
M8	702,0893	-10379,4351	0,0688

Log verossimilhança: quanto menor maior ajuste

Os modelos que apresentaram melhor ajuste foram os M1, M2 e M6 indicando que a condição fenotípica das novilhas á desmama pode afetar seu desempenho reprodutivo quando as mesmas são desafiadas precocemente em idades próximas aos 12 meses. Segundo Foxcroft (1980), Vizcarra *et al.* (1995) e Nogueira (2004) as novilhas com maiores taxas de crescimento no período pré e pós-desmama tendem a atingir mais cedo a puberdade que aquelas novilhas com menores índices de crescimento o que reforçam os resultados obtidos com esses modelos. Os maiores ganhos entre a desmama e ano de idade e os maiores pesos ao início da estação de monta das novilhas que receberam o escore 1 reforçam esta hipótese. As estações de

nascimentos das novilhas afetam consideravelmente o desempenho das mesmas após da desmama, sendo a disponibilidade de alimentos o principal fator que determine a condição fenotípica das mesmas ao início da estação de monta, portanto considerar as diferentes estações de nascimento nos grupos de contemporâneas contribui significativamente para ajustar o modelo.

Embora a densidade posterior dos componentes de variâncias e dos parâmetros genéticos tenham sido semelhante nos diferentes modelos, a inclusão da classe de idade da mãe da novilha ao parto e dos pesos das novilhas à desmama e ao início da estação de monta podem aumentar as acurácias das estimativas de parâmetros genéticos e das Diferenças Esperadas nas Progênes (DEPs) para Probabilidade de Parto Precoce nas avaliações genéticas para esta característica.

Conclusões

Existe variabilidade genética potencial em termos de precocidade sexual para ser utilizada nos programas de melhoramento da raça Nelore.

As estimativas de herdabilidade obtidas no estudo mostram que a característica Probabilidade de Parto Precoce (3P) pode ser utilizada como critério de seleção para precocidade sexual na raça Nelore com importantes reflexos econômicos para a pecuária de corte já que a mesma contempla a prenhez precoce, a manutenção da gestação e a parição de um bezerro vivo.

A condição fenotípica das novilhas à desmama tem efeito significativo na expressão de característica 3P, portanto os fatores que atuam nessa fase

deveriam ser considerados nos modelos das avaliações genéticas para característica de precocidade sexual.

Bibliografia

BLASCO, A (2001). The Bayesian controversy in animal breeding. *J. Anim. Sci.*, 79: 2023-2046

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.432-436.

DAY, M.L.; IMAKAWA, K, WOLFE, P.L.; KITTOK, R.J.; KINDER. E.J. (1987). Endocrine mechanism of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 37: 1054-1065.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ J.B.S.; DIAS F, *et al.* (2002). Genetic evaluation of probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 951-954.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; *et al.* (2004). Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* 82: 2519-2527.

ELER, J.P (2005). Seleção para precocidade sexual em novilhas de corte. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

EVANS, J.L.; GOLDEN, R.M.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L (1999). Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2621-2628.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; de los REYES, A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D (2007). Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nelore cattle (*Bos indicus*). *Genetics and Molecular Biology*, 30: 343-348.

FOXCROFT, G.R. (1980). Growth and breeding performance in animal and birds. In: Lawrence, T.L.J. (Ed). Growth in animals. Butterworths, London, pp. 227-247.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B, BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. (2001). Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 30(3): 714-718.

GIANOLA, D., and FOULLEY, J.L (1983). Sire evaluation for ordered categorical data with a thresholds model. *Genet. Sel. Evol.* 15:201-224.

HILL, I.D.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Precocidade sexual de bovinos da raça nelore. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FARIAS, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

NOGUEIRA, G.P. (2004). Puberty in South American *Bos Indicus* (Zebu) cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 361-372.

MAGNABOSCO, C.U.; FARIA, C.U.; REYES, A. de los.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D. Implementação da amostragem de Gibbs na estimação de componentes de (co)variância parâmetros genéticos em dados de campo de bovinos Nelore. Planaltina:Embrapa Cerrados, 2002. v. 1. 46 p. [Boletim de Pesquisa].

REVERTER, A.B.L.; GOLDEN, R.; BOUDON, M.; BRINKS, J.S. (1994). Method R variance components procedure: applications of the simple breeding value model. *J. Anim. Sci.* 72:2247-2253

SAS Institute, SAS (Statistical Analysis System). **User's Guide**. Cary, NC, 2003. 129p.

SHIOTSUKI, L.; PEREIRA, M.C.; VECHETINI, M.E.; SILVA, J.A.; FORMIGONI, I.B.; ALBUQUERQUE, L.G. (2006). Genetic association between pregnancy success in heifers and visual scores of conformation and finishing precocity in Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

SILVA J.A.; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 34:1568-1572.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance component with threshold-linear models. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

VAN KAAM, J.B.C.H.M. (1997) **GIBANAL** - Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.4, Netherlands

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; MATTOS, E.C. Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil, 2007.*

VIZCARRA, J.A.; WETTEMANN, R.P.; LUSBY, K.S.; SELK, G.E.; YELICH, J.V (1995) Body condition score is a precise tool to evaluate beef cows. Disponível em: <http://www.ansi.okstate.edu/research/1995RR/1995RR34.PDF>. Acesso em maio de 2008.

VOZZI, P.A.; OLIVEIRA, H.N.; OLIVATO, W.L.; GESTAL, R.L.; PAZ, C.C.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. (2008). Probabilidade de Parto Precoce como critério de seleção para precocidade sexual em bovinos da raça Nelore. VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, São Carlos, SP, Brasil.

Capítulo 3: Associação genética entre Probabilidade de Parto Precoce (3P), Perímetro e Crescimento escrotal em diferentes idades de bovinos da raça Nelore.

Resumo - A identificação precisa dos fatores genéticos e ambientais que determinam a expressão de características de precocidade sexual em raças índicas é sem dúvida o principal desafio dos programas de melhoramento genético no Brasil. Nos machos, o perímetro escrotal é frequentemente utilizado como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual, no entanto em novilhas o critério comumente utilizado é a idade ao primeiro parto (IPP), característica que apresenta um forte componente ambiental nas ambientes tropicais. O estudo teve como objetivo estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para as características Probabilidade de Parto Precoce (*thresholds*), para os perímetros escrotais aos 365, 450 e 550 dias de idade e para o crescimento testicular entre essas idades (*todas contínuas*) mediante a utilização de um modelo Bayesiano multivariado em animais da raça Nelore participantes do PMGRN. As distribuições posteriores médias das estimativas de herdabilidades obtidas foram de média a alta magnitude. A maior correlação genética entre parto precoce e os perímetros escrotais ocorreu aos 450 dias de idade, o que indicaria que possivelmente seja esta a melhor idade para selecionar machos jovens com o objetivo de melhorar a precocidade sexual dos rebanhos. A correlação genética obtida entre Parto Precoce e crescimento testicular entre as diferentes idades comprovou estes resultados sugerindo-se que o crescimento testicular entre os 365 e 450 dias de idade estaria relacionado aos eventos fisiológicos associados à puberdade precoce.

Palavra-chave: Correlação Genética, Inferência Bayesiana, Precocidade sexual, Nelore.

Introdução

Recentes pesquisas no Brasil têm procurado determinar a melhor idade para selecionar machos jovens utilizando-se o perímetro escrotal como critério de seleção para precocidade sexual do rebanho (Bergmann et al., 2006; Eler *et al.*, 2006; Gressler *et al.*, 2006; Van Melis *et al.*, 2007; Boligon *et al.*, 2008). Os resultados indicam correlações medianamente favoráveis entre as características expressas em sexos diferentes, porém a mesma varia de acordo com a idade em que o perímetro escrotal é utilizado como critério de seleção. O perímetro escrotal em diferentes idades é o critério de seleção para precocidade sexual e fertilidade mais utilizado em machos nas raças zebuínas principalmente pela importante variabilidade genética que apresenta (Quirino & Bergmann, 1998; Eler *et al.*, 2006; Gressler *et al.*, 2006; Fridrich *et al.*, 2006; Van Melis *et al.*, 2007) e pelos reflexos que sua seleção têm sobre a eficiência reprodutiva e precocidade sexual dos rebanhos. Com a identificação de qual idade nos machos jovens teria maior correlação genética com a precocidade sexual das fêmeas, poderia ser intensificada a seleção para precocidade sexual em ambientes tropicais, devido principalmente à dificuldade de detecção da puberdade em novilhas. Segundo Eler (2005) o perímetro escrotal não possuiria correlação genética suficiente com a puberdade precoce das novilhas na raça Nelore para ser utilizado exclusivamente na seleção para precocidade sexual. Sua utilização consistiria em aumentar a acurácia das avaliações genéticas para prenhez precoce das novilhas, quando em modelos bi ou multicaracterística com as características indicadoras de precocidade sexual nas fêmeas para acrescentando informação ao modelo genético.

Nesta mesma linha de raciocínio diversas pesquisas foram conduzidas em raças taurinas e índicas para determinar a associação genética entre características expressas em sexos diferentes. Evans *et al.* (1999) e Martínez-Velázquez *et al.* (2003) encontraram correlações genéticas próximas a zero nas raças taurinas como a Hereford, Limousine, Red Poll, Simental, Charolaise, Pinzgauer, Gelbvieh e Braunvieh. Porém, no Brasil, Eler *et al.* (2004) e Eler *et al.* (2006) utilizando o Método \Re e Van Melis *et al.* (2007) sob um enfoque Bayesiano analisaram a correlação genética entre PP14 (probabilidade de prenhez aos 14 meses) e perímetro escrotal aos 15 e 18 meses de idade observando correlações positivas e favoráveis entre precocidade sexual das novilhas e perímetro escrotal na raça Nelore. Os resultados obtidos com o método \Re indicaram que a melhor idade para selecionar o perímetro escrotal visando precocidade sexual ocorreria aos 18 meses de idade, sendo que as correlações genéticas variaram de 0,20 a 0,27. A distribuição posterior média da correlação genética entre PP14 e perímetro escrotal aos 18 meses estimada por Van Melis *et al.* (2007) foi de 0,28.

Objetivos gerais

O trabalho teve como objetivo estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para as características Probabilidade de parto Precoce e os perímetros escrotais em diferentes idades implementando um modelo Bayesiano multivariado.

Objetivos específicos

- Estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genético para Probabilidade de parto precoce, perímetro escrotal aos 365 (PE365), 450 (PE450) e 550 dias (PE550), crescimento testicular entre os 365 e 450 dias (CT 365-450) e crescimento testicular entre os 450 e 550 dias de idade (CT 450-550).
- Determinar a correlação genética entre todas as características mediante uso de modelo Bayesiano multivariado.
- Comparar os componentes de variâncias e parâmetros genéticos obtidos de modelos univariados e multivariados para a característica 3P.

Material e métodos

Origem das informações: O arquivo de dados foi constituído por informações provenientes do Programa ANCP de Precocidade sexual (Lôbo *et al.*, 2008), sendo 10.558 informações reprodutivas de novilhas nascidas entre 2.000 e 2004, colhidas em 11 fazendas participantes do programa foram utilizadas na análise. As 10.558 novilhas utilizadas nesta análise são filhas de 479 touros e de 7.459 matrizes.

As medidas de perímetro escrotal foram obtidas do arquivo zootécnico do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), totalizando-se 128.634 informações de perímetros escrotais provenientes de 43.247 animais, nascidos entre os anos de 1.991 e 2.005, filhos de 2.428 touros e 36.296 matrizes.

Definição da característica Probabilidade de Perto Precoce (3P): Novilhas desafiadas precocemente entre os 12 e 20 meses, diagnosticadas com prenhez positiva (diagnóstico por ultra-sonografia ou palpação retal), que mantiveram a gestação e pariram um bezerro vivo receberam o escore 1 (sucesso). As contemporâneas que não atingiram algum critério anteriormente descrito receberam o escore 0 (fracasso).

Definição das características Perímetro Escrotal aos 365 (PE365), 450 (PE450) e 550 (PE550) dias de idade: Estas medidas correspondem à mensuração do perímetro escrotal ajustada a uma determinada idade de seguindo-se à seguinte fórmula:

$$PEi = Ma + GMD \times da$$

em que **PEi** é a medida de perímetro escrotal padronizada a uma determinada idade, **Ma** é a medida anterior à idade padrão, **GMD** é ganho em milímetros diários e **da** corresponde aos dias compreendidos entre a idade anterior e a idade padrão.

O ganho médio diário foi obtido de acordo a seguinte formula:

$$GMD=(Mp-Ma)/(Ip-Ia)$$

Em que **Mp** é a medida posterior à idade padrão, **Ma** é a medida anterior à idade padrão, **Ip** é a idade do animal em dias na medida posterior e **Ia** é a idade do animal em dias na medida anterior.

Definição das características Crescimento Testicular entre os 365 e 450 dias (CT 365-450) e entre os 450 e 550 dias de idade (CT 450-550): As características foram calculadas como a diferença entre as medidas padronizadas para perímetro escrotal entre as duas idades consecutivas.

Modelo Genético:

Grupo de contemporâneas para 3P (efeito fixo 1)

O grupo de contemporâneas foi definido como animais da mesma fazenda, nascidos no mesmo ano e mesmo trimestre e pertencente ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneas com menos de cinco novilhas e grupos descendentes de um mesmo reprodutor não foram considerados nas análises. No total foram constituídos 94 grupos de contemporâneas.

Classe de idade da vaca ao parto (CIVP) (efeito fixo 2)

Corresponde à classe da idade da vaca ao parto no nascimento da novilha, considerado como um segundo efeito fixo. Foram contempladas nove classes de idade diferentes.

Grupos de contemporâneos para perímetro escrotal (efeito fixo 1)

O grupo de contemporâneos para perímetro escrotal foi definido com animais nascidos na mesma fazenda, ano e trimestre de nascimento e pertencentes ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneos com menos de cinco animais e grupos filhos de um mesmo touro não foram considerados na análise. Animais com 3,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média de seu grupo de contemporâneo foram desconsiderados nas análises.

Classe de Idade da Vaca ao Parto (CIVP) (efeito fixo 2)

Mesma definição de CIVP considerada para a característica 3P.

Para a estimação de parâmetros genéticos foi utilizado um modelo Bayesiano multivariado onde a primeira característica foi considerada como de limiar (*thresholds*) e as outras cinco como contínuas (Lineares). Seis características foram analisadas simultaneamente por meio do processo iterativo da amostragem de Gibbs utilizando o *software* THRGIBBS1F90 (Tsuruta *et al.*, 2006) de acordo com o seguinte modelo genético:

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

onde

$$V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V \otimes A & 0 \\ 0 & R \otimes I \end{bmatrix}$$

em que y é o vetor das informações para a característica 3P, PE365, PE450, PE550, CT 365-450, CT 450-550, β é o efeito dos grupos de contemporâneos, μ é o vetor de efeitos genéticos diretos, X e Z são as matrizes que relacionam os dados com seus respectivos efeitos e e representa os efeitos residuais do modelo, A é a matriz de parentesco contendo todos os animais presentes no pedigree, I é a matriz de identidade, \otimes é o produto de Kronecker, V é a matriz de variâncias e (co)variâncias para os efeitos genéticos aditivos e R é a matriz de variâncias e (co)variâncias para os efeitos residuais. Nas diferentes análises a variância residual para a característica 3P sob a escala não observável foi fixada em um (1) de acordo com Gianola e Foulley (1983) e as (co)variâncias residuais entre 3P e os perímetros escrotais foram consideradas como zero.

O modelo Bayesiano consistiu numa cadeia simples de 1.000.000 de amostras de Gibbs, com um descarte inicial de 20.000 amostras, realizando amostragens das mesmas a cada 50 ciclos. As análises post-gibbs foram realizadas utilizando os programas POSTGIBBSF90 (Tsuruta *et al.*, 2006) e Gibanal (Van Kaam, 1997).

Para a obtenção das informações *a priori* dos componentes de variâncias dos perímetros escrotais foram realizadas análises univariadas utilizando o *software* REMLF90 (Misztal, 2004) e o MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), já para a característica 3P foi utilizado o *software* THRGIBBSF90.

