

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE  
CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM  
BOVINOS CANCHIM**

**Bruno Carlos Pires**  
Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE  
CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM  
BOVINOS CANCHIM**

Bruno Carlos Pires  
Orientador: Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar  
Co-orientador: Prof. Dr. Danísio Prado Munari

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

2013

Pires, Bruno Carlos  
P667p Parâmetros genéticos para características de crescimento,  
reprodutivas e de carcaça em bovinos Canchim / Bruno Carlos Pires.  
-- Jaboticabal, 2013  
v, 40 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013  
Orientador: Maurício Mello de Alencar  
Banca examinadora: João Ademir, Arthur dos Santos Mascioli,  
Danísio Prado Munari  
Bibliografia

1. Área de olho de lombo. 2. Bovinos de corte 3. Espessura de  
gordura subcutânea 4. Idade ao primeiro parto 5. Perímetro escrotal  
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082



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

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO,  
REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM BOVINOS CANCHIM

**AUTOR:** BRUNO CARLOS PIRES

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. MAURICIO MELLO DE ALENCAR

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA E  
MELHORAMENTO ANIMAL , pela Comissão Examinadora:




Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. JOAO ADEMIR DE OLIVEIRA

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ARTHUR DOS SANTOS MASCIOLI  
Universidade Federal de Goiás / Jataí/GO

Data da realização: 04 de setembro de 2013.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Bruno Carlos Pires – nascido em Jataí – GO, no dia 11 de setembro de 1987, é formado em Zootecnia pela Universidade Federal de Goiás – GO, em agosto de 2011. Realizou estágio na área de Melhoramento Genético Animal na Embrapa Arroz e Feijão, sob orientação do Dr. Cláudio Uihôa Magnabosco. Em agosto de 2011, iniciou o mestrado em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), obtendo o grau de mestre em 04 de setembro de 2013, sob orientação do Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar e co-orientação do Prof. Dr. Danísio Prado Munari.

*Dedico aos meus queridos pais Paulo e Laudicéia, à minha irmã Pollyanna e à