Resultados e Discussão

As novilhas que receberam o escore 1 (sucesso) e 0 (fracasso) totalizaram 13 e 87% dos dados, respectivamente para a característica 3P descrita no Capítulo 2. Considerando as novilhas que pariram precocemente, a idade média de prenhez ocorreu aproximadamente aos 16 meses. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Shiotsuki *et al.* (2006) também na raça Nelore em novilhas desafiadas aos 16 meses de idade.

Na Tabela 1.3 são apresentadas as estatísticas descritivas das características lineares utilizadas na análise.

Tabela 1.3: Estatísticas descritivas das características lineares consideradas na análise

Característica	Número de animais	GC	Media	DP	C.V
PE365 (cm)	34.433	1.337	20,01	2,30	0,11
PE450 (cm)	32.347	1.350	22,86	2,99	0,13
PE550 (cm)	15.270	778	26,18	3,35	0,12
CT 365-450 (mm)	23.292	965	3,04	1,36	0,45
CT 450-550 (cm)	23.292	965	3,56	1,44	0,40

Número de animais: Número de animais utilizado em cada característica na análise multivariada;
GC: Números de Grupos de contemporâneos por característica; DP: desvio padrão;
C.V: Coeficiente de Variação da característica.

As médias fenotípicas de PE365, PE450 e PE550 dias de idade foram semelhantes às médias oficiais do PMGRN – Nelore Brasil (Lôbo *et al.*, 2008). Em relação a CT 365-450 e CT 450-550 características crescimento testicular entre os 365 e 450 dias e entre 450 e 550 houve, considerável variação nos dados, fatos demonstrados pelos coeficientes de variação. Embora o processo de consistência das informações fenotípicas tenha sido rigoroso, possíveis erros ou pouca precisão no momento de realizar a mensuração do perímetro escrotal poderia afetar estas características.

Na tabela 2.3 são apresentadas as distribuições posteriores dos componentes de variâncias e suas respectivas regiões de credibilidade a 95% e as estimativas de herdabilidade para as seis características consideradas na análise.

Tabela 2.3: Distribuição posterior média das variâncias genética, residual e regiões de credibilidade obtidas no modelo Bayesiano multicaracterística

Característica	Va	RC (95%)	Vr	RC (95%)	h ²
3P	0,943	0,905 a 0,980	1,001	0,998 a 1,010	0,48
PE365	1,136	1,132 a 1,140	1,739	1,736 a 1,742	0,39
PE450	2,162	2,156 a 2,169	2,852	2,847 a 2,856	0,43
PE550	2,827	2,819 a 2,835	3,536	3,530 a 3,542	0,44
CT 365-450	0,344	0,3419 a 0,346	1,263	1,261 a 1,264	0,21
CT 450-550	0,247	0,2435 a 0,252	1,470	1,468 a 1,473	0,14

Va: Variância genética aditiva; RC (95%): Região de credibilidade de 95%; Vr: Variância Residual; h²: Herdabilidade

Na tabela 3.3 são apresentadas as distribuições posteriores dos componentes de (co)variâncias entre as seis características. Na diagonal da matriz se apresenta a variância genética aditiva de cada característica e fora da diagonal as covariâncias entre cada característica. Já as densidades posteriores das herdabilidades e das variâncias genéticas para cada característica resultantes desta análise estão na figura 1 a 12. As variâncias e a estimativa de herdabilidade da característica 3P no modelo multivariado foram semelhantes às observadas no modelo univariado (Capítulo 2), pelo que a inclusão de informações de perímetro escrotal em diferentes idades no modelo não contribuiu para remover a variação ambiental que a característica apresenta, devido provavelmente a que a expressão das características é em sexos diferentes.

Tabela 3.3: Distribuição posterior média das variâncias e (co)variâncias genéticas obtidas do modelo Bayesiano multicaracterística

	3P	PE365	PE450	PE550	CT 365-450	CT 450-550
3P	0,943	0,448	0,694	0,614	0,246	-0,080
PE365	0,448	1,136	1,477	1,560	0,341	0,082
PE450	0,694	1,477	2,162	2,371	0,685	0,209
PE550	0,614	1,560	2,371	2,827	0,812	0,456
CT 365-450	0,246	0,341	0,685	0,812	0,344	0,127
CT 450-550	-0,080	0,082	0,209	0,456	0,127	0,247

3P: probabilidade de parto precoce; PE365: perímetro escrotal aos 365 dias; PE450: perímetro escrotal aos 450 dias; PE550: perímetro escrotal aos 550 dias; CT 365-450: crescimento testicular entre os 365 e 450 dias de idade; CT 450-550: crescimento testicular entre os 450 e 550 dias de idade.

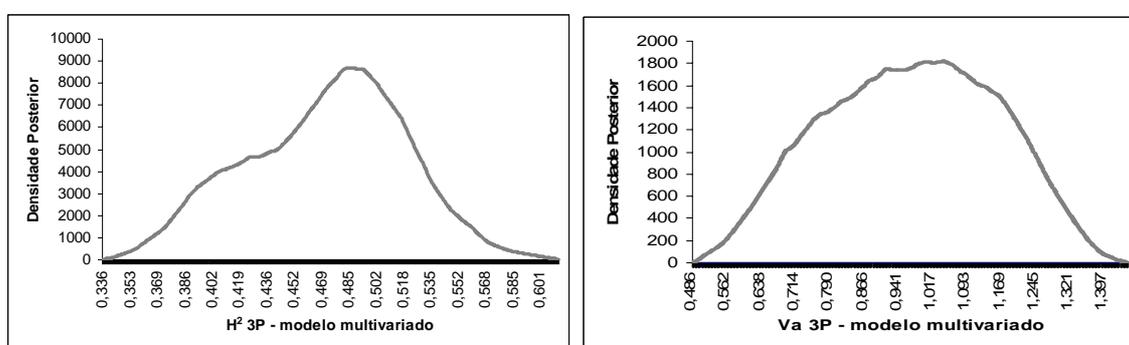


Figura 1 e 2: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica 3P

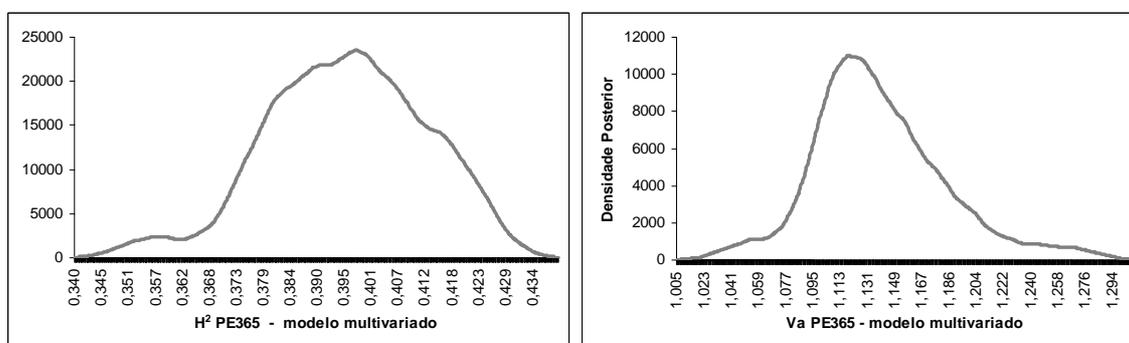


Figura 3 e 4: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE365

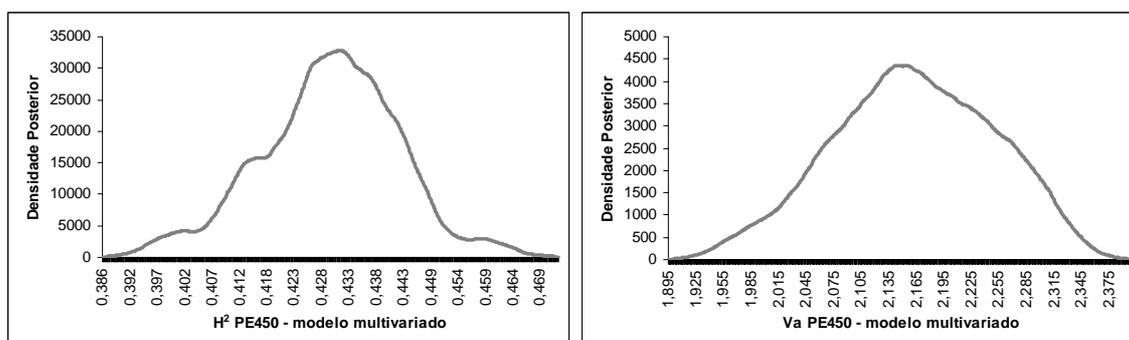


Figura 5 e 6: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE450

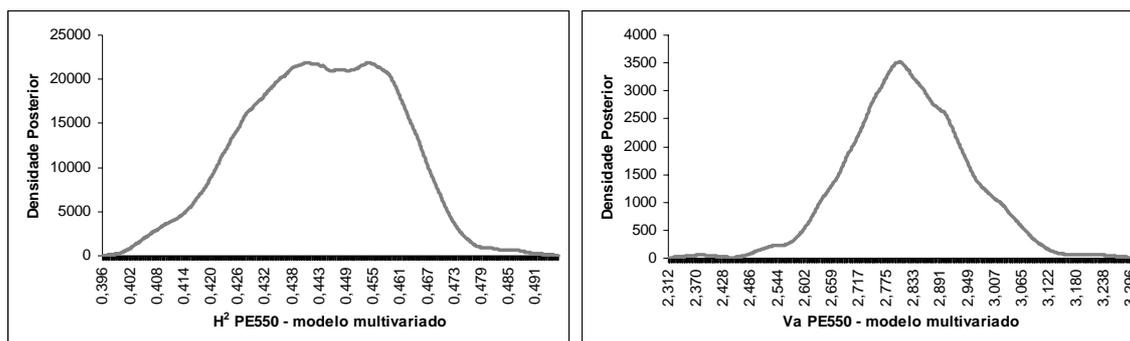


Figura 7 e 8: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica PE550

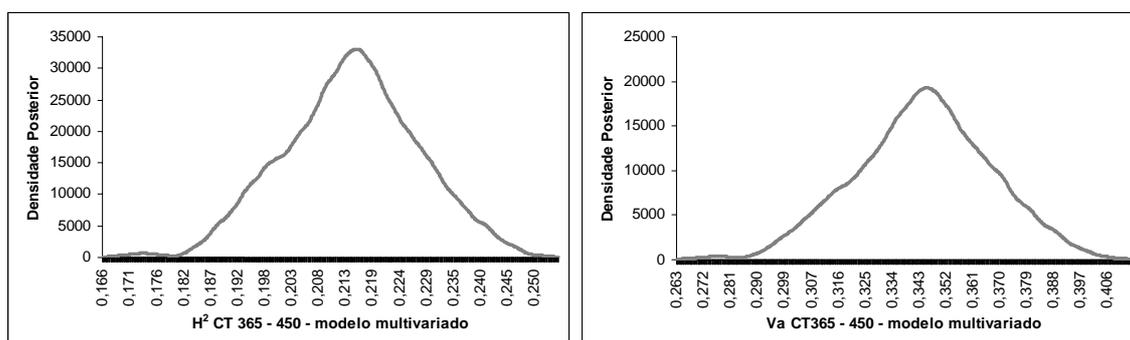


Figura 9 e 10: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica CT365 - 450

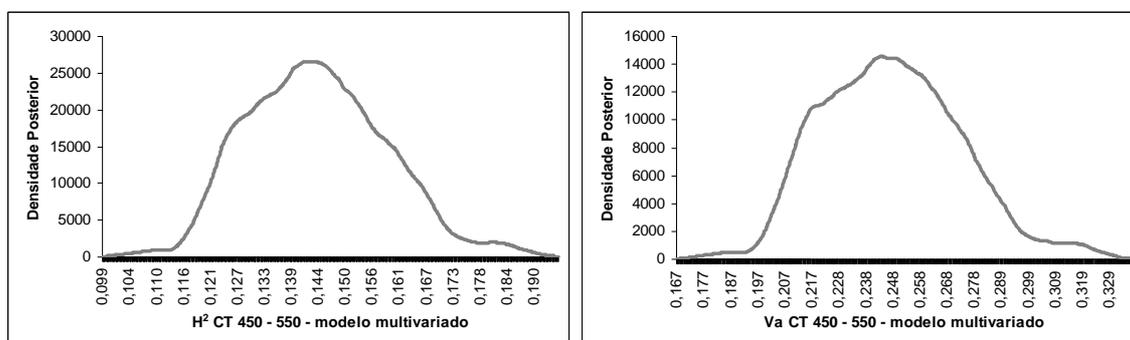


Figura 11 e 12: Distribuições posteriores das estimativas de herdabilidade e variância genética aditiva resultante de um modelo multivariado para a característica CT450 - 550

Como observado nas figuras 1 a 12 as densidades posteriores das amostras de Gibbs geradas nesta análise apresentaram distribuição próxima da normal tanto para as estimativas de herdabilidades obtidas, quanto para a variância genética de cada característica, indicando proximidade entre os valores de médias, moda e mediana. Valores médios a altos de herdabilidade foram obtidos para as características 3P, PE365, PE450 e PE550 conforme

pode ser visualizado na tabela 4.3. As características CT 365 - 450 e CT 450 - 550 apresentaram valores menores valores de estimativas de herdabilidade.

Tabela 4.3: Distribuição posterior média das estimativas de herdabilidades e correlações genéticas obtidas no modelo Bayesiano multicaracterística

	3P	PE365	PE450	PE550	CT 365-450	CT 450-550
3P	0,48	0,43	0,49	0,38	0,43	-0,16
PE365	0,43	0,39	0,94	0,87	0,54	0,15
PE450	0,49	0,94	0,43	0,95	0,79	0,29
PE550	0,38	0,87	0,95	0,44	0,82	0,55
CT 365-450	0,43	0,54	0,79	0,82	0,21	0,44
CT 450-550	-0,16	0,15	0,29	0,55	0,44	0,14

Coefficiente de herdabilidade: Diagonal; Correlação Genética: Fora da diagonal.

3P: probabilidade de parto precoce; PE365: perímetro escrotal aos 365 dias; PE450: perímetro escrotal aos 450 dias; PE550: perímetro escrotal aos 550 dias; CT 365-450: crescimento testicular entre os 365 e 450 dias de idade; CT 450-550: crescimento testicular entre os 450 e 550 dias de idade.

A estimativa de herdabilidade para a característica 3P no modelo multivariado foi semelhante à aquela obtida no modelo univariado (0,50) (Capítulo 2) o que reforça a hipótese que existem suficientes diferenças genéticas em termos de precocidade sexual entre os animais a serem aproveitadas nos programas de melhoramento genético. Resultados de análises multivariadas semelhantes publicados por Eler *et al.* (2004) e Eler *et al.* (2006) utilizando o Método \Re indicaram valores semelhantes de herdabilidade para a característica Probabilidade de Prenhez aos 14 meses (PP14), ou seja próximos ao 68%. Van Melis *et al.* (2007), também para PP14, sob o mesmo enfoque estatístico utilizado neste trabalho (Inferência Bayesiana) obtiveram valores de herdabilidade de 53%, próximos aos 48% obtidos neste estudo. Independentemente do modelo estatístico utilizado nas diferentes definições de precocidade sexual na raça Nelore, os parâmetros genéticos indicariam a existência de variabilidade genética suficiente a ser explorada e que pouca seleção foi praticada para melhorar a

precocidade sexual dos rebanhos em condições tropicais. Comparações com resultados obtidos em raças taurinas (Doyle *et al.*, 1996, Evans *et al.*, 1999), onde a pressão de seleção para precocidade sexual é intensa e os índices de partos precoces são superiores aos observados neste estudo explicariam parte das diferenças entre raças taurinas e zebuínas.

Os resultados de herdabilidade para PE365, PE450 e PE550 (0,39; 0,43 e 0,44 respectivamente) indicam importante variabilidade genética para perímetro escrotal nas diferentes idades. Valores superiores de herdabilidade foram publicados por Fridrich *et al.* (2006) utilizando Máxima Verossimilhança Restrita (REML) para as mesmas características (0,52; 0,53 e 0,55 para PE365, PE450 e PE550 respectivamente) e por Faria *et al.* (2007) utilizando Inferência Bayesiana (0,67 e 0,61 para PE365 e PE450 respectivamente). Eler *et al.* (2006) em análise multivariada entre a característica PP14 com perímetro escrotal aos 15 e 18 meses publicaram valores de herdabilidades entre 57 e 64% utilizando o método \mathfrak{R} . Utilizando um enfoque Bayesiano Van Melis *et al.* (2007) encontraram valores de herdabilidades de 42% para perímetro escrotal aos 18 meses o que comprovaria que independente o enfoque estatístico utilizado o perímetro escrotal possui variabilidade genética suficiente nas diferentes idades em que é utilizado como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual.

A estimativa media posterior das correlações genéticas entre todas as características são apresentadas nas figuras 13 a 24 e na tabela 4.3.

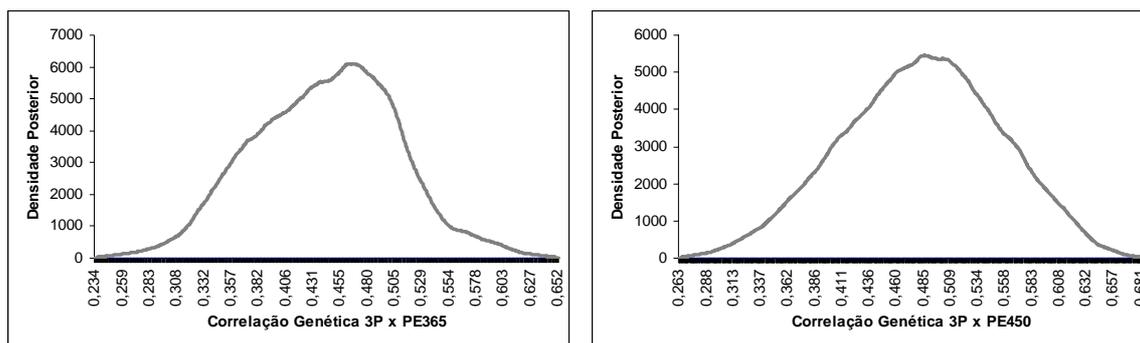


Figura 13 e 14: Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e PE365 e entre 3P e PE450, respectivamente

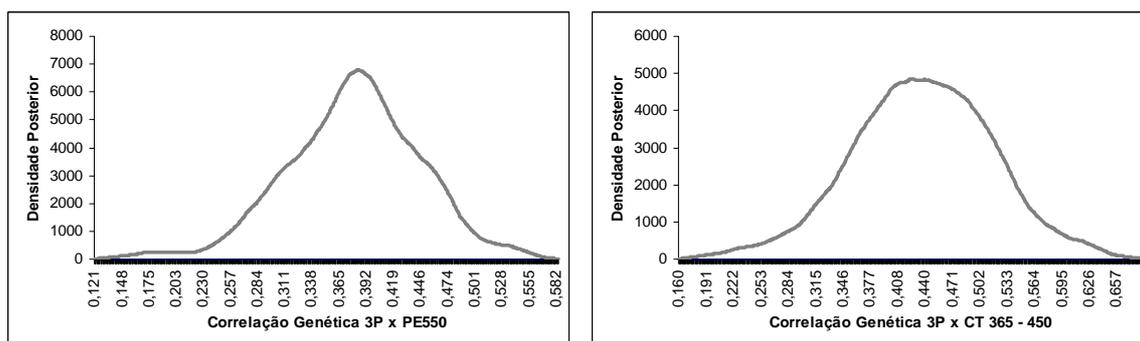


Figura 15 e 16: Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e PE550 e entre 3P e CT365 - 450, respectivamente

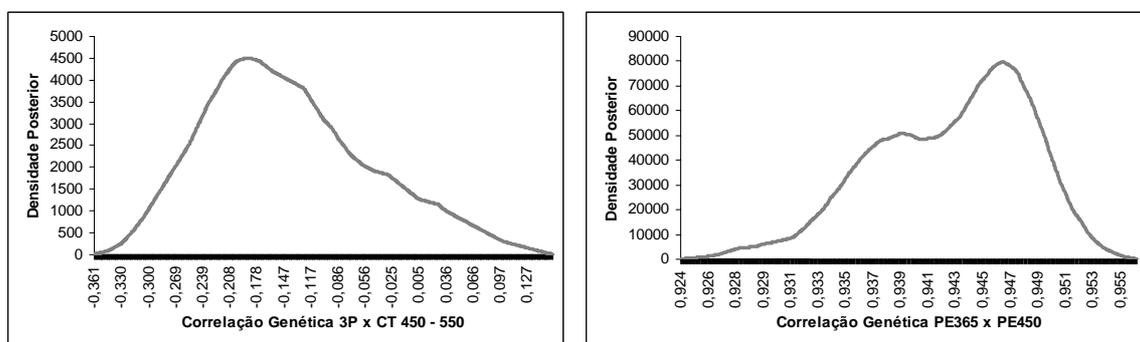


Figura 17 e 18: Distribuições posteriores da correlação genética entre 3P e CT450 - 550 e entre PE365 e PE450, respectivamente

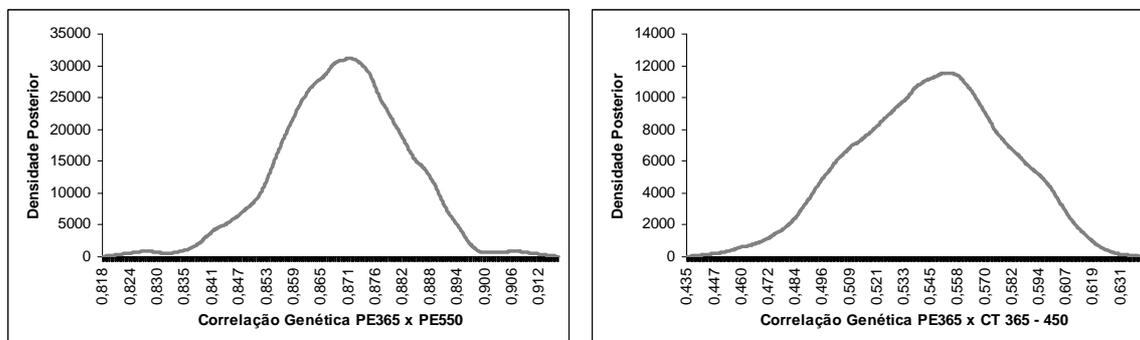


Figura 19 e 20: Distribuições posteriores da correlação genética entre PE365 e PE550 e entre PE365 e CT365 - 450, respectivamente

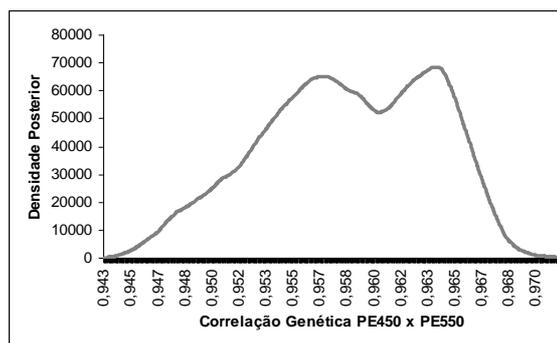
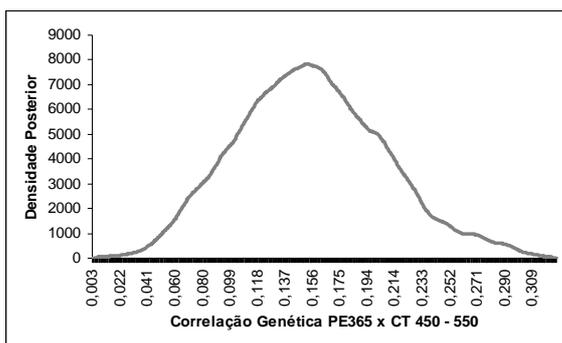


Figura 21 e 22: Distribuições posteriores da correlação genética entre PE365 e CT 450 - 550 e entre PE450 e PE550, respectivamente

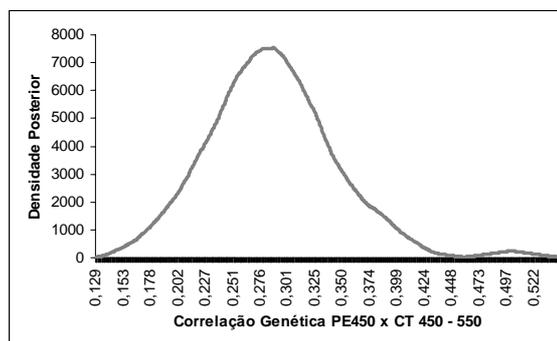
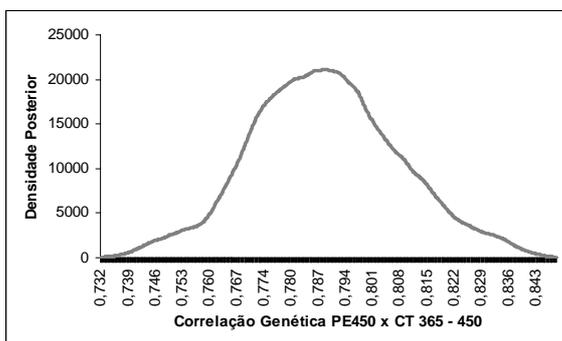


Figura 23 e 24: Distribuições posteriores da correlação genética entre PE450 e CT 365 - 450 e entre PE450 e CT 450 - 550, respectivamente

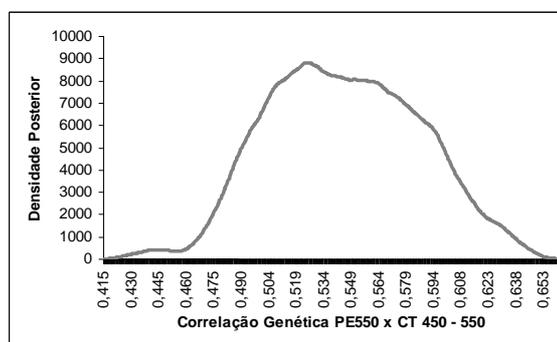
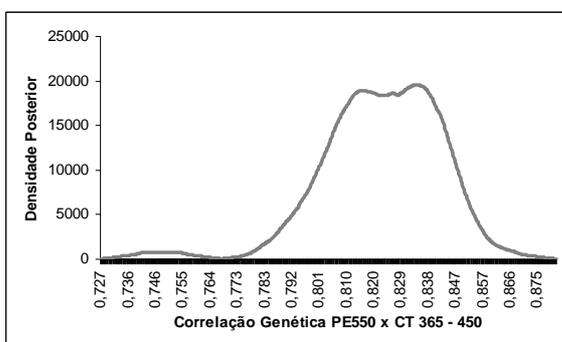


Figura 25 e 26: Distribuições posteriores da correlação genética entre PE550 e CT 365 - 450 e entre PE550 e CT 450 - 550, respectivamente

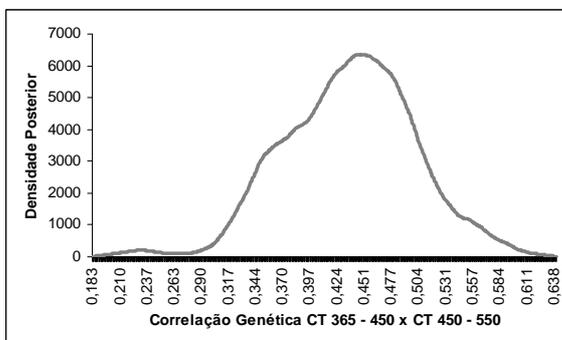


Figura 27: Distribuição posterior da correlação genética entre CT 365 - 450 e CT 450 - 550

De acordo com as figuras 12, 13 e 14 e a tabela 4.3 foi observado que a maior correlação genética entre 3P e perímetro escrotal nas diferentes idades ocorreu aos 450 dias (15 meses) com um valor de 49%. O resultado é diferente ao exposto por Eler *et al.* (2004), Eler *et al.* (2006) e Van Melis *et al.* (2007), que encontraram que a maior correlação genética entre PP14 e perímetro escrotal foi aos 18 meses na raça Nelore e com valores de correlação que oscilaram entre 20 e 29%.

A distribuição posterior média da correlação genética entre os perímetros foi de alta magnitude, principalmente entre os 12 e 15 meses de idade (94%) indicando que uma importante proporção de genes que afetam a expressão do perímetro escrotal aos 12 meses também se expressa aos 15 meses de idade, reafirmando a importância da mensuração do PE em idades jovens.

As correlações favoráveis entre 3P e perímetro escrotal indicam que a seleção para perímetro escrotal entre os 12 e 15 meses de idade teriam reflexos positivos na precocidade sexual dos rebanhos em um curto de tempo. Touros jovens com valores genéticos superiores para perímetro escrotal seriam mais férteis e precoces e suas filhas e netas teriam maior probabilidade de apresentar puberdade em idades próximas ao ano de idade que as descendentes de touros com valores genéticos negativos para precocidade sexual. Os resultados obtidos em raças taurinas (correlação genética próxima de zero) (Evans *et al.*, 1999; Martinez-Velazques *et al.*, 2003) também são diferentes dos achados neste estudo, comprovando assim as diferenças encontradas entre taurinos e zebuínos.

A correlação genética entre 3P e CT 365-450 foi favorável e de magnitude semelhante à observada com os perímetros aos 12 e 15 meses de idade, no entanto a correlação entre 3P e CT 450-550 foi negativa (-12%) indicando que o crescimento testicular após os 450 dias (15 meses) não estaria relacionado com a puberdade das fêmeas e sim com eventos reprodutivos do próprio indivíduo. A curva de crescimento testicular na raça Nelore foi estudada por Quirino *et al.* (1999) e Parma *et al.* (2006), os quais observaram que ponto de inflexão da curva de crescimento ocorre entre os 390 e 450 dias de idade. Os autores encontraram que o parâmetro *K* da curva de crescimento apresentou considerável variabilidade o que poderia ser explicado como variações na velocidade de crescimento testicular entre os animais. Do o ponto de vista da precocidade sexual, as diferentes curvas de crescimento testicular poderiam ser aproveitadas como um complemento às medidas ajustadas dos perímetros escrotais a uma determinada idade. Pesquisas visando estabelecer a idade à puberdade nos machos zebuínos nos trópicos indicam que a puberdade ocorre entre os 12 e 14 meses de idade (Quirino *et al.*, 1999), período caracterizado por um incremento no peso corporal, no desenvolvimento testicular, nas secreção do Hormônio LH e o início da espermatogêneses (Bergmann *et al.*, 1996 e Castro, 1977 – citado por Quirino *et al.*, 1999).

A correlação genética inferior a 50% entre as duas características de crescimento testicular indicaria que muitos genes envolvidos no processo estariam presentes somente em uma das fases do desenvolvimento, não sendo expressos na outra, possivelmente por participarem de vias metabólicas distintas.

Conclusões

As características 3P e perímetro escrotal aos 365, 450 e 550 dias apresentam variabilidade genética suficiente para sua utilização como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual nos programas de melhoramento genéticos da raça Nelore.

A seleção eficiente para perímetro visando precocidade sexual poderia ser realizada entre os 12 e 15 meses de idade com uma importante resposta à seleção na puberdade precoce dos rebanhos, dada pela alta correlação genética existentes entre as características.

O crescimento testicular entre os 12 e 15 meses estaria relacionado com os eventos fisiológicos que levam à puberdade e apresentaria resposta favorável na puberdade das filhas dos mesmos, dada a correlação favorável observada neste trabalho.

As estimativas de herdabilidades resultantes do modelo univariado e multivariado foram semelhantes, indicando que a inclusão do perímetro escrotal no modelo não permitiu identificar mais variabilidade genética para precocidade sexual que a observada no modelo univariado.

Bibliografia

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, L.C.O.; ANDRADE, V.J, VALE FILHO, VR (1996). Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 48: 69-78.

BERGMANN, J. A. G.; GRESSLER, S. L. ; GRESSLER, M. G. M (2006) Heritability estimates for age at first calving of Nelore mated as yearling and two-year-old heifers, using different models and data structure *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE L.A.; VAN VLECK, L.D; VAN TASSEL C.P.; KACHMAN, S.D (1995). *A manual for use of MTDFRELM*. A set of program to obtain Estimates of Variances and Covariances. ARS, USDA, Washington, DC.

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B (2008). Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.432-436.

CARDOSO, F.M (1977). Desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos do Zebu (*Bos indicus*) da raça Nelore, do período fetal aos 36 meses de idade. Doutorado (Ciências Animal), Universidade Federal de Minas Gerais.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; *et al.* (2004). Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* 82: 2519-2527.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E. C.; MOURÃO, G. B (2006). Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at two Different ages in nellore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

EVANS, J.L.; GOLDEN, R.M.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L. (1999). Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2621-2628.

FRIDRICH, A.B.; GRESSLER, S.L.; GRESSLER, M.G.M.; PEREIRA, J.C.C (2006). Environmental and genetic parameters of scrotal circumference in three different ages in nellore cattle using different models. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; de los REYES, A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D (2007). Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nellore cattle (*Bos indicus*). *Genetics and Molecular Biology*, 30: 343-348.

GIANOLA, D and FOULLEY, J. L (1983). Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genet. Sel. Evol.* 15:201-224.

GRESSLER, M.G.M.; GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G (2006). Evaluation of the genetic associations between scrotal circumference, age at first calving of heifers mated as yearlings or two-year old and growth characteristics in Nellore animals. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

MARTINEZ-VELAZQUEZ, G.; GREGORY, K. E. ; BENNETT, G. L.; VAN VLECK, L. D (2003). Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. *J. Anim. Sci.* 81:395-401.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FARIAS, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

MISZTAL, I (2004). <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90>. Acesso em agosto de 2006.

PARMA, L.S.; GARNERO, A. DEL V.; GUNSKI, R.J.; OLIVEIRA, H.N.; NIETO, L.M.; LOBO, R.B. (2006). *Arch. Zootec.* 55 (209): 105-108.

QUIRINO, C.R AND BERGMANN, J.A.G. (1998). Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls, using univariate and bivariate animal models. *Theriogenology*, 49: 1389-1396.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHOS, F.R.; ANDRADE, V.J.; PEREIRA, J.C.C (1999). Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, 52: 25-34.

VAN KAAM, J.B.C.H.M. (1997) **GIBANAL** - Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.4, Netherlands

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; MATTOS, E.C. Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil, 2007.*

Capítulo 4: Associação genética entre Idade ao Primeiro Parto (IPP) e Perímetro e Crescimento testicular em diferentes idades e entre Idade ao Primeiro Parto e Probabilidade de Parto Precoce (3P) em bovinos da raça Nelore.

Resumo - A identificação precisa dos fatores genéticos e ambientais que determinam a expressão de características de precocidade sexual em raças índicas é sem dúvida o principal desafio dos programas de melhoramento genético. Nos machos, o perímetro escrotal é frequentemente utilizado como critério de seleção para fertilidade e precocidade sexual, sendo que em novilhas o critério comumente utilizado é a idade ao primeiro parto (IPP), característica que apresenta um forte componente ambiental em ambientes tropicais. O estudo teve como objetivo estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para as características Idade ao Primeiro Parto, para os perímetros escrotais aos 365, 450 e 550 dias e para o crescimento testicular entre essas idades (*todas continuas*) mediante a utilização de um modelo Bayesiano multivariado em animais da raça Nelore participantes do PMGRN. As distribuições posteriores médias das estimativas de herdabilidades obtidas foram de média a alta magnitude para os perímetros escrotais e baixas para IPP. A maior correlação genética entre IPP e os perímetros escrotais foi aos 365 dias de idade, o que indicaria que possivelmente é a melhor idade para selecionar machos jovens com o objetivo de melhorar a precocidade sexual dos rebanhos. A correlação genética obtida entre IPP e crescimento testicular entre as diferentes idades comprovou estes resultados sugerindo que o crescimento testicular entre os 365 e 450 dias estaria associado a eventos fisiológicos relacionados à puberdade precoce. A IPP e a 3P apresentaram correlações genética favoráveis, próximas a -90%, indicando que a IPP pode ser utilizada como critério de seleção para precocidade sexual embora um considerável efeito ambiental afete a expressão da característica.

Palavra-chave: Correlação Genética, Inferência Bayesiana, Idade ao Primeiro Parto, Perímetro escrotal, Nelore.

Introdução

A idade ao primeiro parto (IPP) é um critério de seleção freqüentemente utilizado como indicativo de precocidade sexual e fertilidade das novilhas nos programas de melhoramento genético do Brasil. A idade com que as novilhas parem pela primeira vez influencia diretamente o desempenho reprodutivo do rebanho (Martin *et al.*, 1992), porque fêmeas que parem mais cedo têm maiores chances de produzirem maior número de progênes em relação às fêmeas mais tardias. Diversas pesquisas demonstram que em ambientes tropicais, a expressão da característica é afetada grandemente pelo ambiente, principalmente por deficiências nutricionais após a desmama das novilhas, o que atrasa a entrada dessas novilhas em reprodução dificultando a identificação da puberdade das mesmas (Nogueira, 2004). Estimativas de herdabilidade para IPP na raça Nelore oscilam entre zero e 0,40 (Mercadante *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2000; Dias *et al.*, 2004; Gressler, 2004; Bergmann *et al.*, 2006; Boligon *et al.*, 2007; Faria *et al.*, 2007; Boligon *et al.*, 2008) indicando que dependendo do modelo empregado o ambiente afetaria consideravelmente a expressão da mesma.

Em machos jovens a seleção para perímetro escrotal é comumente utilizada no programas de melhoramento genético das raças zebuínas como critério de seleção para precocidade sexual e características reprodutivas de machos, com reflexos positivos na eficiência reprodutiva dos rebanhos (Martins-Filho & Lobo, 1991). Segundo Eler *et al.* (2006) com a correlação genética existente entre perímetro escrotal e características associadas à precocidade sexual em fêmeas, a seleção unicamente utilizando o perímetro em diferentes idades seria pouco eficiente. Resultados de correlação genética

na raça Nelore entre IPP e perímetro escrotal oscilam entre -0,08 e -0,38 (Gressler *et al.*, 2006; Boligon *et al.*, 2007) o que indicaria que dependendo do modelo utilizado e a idade na qual o perímetro escrotal é utilizado como critério de seleção para precocidade sexual a resposta à seleção poderia ser eficiente.

Objetivos gerais

Estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto, probabilidade de parto precoce e perímetro escrotal em diferentes idades utilizando um modelo Bayesiano multivariado.

Objetivos específicos

- Estimar componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para Idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365), 450 (PE450) e 550 dias (PE550), crescimento testicular entre os 365 e 450 dias (CT 365-450) e crescimento testicular entre os 450 e 550 dias de idade (CT 450-550) mediante a um modelo Bayesiano multivariado.
- Determinar componentes de variâncias e parâmetros genéticos para as características IPP e 3P em análise bicaracterística.

Material e Métodos

Origem das informações: O arquivo de dados com informações de Idade ao primeiro parto foi constituído com informações provenientes do Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore (PMGRN) (Lôbo *et al.*, 2008), referentes a 84.952 informações reprodutivas de novilhas nascidas entre 1991 e 2004, colhidas em 314 fazendas participantes do PMGRN. As 84.952 novilhas utilizadas nesta análise são filhas de 5.442 touros e de 63.389 matrizes. Para as medidas de perímetro escrotal foi utilizado o arquivo zootécnico de PMGRN. No total foram utilizadas 128.634 informações de perímetros escrotais provenientes de 43.247 animais, nascidos entre os anos de 1.991 e 2.005, filhos de 2.428 touros e 36.296 matrizes.

Definição da característica Idade ao primeiro parto (IPP): A IPP corresponde à idade da novilha em meses na qual ocorre o primeiro parto da mesma. Foi calculada como a diferença entre a data do primeiro parto e a data de nascimento.

Definição das características Perímetro escrotal aos 365 (PE365), 450 (PE450) e 550 (PE550) dias: Estas medidas correspondem à medida do perímetro escrotal ajustada a uma determinada idade de acordo à seguinte fórmula:

$$PE_i = Ma + GMD \times da$$

em que **PE_i** é a medida de perímetro escrotal padronizada a uma determinada idade, **Ma** é a medida anterior à idade padrão, **GMD** é ganho em milímetros

diários e **da** corresponde aos dias compreendidos entre a idade anterior e a idade padrão.

O ganho médio diário foi obtido de acordo a seguinte formula:

$$\text{GMD}=(\text{Mp}-\text{Ma})/(\text{Ip}-\text{Ia})$$

Em que **Mp** é a medida posterior à idade padrão, **Ma** é a medida anterior à idade padrão, **Ip** é a idade do animal em dias na medida posterior e **Ia** é a idade do animal em dias na medida anterior.

Definição das características Crescimento Testicular entre os 365 e 450 dias (CT 365-450) e entre os 450 e 550 dias (CT 450-550): As características foram calculadas como a diferença entre as medidas padronizadas para perímetro escrotal entre as duas idades consecutivas.

Definição da característica Probabilidade de Perto Precoce (3P): Novilhas desafiadas precocemente entre os 12 e 20 meses, diagnosticadas com prenhez positiva (diagnóstico por ultra-sonografia ou palpação retal), que mantiveram a gestação e pariram um bezerro vivo receberam o escore 1 (sucesso). As contemporâneas que não atingiram algum critério anteriormente descrito receberam o escore 0 (fracasso).

Modelo Genético:

Grupo de contemporâneo para IPP

O grupo de contemporâneas foi definido como novilhas da mesma fazenda, nascidas no mesmo ano e mesmo trimestre e pertencente ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneas com menos de cinco animais e grupos

descendentes de um mesmo reprodutor não foram consideradas nas análises. No total foram constituídos 2.724 grupos de contemporâneas. Novilhas com IPP 3,5 desvios-padrão acima ou abaixo dentro de grupo de contemporâneas foram desconsideradas da análise.

Grupos de contemporâneos para perímetro escrotal (efeito fixo 1)

O grupo de contemporâneos para perímetro escrotal foi definido com animais nascidos na mesma fazenda, ano e trimestre de nascimento e pertencentes ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneos com menos de cinco animais e grupos filhos de um mesmo touro não foram considerados na análise. Animais com 3,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média de seu grupo de contemporâneo foram desconsiderados nas análises.

Classe de Idade da Vaca ao Parto (CIVP) (efeito fixo 2)

Corresponde à classe da idade da vaca ao parto no nascimento da novilha, considerado como um segundo efeito fixo. Foram contempladas nove classes de idades diferentes.

Grupo de contemporâneas para 3P

O grupo de contemporâneas foi definido como animais da mesma fazenda, nascidos no mesmo ano e mesmo trimestre e pertencente ao mesmo lote de manejo. Grupos de contemporâneas com menos de cinco novilhas e grupos descendentes de um mesmo reprodutor não foram considerados nas análises. No total foram constituídos 94 grupos de contemporâneas.

Para a estimação de parâmetros genéticos foi utilizado um modelo Bayesiano multivariado onde seis características foram consideradas como contínuas (Linear) (IPP, PE365, PE450, PE550, CT 365-450, CT 450-550). As Seis características foram analisadas simultaneamente por meio do processo iterativo da amostragem de Gibbs utilizando o Software Gibbs2f90 (Misztal, 2006) de acordo ao seguinte modelo genético:

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

onde

$$\mathbf{V} \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{V} \otimes \mathbf{A} & 0 \\ 0 & \mathbf{R} \otimes \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

em que \mathbf{y} é o vetor das informações para a característica IPP, PE365, PE450, PE550, CT 365-450, CT 450-550, $\boldsymbol{\beta}$ é o efeito dos grupos de contemporâneos, $\boldsymbol{\mu}$ é o vetor de efeitos genéticos diretos, \mathbf{X} e \mathbf{Z} são as matrizes que relacionam os dados com seus respectivos efeitos e \mathbf{e} representa os efeitos residuais do modelo, \mathbf{A} é a matriz de parentesco de contendo todos os animais presentes no pedigree, \mathbf{I} é a matriz de identidade, \otimes é o produto de Kronecker, \mathbf{V} é a matriz de variância e (co)variâncias para os efeitos genéticos aditivos e \mathbf{R} é a matriz de variância e (co)variâncias para os efeitos residuais. As (co)variâncias residuais entre IPP e os perímetros escrotais foram consideradas como zero.

O modelo bayesiano consistiu numa cadeia simples de 1.000.000 de amostras de Gibbs, com um descarte inicial de 20.000 amostras, realizando a amostragens das mesmas a cada 50 ciclos. As análises post-gibbs foram

realizadas utilizando o programas POSTGIBBSF90 (Tsuruta *et al.*, 2006) e Gibanal (Van Kaam, 1997).

Para a obtenção das informações *a priori* dos componentes de variâncias dos perímetros escrotais foram realizadas análises univariadas utilizando os *softwares* REMLF90 (Miształ, 2004) e MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995).

Para a determinação dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos entre IPP e 3P foi implementada uma análise Bayesiana bivariada, considerando como efeitos fixos os grupos de contemporâneas acima descritos para cada característica utilizando o software THRGIBBSF90 (Tsuruta, 2006). O modelo Bayesiano consistiu numa cadeia simples de 1.000.000 de amostras de Gibbs, com um descarte inicial de 20.000 amostras, realizando amostragens das mesmas a cada 50 ciclos. As análises post-gibbs foram realizadas utilizando os programas POSTGIBBSF90 (Tsuruta *et al.*, 2006) e Gibanal (Van Kaam, 1997). Nesta análise a característica 3P foi considerada como de limiar e a IPP como contínua.

Resultados e Discussão

Associação genética entre IPP, perímetros escrotais e crescimento testicular entre as diferentes idades

Na tabela 1.4 são apresentadas as estatísticas descritivas das características lineares utilizadas na análise.

Tabela 1.4: Estatísticas descritivas das características consideradas na análise multivariada

Característica	Número de animais	GC	Média	Desvio-Padrão	C.V
IPP (meses)	84.952	2.724	36,53	5,25	0,14
PE365 (cm)	34.433	1.337	20,01	2,30	0,11
PE450 (cm)	32.347	1.350	22,86	2,99	0,13
PE550 (cm)	15.270	778	26,18	3,35	0,12
CT 365-450 (mm)	23.292	965	3,04	1,36	0,45
CT 450-550 (mm)	23.292	965	3,56	1,44	0,40

Número de animais: Número de animais utilizado para cada característica na análise multivariada; GC: Números de Grupos de contemporâneos por característica; DP: desvio padrão; C.V: Coeficiente de Variação da característica.

As médias fenotípicas para a IPP e os perímetros escrotais aos 365, 450 e 550 dias de idade foram semelhantes às médias oficiais do PMGRN – Nelore Brasil (Lôbo *et al.*, 2008). O crescimento testicular nas duas fases consideradas apresentou importante variação demonstrada pelo Coeficiente de Variação (CV).

Na tabela 2.4 são apresentadas as distribuições posteriores dos componentes de variâncias e suas respectivas regiões de credibilidade a 95% para as seis características consideradas na análise e as estimativas da herdabilidade obtidas na análise multivariada.

Tabela 2.4: Distribuição posterior média das variâncias genética, residual e regiões de credibilidade obtidas no modelo bayesiano multivariado

	Va	RC (95%)	Vr	RC (95%)	h ²
IPP	1,989	1,962 a 2,016	15,16	15,14 a 15,18	0,11
PE365	1,145	1,142 a 1,148	1,733	1,731 a 1,715	0,39
PE450	2,167	2,163 a 2,172	2,848	2,845 a 2,851	0,43
PE550	2,846	2,838 a 2,854	3,523	3,517 a 3,528	0,45
CT 365-450	0,304	0,299 a 0,307	1,013	1,001 a 1,002	0,23
CT 450-550	0,201	0,194 a 0,207	1,214	1,208 a 1,220	0,14

Va: Variância genética aditiva; RC (95%): Região de credibilidade de 95%; Vr: Variância Residual; h²: Herdabilidade

As (co)variâncias genéticas e ambientais obtidas para os perímetros escrotais e o crescimento testicular entre as diferentes idades foram semelhantes às obtidas na análise multivariada destas características com a característica Probabilidade de parto precoce (3P) (Tabela 2.4)

As densidades posteriores médias das estimativas de herdabilidades e das variâncias genéticas para cada característica resultante desta análise estão nas figuras 1 a 12.

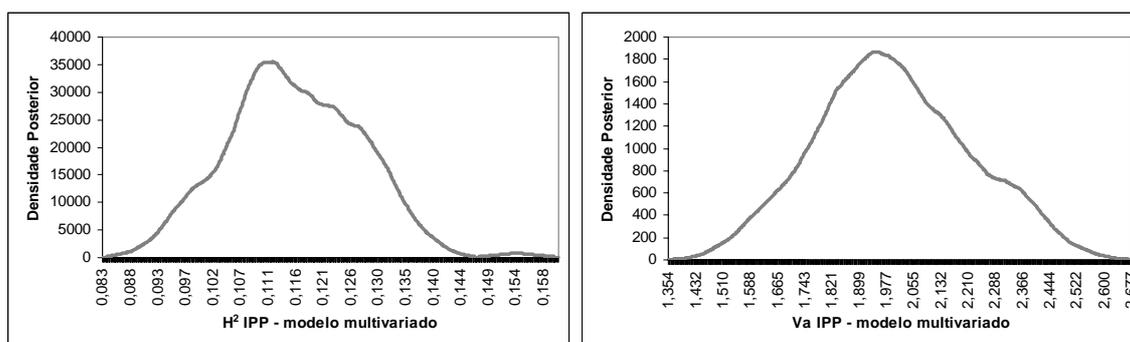


Figura 1 e 2: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, da idade ao primeiro parto

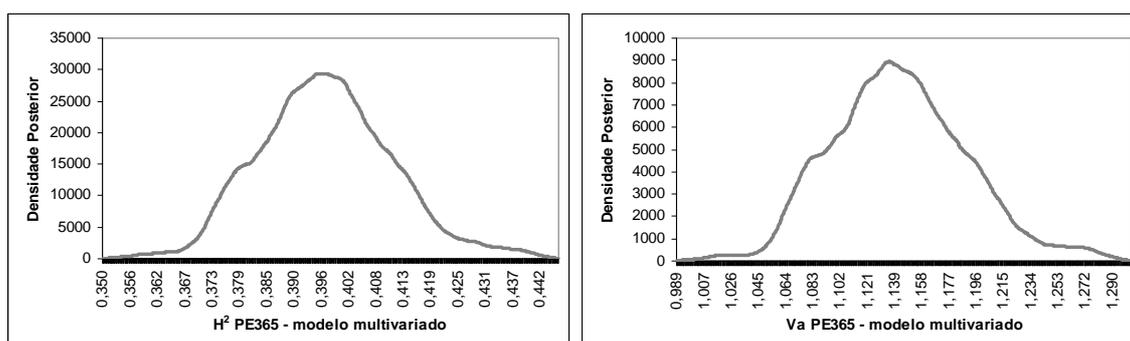


Figura 3 e 4: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 365 dias

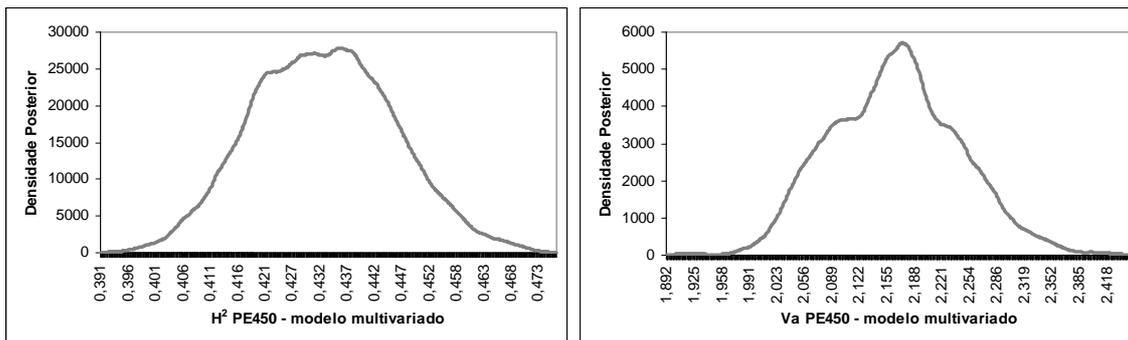


Figura 5 e 6: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 450 dias

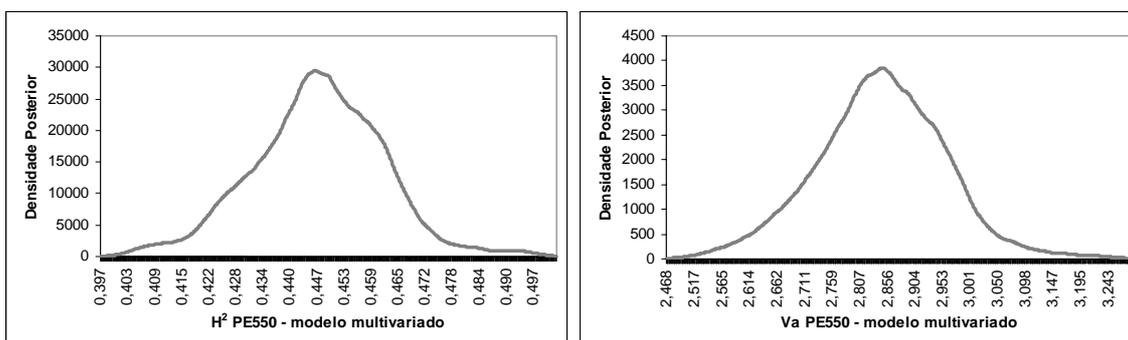


Figura 7 e 8: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do perímetro escrotal aos 365 dias

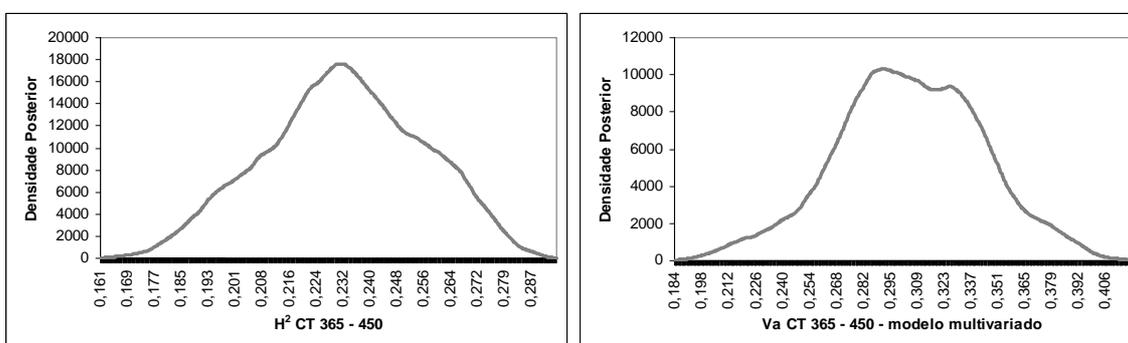


Figura 9 e 10: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do crescimento testicular entre e os 365 e 450 dias

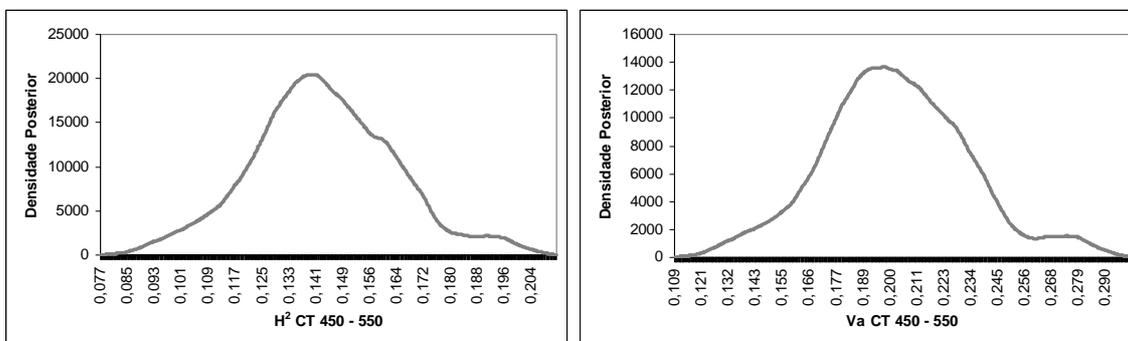


Figura 11 e 12: Distribuições marginais posteriores médias da estimativa de herdabilidade e da variância genética, respectivamente, do crescimento testicular entre e os 450 e 550 dias

Nas figuras de distribuição posterior médias das variâncias e herdabilidades resultantes do modelo Bayesiano multivariado (figuras 1 a 12 e tabela 2.4) a distribuições das amostras foram aproximadamente normais, onde tanto moda, mediana e média tiveram valores próximos. As variâncias e herdabilidades dos perímetros escrotais e do crescimento testicular nas duas fases estudadas apresentaram pouca variação com relação aos valores obtidos na análise multivariada com a característica 3P.

As estimativas de herdabilidade de IPP obtidas neste estudo foram similares aquelas publicadas para a raça Nelore (Mercadante *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2000; Dias *et al.*, 2004; Gressler, 2004; Bergmann *et al.*, 2006; Boligon *et al.*, 2007; Boligon *et al.*, 2008) e inferior à informada por Faria *et al.* (2007). A IPP apresentou uma herdabilidade de 11%, mesmas estimativas encontradas por Boligon *et al.* (2007) em análise bivariada de perímetro escrotal e pouco inferior aos resultantes de modelos unicaracterística (15%) encontrados por Boligon *et al.* (2008) na raça Nelore. Faria *et al.* (2007) relataram estimativas de herdabilidades próximas a 40% resultante de modelo bayesiano multivariado.

As estimativas de correlação genética entre todas as características são apresentadas na tabela 3.4 e nas figuras 13 a 27.

Tabela 3.4: Distribuição posterior média das herdabilidades (diagonal) e correlações genéticas obtidas no modelo bayesiano multivariado

	IPP	PE365	PE450	PE550	CT 365_450	CT 450_550
IPP	0,11	-0,44	-0,39	-0,35	-0,23	0,11
PE365	-0,44	0,41	0,94	0,87	0,54	0,15
PE450	-0,39	0,94	0,43	0,96	0,79	0,29
PE550	-0,35	0,87	0,96	0,45	0,82	0,55
CT 365_450	-0,23	0,54	0,79	0,82	0,23	0,31
CT 450_550	0,11	0,15	0,29	0,55	0,31	0,14

IPP: idade ao primeiro parto; PE365: perímetro escrotal aos 365 dias de idade; PE450: perímetro escrotal aos 450 dias de idade; PE550: perímetro escrotal aos 550 dias de idade; CT 365-450: crescimento testicular entre os 365 e 450 dias de idade; CT 450-550: crescimento testicular entre os 450 e 550 dias de idade.

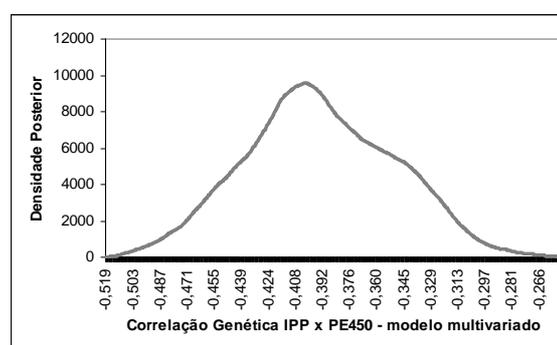
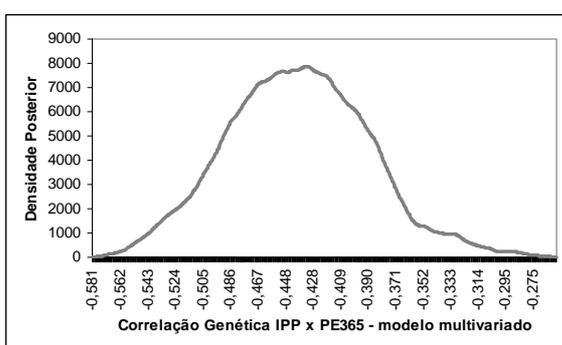


Figura 13 e 14: Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e PE365 e IPP e PE450 respectivamente

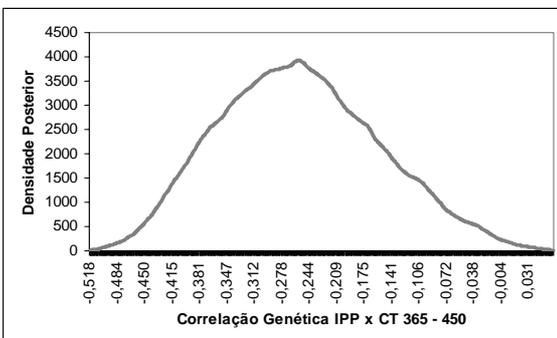
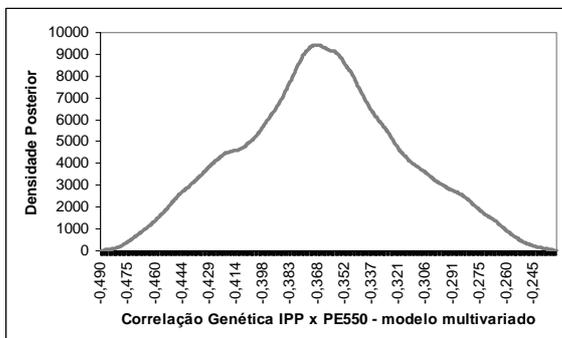


Figura 15 e 16: Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e PE550 e IPP e CT365 - 450 respectivamente

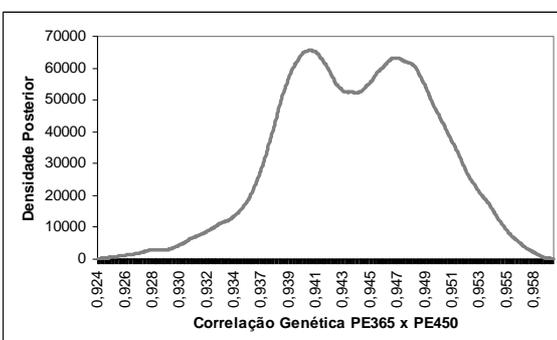
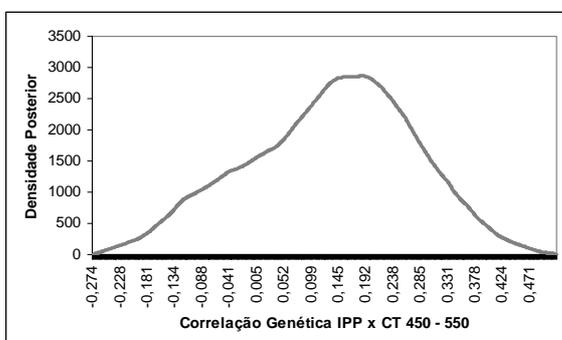


Figura 17 e 18: Distribuição posterior da correlação genética entre IPP e CT450 - 550 e PE365 e PE450 respectivamente

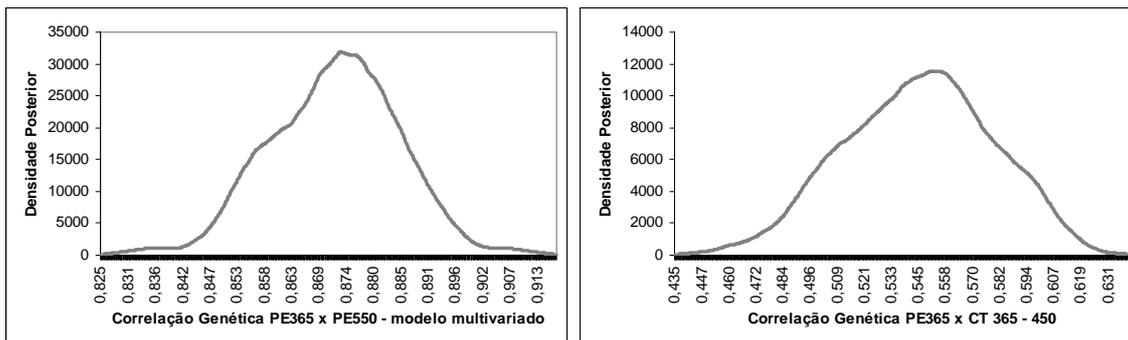


Figura 19 e 20: Distribuição posterior da correlação genética entre PE365 e PE550 e PE365 e CT 365 - 450 respectivamente

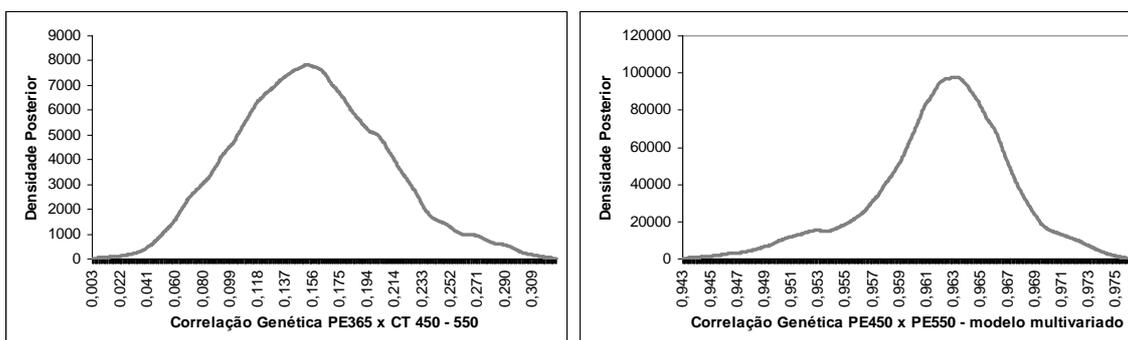


Figura 21 e 22: Distribuição posterior da correlação genética entre PE365 e CT 450 - 550 e PE450 e PE550 respectivamente

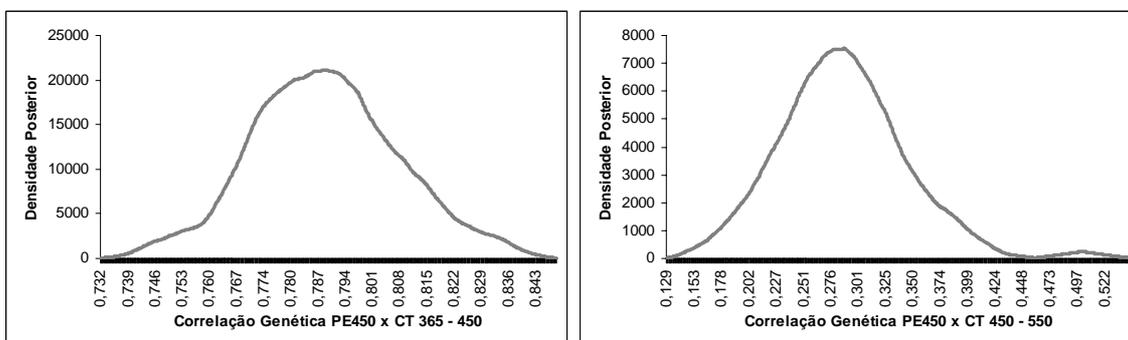


Figura 23 e 24: Distribuição posterior da correlação genética entre PE450 e CT 365 - 450 e PE450 e CT 450 - 550 respectivamente

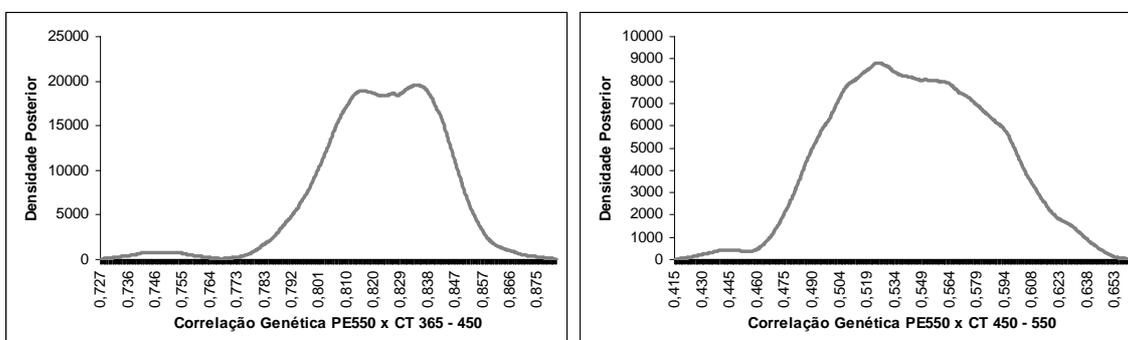


Figura 25 e 26: Distribuição posterior da correlação genética entre PE550 e CT 365 - 450 e PE550 e CT 450 - 550 respectivamente

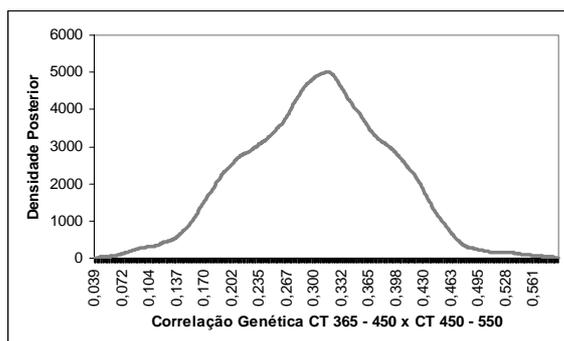


Figura 27: Distribuição marginal posterior da correlação genética entre CT 365 - 450 e CT 450 - 550

As distribuições das amostras para as correlações genéticas apresentaram um comportamento aproximadamente normal, porém para as características que apresentaram correlações genéticas muito altas observou-se distribuição bi modal como foi o caso da correlação genética entre o PE365 e PE450 (Figura 18). Reyes *et al.* (1995) obtiveram menores correlações genéticas entre os perímetros escrotais entre os 365 e 550 dias (97%) utilizando o método REML às obtidas neste estudo. A associação genética entre os perímetros escrotais aos 365 e 450 dias de idade e a correlação destas duas características com IPP e 3P indicariam que a seleção para perímetro escrotal poderia ser antecipada aos 15 meses de idade.

As correlações genéticas entre IPP e perímetro escrotal foram negativas e favoráveis, correspondendo ao perímetro escrotal aos 365 dias a maior correlação genética com IPP (-0,45). Os resultados são comparáveis aos obtidos na análise multivariada com a característica 3P e os perímetros escrotais, porém um pouco inferiores. Resultados diferentes de correlação genética foram obtidos por Gressler *et al.* (2006) (entre -0,38 e -0,08) e Boligon *et al.* (2007) (-0,13 para PE12 e -0,21 para PE18) utilizando o método REML. As correlações genéticas obtidas por meio de Inferência Bayesiana por

Faria *et al.* (2007) também foram inferiores (-0,19) às publicadas neste estudo.

De acordo com os resultados de herdabilidade e correlação genética a seleção para perímetro escrotal aos 12 e 15 meses poderia ter um impacto positivo na precocidade sexual dos rebanhos. Nomelini *et al.* (2005) verificaram um progresso genético e fenotípico considerável para a característica IPP no PMGRN, o que poderia ser explicado por: melhorias ambientais que favorecem a identificação das novilhas precoces, pressão de seleção intensa praticada para perímetro escrotal nos rebanhos do PMGRN e a utilização da IPP como critério de seleção para precocidade sexual.

As correlações da IPP com crescimento testicular apresentaram o mesmo comportamento que o observado para a característica 3P. Somente o crescimento testicular entre os 365 e 450 dias apresentou uma correlação negativa e favorável com IPP (-0.23), reforçando a hipótese de que o crescimento do testículo até os 15 meses de idade estaria relacionado a eventos fisiológicos que determinam a puberdade.

A correlação genética entre o CT 365-450 e CT 450-550 indicaria que uma importante proporção de genes expressos numa fase de crescimento testicular não atua na outra fase.

Correlação genética entre 3P e IPP

Na tabela 5.4 são apresentados os componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos resultantes de uma análise bicaracter entre 3P e IPP e nas figuras 28 a 32 são apresentados os gráficos de distribuição posterior da média da herdabilidade, variância genética e da correlação genética entre as duas característica.

Tabela 5.4: Componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos obtidos em análise bicaracter entre as características 3P e IPP

	Va	RC (95%)	Vr	RC (95%)	h ²	Cov12	r12
3P	2,164	2,065 a 2,262	1,001	0,998 a 1,003	0,68	-2,3615	-0,88
IPP	3,356	3,335 a 3,378	16,699	16,525 a 16.879	0,17		

Va: Variância Genética; RC (95%): Região de credibilidade de 95%; Vr: Variância Residual; h²: Coeficiente de herdabilidade; Cov12: (co)variância genética entre 3P (1) e IPP (2); r12: Correlação genética entre 3P e IPP.

As variâncias genéticas obtidas nesta análise e as respectivas estimativas de herdabilidade foram superiores às obtidas para a característica 3P em modelo unicaracterística (Capítulo 2) e multicaracterística (Capítulo 3) e para a característica IPP (Capítulo 4).

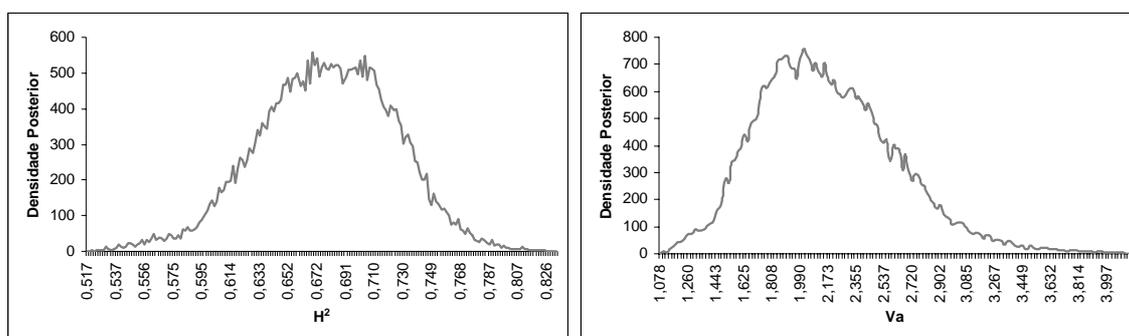


Figura 28 e 29: Distribuição Posterior das estimativas de herdabilidade e variância genética para a característica 3P, obtidas em análise bicaracter

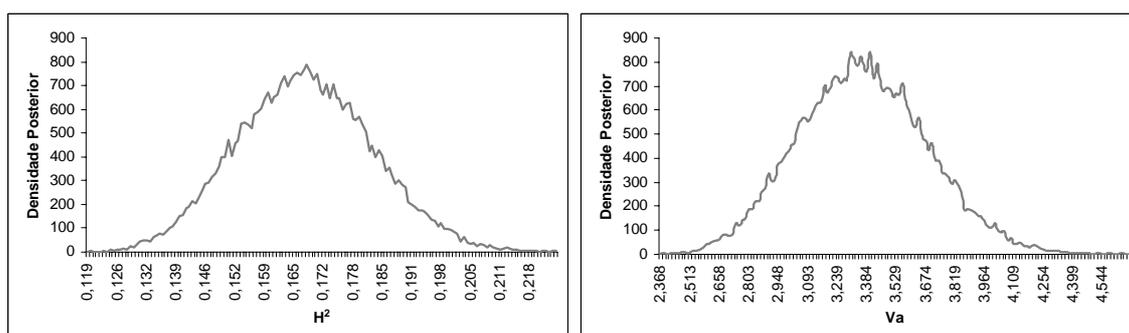


Figura 30 e 31: Distribuição Posterior das estimativas de herdabilidade e variância genética para a característica IPP, obtidas em análise bicaracter

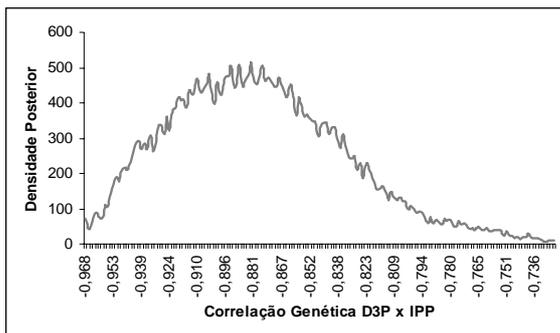


Figura 32: Distribuição posterior da estimativa de correlação genética entre 3P e IPP

As distribuições das amostras para os componentes de variâncias e os parâmetros genéticos foram aproximadamente normais, porém a distribuição posterior média da correlação genética entre as duas características apresentou uma leve assimetria, fato observado na distribuição das amostras das características com elevada correlação genética.

As estimativas de herdabilidade foram semelhantes às obtidas por Eler *et al.* (2002) para a característica PP14 (Probabilidade de Prenhez aos 14 meses) e superiores às obtidas por Silva *et al.* (2005) e Shiotsuki *et al.* (2006) para a característica Pr16 (Probabilidade de Prenhez aos 16 meses) e Van Melis *et al.* (2007) também para a característica PP14. Também as variâncias genéticas e as herdabilidades foram superiores às observadas nos Capítulos anteriores para as características 3P e IPP.

A estimativa de correlação genética entre as duas características indicou uma alta correlação genética entre as mesmas e, portanto apesar da IPP apresentar um considerável efeito ambiental é uma característica eficiente para selecionar para precocidade sexual. As correlações genéticas semelhantes entre IPP e 3P com os perímetros escrotais nas diferentes idades e o crescimento testicular reforçam esta hipótese. Simoni (2002) e Forni & Albuquerque (2005) obtiveram correlações genéticas favoráveis entre IPP e a

característica Dias para o Parto (DC) (0,36 e 0,94 respectivamente), também considerada uma característica indicadora de precocidade sexual, concluindo que a seleção para IPP pode ser um mecanismo eficiente para reduzir a idade ao primeiro serviço.

As estimativas de herdabilidade para IPP, embora superiores às obtidas nas análises multicaracterística, foram semelhantes às publicadas por Mercadante *et al.* (2000); Pereira *et al.* (2000); Dias *et al.* (2004); Gressler *et al.* (2004); Bergmann *et al.* (2006); Boligon *et al.* (2007) e Boligon *et al.* (2008).

Provavelmente as maiores estimativas de herdabilidade para 3P e IPP nesta análise bicaracterística deva-se ao fato que as mesmas são muito correlacionadas e expressas no mesmo sexo, o que possivelmente contribuiu para que o modelo identifique uma maior proporção de variância genética em cada característica. Este comportamento não foi observado nas análises multivariadas das características 3P e IPP com os perímetros escrotais e o crescimento testicular, provavelmente devido às correlações genéticas observadas e a expressão diferenciada das características nos sexos.

Modelos de avaliação genética que contemplem simultaneamente 3P e IPP podem contribuir para aumentar as acurácias das avaliações genéticas para precocidade sexual na raça Nelore. A inclusão dos perímetros escrotais nas avaliações genéticas para precocidade sexual conforme sugerido por Eler (2005) poderia ser útil principalmente devido ao número de animais com mensurações de perímetro escrotal disponível nas bases de dados dos programas de melhoramento genético no Brasil.

A melhoria nos índices reprodutivos como principalmente a redução significativa na IPP observada por Nomelini *et al.* (2005) nos rebanhos participantes do PMGRN podem ser explicados como melhorias ambientais para detectar a puberdade precoce de machos e novilhas e principalmente a pressão de seleção que é aplicada para precocidade sexual por meio dos perímetros escrotais e da IPP nos programas de melhoramento genético das raças zebuínas. A inclusão da 3P como critério de seleção para precocidade deve acentuar esta tendência.

Conclusões

Apesar da IPP apresentar valores médios a baixos de variabilidade genética, a mesma pode ser eficiente como mecanismo para melhorar a precocidade sexual dos rebanhos.

Os perímetros escrotais apresentaram herdabilidade média a alta e correlação genética favorável com IPP, portanto sua utilização como critério de seleção para precocidade sexual aos 12 e 15 deveria ter reflexos positivos na precocidade sexual dos rebanhos.

O crescimento testicular entre os 365 e 450 dias e entre o 450 e 550 dias estaria determinado por conjuntos de genes diferentes, sendo que o crescimento na primeira fase estaria correlacionado à precocidade sexual.

A correlação genética existente entre 3P e IPP indica que a IPP utilizada como critério de seleção para precocidade sexual poderia ser uma valiosa ferramenta para melhorar a precocidade sexual dos rebanhos.

Os progressos fenotípicos observados para precocidade sexual podem ser explicados como melhorias ambientais para detectar a puberdade

precoce de machos e novilhas e principalmente a pressão de seleção que é aplicada para precocidade sexual por meio do uso de perímetros escrotais e IPP nos programas de melhoramento genético das raças zebuínas.

Bibliografia

BERGMANN, J. A. G.; GRESSLER, S. L. ; GRESSLER, M. G. M (2006) Heritability estimates for age at first calving of Nelore mated as yearling and two-year-old heifers, using different models and data structure *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

BOLDMAN, K.G.; KRIESE L.A.; VAN VLECK, L.D; VAN TASSEL C.P.; KACHMAN, S.D (1995). *A manual for use of MTDFRELM. A set of program to obtain Estimates of Variances and Covariances.* ARS, USDA, Washington, DC.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G (2007). Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*,36: 565-571.

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMEINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B (2008). Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.432-436

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G (2004) Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 33: 102.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ J.B.S.; DIAS F, *et al.* (2002). Genetic evaluation of probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 951-954.

ELER, J.P (2005). Seleção para precocidade sexual em novilhas de corte. In CD do 13º Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E. C.; MOURÃO, G. B (2006). Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at two Different ages in Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; de los REYES, A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D (2007). Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nelore cattle (*Bos indicus*). *Genetics and Molecular Biology*, 30: 343-348.

FORNI, S & ALBUQUERQUE, L.G (2005). Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. *J Anim Sci*. 83:1511-1515.

GRESSLER, S.L (2004). Fatores ambientais e genéticos do perímetro escrotal e da idade ao primeiro parto em novilhas Nelore desafiadas tradicional ou precocemente. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 139p.

GRESSLER, S.L.; GRESSLER, M.G.M.; BERGMANN, J.A.G (2006) Evaluation of genetic associations between scrotal circumference and age at first calving when mating as yearlings or two-year old Nelore female. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FARIAS, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

NOGUEIRA, G.P (2004). Puberty in South American Bos Indicus (Zebu) cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 361-372.

NOMELINI, J.; VOZZI, P.A.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B (2005). Tendência Genética do Mérito Genético Total e da Idade ao Primeiro Parto nos Rebanhos Participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore. In: 42 Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia.

MARTIN, L.C.; BRINKS, J.S.; BOURDON, R.M.; CANDIFF, L.V (1992). Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *J. Anim. Sci.*, v.70: 4006-4017.

MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B (1991) Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Rev. Brasil. Genet.*, 14: 209-212.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N (2000). Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 29: 997-1004.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S (2000). Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec*, 29:1676-1683.

REYES, A.B.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; TONHATI, H.; MARTINS-FILHO, R; BEZERRA, L.A.F. (1995) Estimación de (co)varianzas y DEPs por modelo animal bicaracter para pesos y perímetro escrotal de ganado Nelore en Brasil. In :*Memorias XIV. Reunión ALPA. 19º Congreso AAPA*, p. 926-930.

SHIOTSUKI, L.; PEREIRA, M.C.; VECHETINI, M.E.; SILVA, J.A.; FORMIGONI, I.B.; ALBUQUERQUE, L.G. (2006). Genetic association between pregnancy success in heifers and visual scores of conformation and finishing precocity in

Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

SILVA J.A.; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 34:1568-1572.

SIMIONI, V.M (2002). Estudo Genético-Quantitativo de algumas características de algumas características reprodutivas na raça Nelore. Doutorado (Produção animal) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance component with threshold-linear models. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.*

VAN KAAM, J.B.C.H.M. (1997) **GIBANAL** - Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.4, Netherlands

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; MATTOS, E.C. Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil, 2007.*

Considerações finais

Existe variabilidade genética potencial para ser explorada em termos de precocidade sexual em machos e fêmeas da raça Nelore. Neste estudo foi demonstrado que novilhas da raça Nelore podem apresentar puberdade precoce em idades semelhantes às observadas em raças taurinas, portanto a correta identificação desses genótipos por meio das avaliações genéticas e a subsequente seleção e multiplicação nos rebanhos aumentaria consideravelmente a frequência de genes relacionados à precocidade sexual nos rebanhos da raça Nelore.

A condição fenotípica das novilhas à desmama e no início da estação de monta em climas tropicais parece ser determinante para o início das reações hormonais que levam à ovulação em idades próximas aos 12 meses. A inclusão nos modelos de avaliação genética da idade da vaca da novilha ao parto, estação de nascimento das novilhas, pesos à desmama e ao ano ao início da estação de acasalamentos poderia ser importante para aumentar as acurácias das avaliações genéticas para as características relacionadas a precocidade sexual.

As estimativas de herdabilidade para a característica Probabilidade de Parto Precoce (3P) obtidas em modelos uni e multicaracterística indicam que a mesma pode ser utilizada nos programas de melhoramento genético de raças zebuínas com respostas favoráveis em períodos curtos de tempo.

A Idade ao Primeiro Parto (IPP) freqüentemente utilizada como critério de seleção para precocidade sexual na raça Nelore apresenta uma considerável variabilidade ambiental em ambientes tropicais, porém, de acordo com as correlações genéticas obtidas neste estudo com a característica 3P e com os perímetros escrotais em diferentes idades, a IPP parece ser uma ferramenta valiosa e simples para aumentar a pressão de seleção para precocidade sexual nos rebanhos da raça Nelore.

Os perímetros escrotais aos 365, 450 e 550 dias de idade apresentaram estimativas de herdabilidade de meia a alta magnitude e correlações genéticas favoráveis com as características 3P e IPP, principalmente os PE365 e PE450, o que indicaria ser melhor idade para realizar a seleção para precocidade sexual nos machos visando precocidade sexual das novilhas. Devido à ampla utilização do perímetro escrotal nos programas de melhoramento genético e às correlações favoráveis com precocidade sexual das novilhas, uma maior pressão seletiva para precocidade sexual que pode ser aplicada nos rebanhos da raça Nelore com importantes respostas a curto e meio prazo. A redução na IPP observada no PMGRN poderia ser explicada como melhorias nutricionais das novilhas antes do início da estação de monta e também pela seleção praticada pelos criadores para perímetro escrotal e Idade ao primeiro parto.

O crescimento testicular entre os 365 e 450 dias e entre os 450 e 550 dias de idade sugere que uma importante proporção de genes que atuam no crescimento testicular em uma fase não se expressam na outra e de acordo

com as correlações genéticas obtidas neste estudo somente o crescimento testicular até os 450 dias de idade estaria relacionado com eventos fisiológicos da puberdade em machos e fêmeas.

A Identificação de famílias “precoces” na raça Nelore e o estudo da associação genética da precocidade sexual com outras características, como acabamento de carcaça, ganho de peso e longevidade reprodutiva devem contribuir para aumentar o conhecimento da precocidade sexual em ambientes tropicais e para viabilizar sua utilização nos rebanhos da raça Nelore.

Probability of precocious calving as a selection criterion for sexual precocity in the Nellore cattle

Pedro Alejandro Vozzi, Raysildo Barbosa Lôbo

² Departamento de Genética, FMRP-USP, Ribeirão Preto, SP.

Abstract - The Gibbs sampling was used to establish the variance components for the Probability of Precocious Calving (3P) used as a selection criterion for sexual precocity in the Nellore Genetic Breeding Program (PMGRN) in Nellore heifers. Different models were evaluated to identify the best option. Low variation in the posterior distribution of the variance components and in the genetic parameters was observed. The posterior distribution of the heritability obtained along the different models was similar and close to 50% indicating that the trait can be used for the selection for sexual precocity in the genetic breeding programs of the Nellore Breed. The models that presented a better adjustment indicating that the phenotypic condition of the heifers at weaning may affect their reproductive performance when they are precociously exposed at the age near 12 months. **Key-words:** Heritability, Bayesian Inference, Nellore, Sexual Precocity.

Introduction

The identification of genetic and environmental factors that influence the sexual precocity in *Bos indicus* cattle became the main challenge of animal breeding programs in Nellore cattle in Brazil. The earlier reproduction of the cows has important economic response in the cattle breeding because using this selection attempt it is possible to increase the productive life and the calving number per cow.

Puberty in the Zebu cows involves an interaction system of hormone-tissue-glandule as observed in *Bos Taurus* cattle (Evans *et al.*, 1999). The decreasing response of the hypothalamus to the estradiol follows the stimulation of the pituitary determined by the high levels of the LH hormone (Day *et al.*, 1987). The factors that affect puberty in the Zebu cows have been

reviewed by Nogueira (2004) where nutritional level, weather, season of birth and the genetic of the animals are the characteristics that most affect puberty.

Reports on thresholds traits associated to sexual precocity in Nellore cattle (Eler *et al.*, 2002; Eler *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2005; Shiotsuki *et al.*, 2006; Van Melis *et al.*, 2007; Vozzi *et al.*, 2008) indicate that this trait has enough genetic variability to respond to selection and has been used as a selection criterion in Brazilian breeding programs of the Nellore cattle (Eler *et al.*, 2002; Eler, 2005; Hill, 2005; Lôbo *et al.*, 2008).

This study aimed to estimate the variance components and genetic parameters for the probability of precocious calving trait analyzing different statistical models using a Bayesian model of thresholds.

Material and Methods

Data background: the databases were constituted by information from the Sexual Precocity Program coordinated by ANCP (Lôbo *et al.*, 2008). In this archive, 10.558 reproductive data regard cows born between 2000 and 2004, provided by 11 farms from the PMGRN. The 10.558 cows used in this analysis are daughters of 479 bulls and 7.459 dams.

Definition of the probability of precocious calving trait (3P): Heifers exposed precociously between the 12th and 21st month, diagnosed with positive pregnancy, that maintained the gestation and delivered a living bull-calf received the score 1 (success). The others that did not reach these criteria received 0 (failure).

Genetic model:

Formation of the contemporary group

The contemporary group consisted of animals of the same farm, born in the same year and same trimester, belonging to the same management group. Contemporary groups with less than five animals and groups with descendants of the same bull were not considered in the analysis. Ninety-four contemporary groups were used in the analysis.

Statistical models evaluated

To analyze the factors that affect the expression of this trait we analyzed eight statistical models for the 3P trait. The following variables were contemplated in the different models besides the contemporary group:

CIVP: Class of age of the cow at heifer's delivery, taken as a fixed effect. Nine classes of different ages were contemplated.

P210: Standard weight at 210 days of age of the heifer. As an indicative trait of the weight at heifers weaning, this was considered a linear co-variant. The standard weight at 210 days was set in agreement to the following formula (Garnero *et al.*, 2001):

$$\mathbf{P210 = Pa + GMD \times da}$$

Pa: anterior weight to the standard age,

GMD: daily weight gain,

da: days between anterior age and standard age.

The daily average gain was obtained using this formula:

$$\text{GMD}=(\text{Pp}-\text{Pa})/(\text{Ip}-\text{Ia})$$

Pp: posterior weight at standard age,

Pa: anterior weight at standard age,

Ip: animal age (in days) in the posterior weight and **Ia** animal age (in days) in the anterior weight.

P365: standard weight at 365 days of age of the heifer. This trait indicated the weight of the heifer at the beginning of mating season; this was considered a linear co-variable. The standard weight at 365 days was calculated following the same formula used above.

Structure of the different models

Model 1 (M1): Thresholds model considering the contemporary group as fixed effect.

Model 2 (M2): Thresholds model considering the contemporary group and the class of age of dam at delivery as fixed effects.

Model 3 (M3): Thresholds model considering the contemporary group and the class of age of dam at delivery as fixed effects and the heifer's weight at weaning (P210) as co-variable.

Model 4 (M4): Thresholds model considering the contemporary group and the class of age of dam at delivery as fixed effects and the heifer's weight at the beginning of the mating season (P365) as co-variable.

Model 5(M5): Thresholds model considering the contemporary group and the class of age of dam at delivery as fixed effects and the heifer's weight at weaning (P210) and the heifer's weight at the beginning of the mating season (P365) as co-variable.

Model 6 (M6): Thresholds model considering the contemporary group as fixed effect and the heifer's weight at weaning (P210) as co-variable.

Model 7 (M7): Thresholds model considering the contemporary group as fixed effect and the heifer's weight at weaning (P210) and the heifer's weight at the beginning of the mating season (P365) as co-variable.

Model 8 (M8): Thresholds model considering the contemporary group as fixed effect and the heifer's weight at the beginning of the mating season (P365) as co-variable.

A threshold Bayesian model was applied for the assessment of genetic parameters in the different models, using the interactive process of the Gibbs sampling by the THRGIBBS1F90 software (Tsuruta *et al.*, 2006) in agreement with the following genetic thresholds model:

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

where

$$\mathbf{V} \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{V} \otimes \mathbf{A} & 0 \\ 0 & \mathbf{R} \otimes \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

\mathbf{y} : information vector for the 3P trait,

$\boldsymbol{\beta}$: contemporary group effect,

$\boldsymbol{\mu}$: direct genetic effect vector,

X and **Z**: matrix that correlate the data with their effects, respectively,

e: represents residual effect of the model,

A: relationship matrix comprising all animals of the pedigree,

I: identity matrix,

\otimes : Kronecker product

V: variance and (co)variance matrix for the genetic effects,

R: variance and (co)variance matrix for the residual effects.

In the different analyses the residual variance on the non observable scale was fixed in 1 in agreement with Gianola & Foulley (1983).

A simple chain of 1.000.000 Gibbs samples was used for all models with an initial discard of 20.000 samples, sampling them each 50 cycles. The post-Gibbs analyses were performed by the POSTGIBBSF90 program (Tsuruta *et al.*, 2006) e Gibanal (Van Kaam, 1997).

For the establishment of the different models adjustment, the PROC GENMOD (generalized linear models) was used, considering the Poisson distribution and the specific logarithmic function for binary traits (SAS, 2003). For the comparison of the weight gain and the adjusted weight between the precocious and non-precocious heifers, the PROC TTEST was used (SAS, 2003).

Results and Discussion

From our data, 13% of the heifers received the score 1 (success) and 87% received the score 0 (failure). Considering the heifers that delivered precociously, the mean age of deliver was 16 mouths. These results were similar to those obtain by Shiotsuki *et al.* (2006) in Nellore cattle incited at

16 months of age. The average weight gain in the period between weaning and the yearling and the average adjusted weight of the heifers at 365 days were superior in the precocious heifers ($p < 0.01$).

The posterior distributions of the heritability and genetic variance obtained in the different analysis are presented in figures 1 to 16.

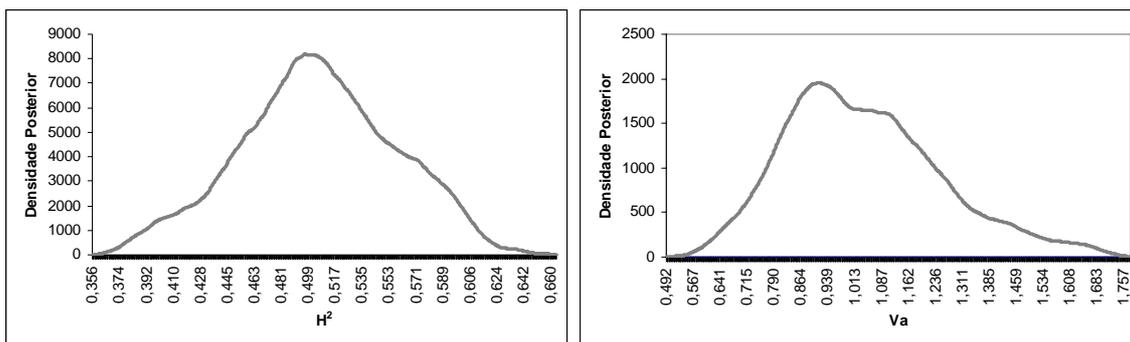


Figure 1 and 2: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 1

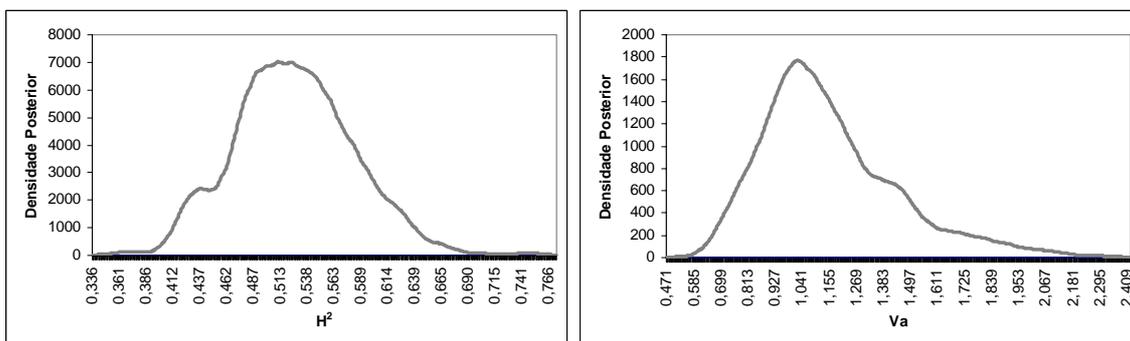


Figure 3 and 4: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 2

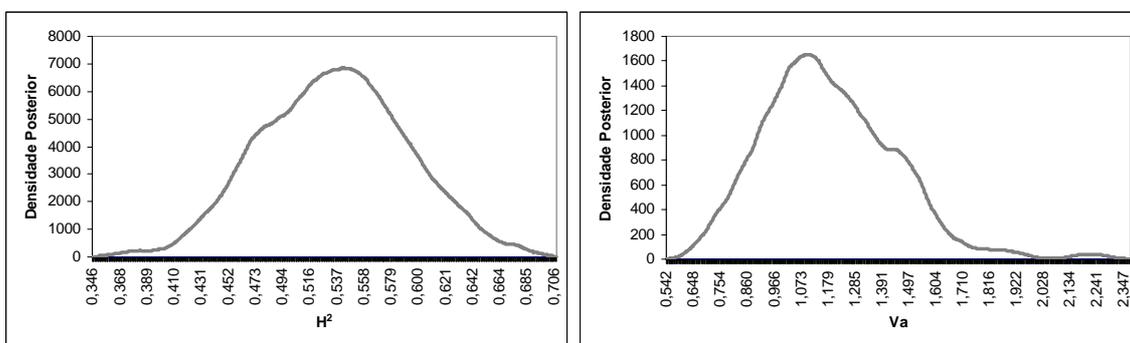


Figure 5 and 6: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 3

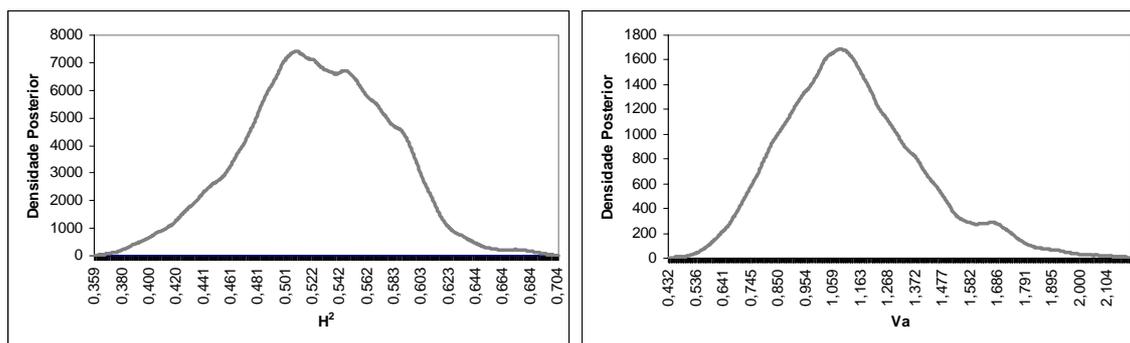


Figure 7 and 8: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 4

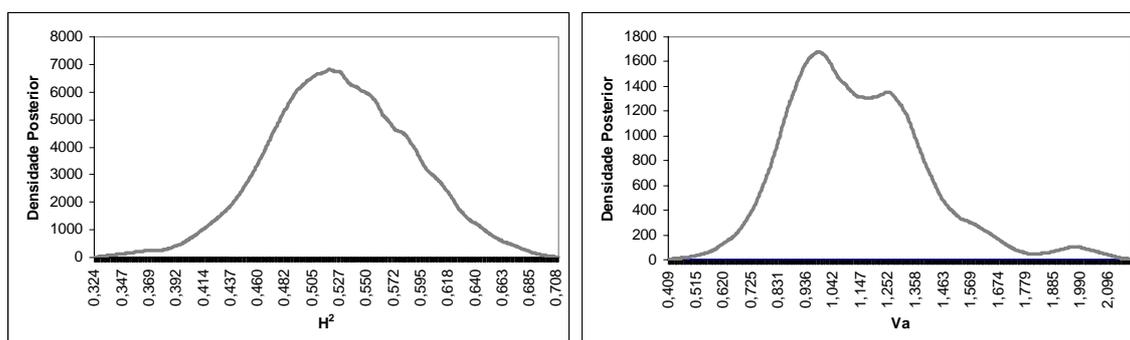


Figure 9 and 10: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 5

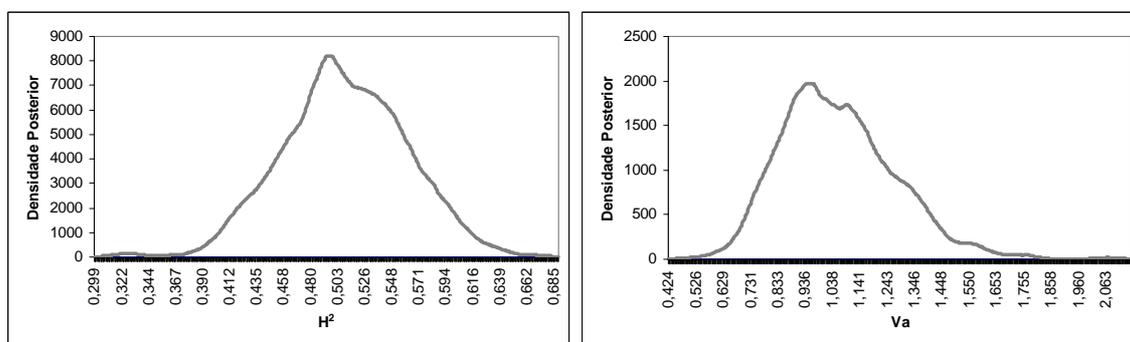


Figure 11 and 12: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 6

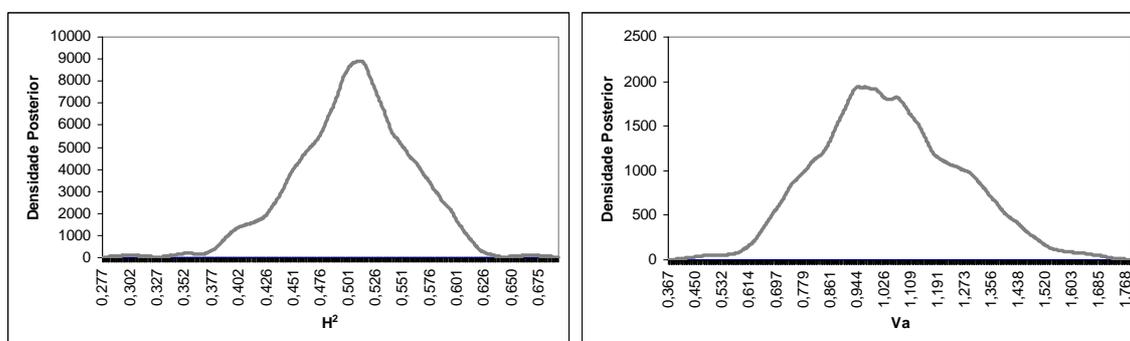


Figure 13 and 14: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 7

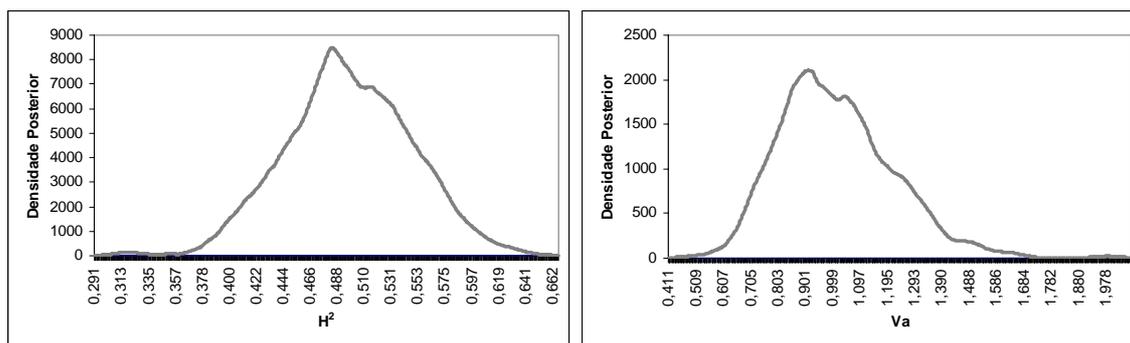


Figure 15 and 16: Posterior distributions of the heritability estimative and the genetic variance resulting from model 8

Independently of the model, the posterior distributions of the genetic variance components and the heritability estimative were similar in the different models. In figures 1 to 16 the distributions of the samples tend to the normal pattern, with values close to the mean, mode and median (Table 2) which indicates a correct implementation of the Bayesian technique using the interactive process of Gibbs sampling for the 3P trait (Blasco *et al.*, 2001; Magnabosco *et al.*, 2002).

The results obtained in the Bayesian analysis in the different models are observed in Table 1.

Table 1: Mean, standard deviation and credibility region of the variance components obtained in the different models.

	Variance	Means	Standard Deviation	Region credibility (95%)
M1	Va	1,044	0,223	1,028 a 1,061
	Vr	1,002	0,020	1,002 a 1,003
M2	Va	1,140	0,269	1,120 a 1,161
	Vr	1,003	1,003	1,002 a 1,003
M3	Va	1,187	0,284	1,164 a 1,210
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M4	Va	1,138	0,272	1,116 a 1,160
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M5	Va	1,161	0,270	1,142 a 1,180
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M6	Va	1,060	0,223	1,046 a 1,075
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M7	Va	1,027	0,216	1,011 a 1,044
	Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
M8	Va	1,011	0,210	0,997 a 1,025

Vr	1,003	0,020	1,002 a 1,003
----	-------	-------	---------------

The means, modes and medians of the posterior distributions of the heritability estimative for the Probability of Precocious Calving (3P) trait, obtained in the different models using Bayesian inference are represented in Table 2.

Table 2: Posterior distribution of the heritability estimative in the different models (mean, mode and median).

	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M5</i>	<i>M6</i>	<i>M7</i>	<i>M8</i>
Mean	0,504	0,525	0,534	0,524	0,529	0,508	0,500	0,497
Mode	0,502	0,518	0,527	0,512	0,533	0,520	0,502	0,490
Median	0,504	0,524	0,534	0,524	0,529	0,508	0,501	0,496

Tables 1 and 2 show that different models resulted in similar heritability and variance. Heritability was next to 50 %, which indicates that the trait has enough genetic variability to be included as a selection criterion in genetic breeding programs. Similar results of heritability were obtained by Eler *et al.* (2002) for the probability of pregnancy at 14 months trait using the \Re method, and by Silva *et al.* (2005) and Shiotzuki *et al.* (2006) for the probability of pregnancy at 16 months trait using the \Re method and the Bayesian inference, respectively. Also, Van Melis *et al.* (2007) applied a Multivariate Bayesian model for the probability of pregnancy at 14 months trait.

Table 3: Comparison of the different models studied.

Model	Deviation	Log likelihood	p
M1	753,6825	-10405,2300	0,0720
M2	749,2373	-10403,0091	0,0717
M3	716,4000	-10386,5905	0,0697
M4	698,5226	-10377,7657	0,0685
M5	683,4805	-10370,1307	0,0682
M6	719,9492	-10388,3650	0,0700
M7	687,1414	-10371,9612	0,0685

M8	702,0893	-10379,4351	0,0688
----	----------	-------------	--------

Log likelihood: the lower, the better.

The models that presented a better adjustment were M1, M2 and M6 indicating that the phenotypic condition of the heifers at weaning may affect their reproductive performance when they are precociously exposed at the age near 12 months. According to Foxcroft (1980) and Nogueira (2004), heifers with higher growth rates in the pre and post weaning period tend to reach puberty earlier than those with lower growth rates, which emphasizes the results obtained with these models. The highest gain between the weaning and the yearling and the highest weight at the beginning of the mating season of the heifers that received the score 1 support this hypothesis. The seasons of birth of the heifers considerably affect their performance after the weaning, where the availability of food is the main factor that determines the phenotypic condition of the heifers at the beginning of the mating season. Therefore, considering the different seasons of birth in the contemporary group contributes significantly for the model adjustment.

Although the posterior density of the variance components and the genetic parameters have been similar in the different models, the inclusion of the class of age of the mother at delivery and of the weight of the heifers at weaning and at the beginning of the mating season could increase the accuracy of the estimative of the genetic parameters and the Expected Progeny Differences (EPDs) for Probability of Precocious Calving in the genetic evaluations for this trait.

Conclusions

The estimative of heritability obtained in this study indicates that the Probability of Precocious Calving (3P) trait could be used as a selection criterion for sexual precocity in Nellore cattle with important economic impact for the cattle breeding once it regards precocious calving, the maintenance of the gestation and the delivery of a living calf.

Potential genetic variability in sexual precocity can be explored in the breeding program of Nellore cattle.

The phenotypic conditions of the heifers at weaning have significant effect in the expression of the 3P trait, thus the factors that play a role in this phase should be considered in the models of genetic evaluation for the sexual precocity trait.

References

BOLIGON, A.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nellore. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.432-436.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; FERRAZ J.B.S.; DIAS F, *et al.* (2002). Genetic evaluation of probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 951-954.

ELER, J.P.; SILVA, J.A.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; *et al.* (2004). Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* 82: 2519-2527.

ELER, J.P (2005). Seleção para precocidade sexual em novilhas de corte. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

EVANS, J.L.; GOLDEN, R.M.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L. (1999). Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2621-2628.

DAY, M.L.; IMAKAWA, K, WOLFE, P.L.; KITTOK, R.J.; KINDER. E.J. (1987). Endocrine mechanism of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 37: 1054-1065.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B, BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. (2001). Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 30(3): 714-718.

Hill, I.D.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Precocidade sexual de bovinos da raça nelore. In CD do 13° Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

FOXCROFT, G.R. (1980). Growth and breeding performance in animal and birds. In: Lawrence, T.L.J. (Ed). *Growth in animals*. Butterworths, London, pp. 2279-247.

GIANOLA, D., and FOULLEY, J.L. (1983). Sire evaluation for ordered categorical data with a thresholds model. *Genet. Sel. Evol.* 15:201-224.

LOBÔ, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; FARIAS, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

NOGUEIRA, G.P. (2004). Puberty in South American *Bos Indicus* (Zebu) cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 361-372.

REVERTER, A.B.L.; GOLDEN, R.; BOUDON, M.; BRINKS, J.S. (1994). Method R variance components procedure: applications of the simple breeding value model. *J. Anim. Sci.* 72:2247-2253.

SAS Institute, SAS (Statistical Analysis System). **User's Guide**. Cary, NC, 2003. 129p.

SHIOTSUKI, L.; PEREIRA, M.C.; VECHETINI, M.E.; SILVA, J.A.; FORMIGONI, I.B.; ALBUQUERQUE, L.G. (2006). Genetic association between pregnancy success in heifers and visual scores of conformation and finishing precocity in Nelore cattle. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

SILVA J.A.; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. (2005). Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 34:1568-1572.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance component with threshold-linear models. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006*.

Van KAAM, J.B.C.H.M. (1997) **GIBANAL** - Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.4, Netherlands

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; MATTOS, E.C. Relação genética aditiva entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil, 2007.*

VOZZI, P.A.; OLIVEIRA, H.N.; OLIVATO, W.L.; GESTAL, R.L.; PAZ, C.C.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. (2008). Probabilidade de Parto Precoce como critério de seleção para precocidade sexual em bovinos da raça Nelore. VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, São Carlos, SP, Brasil.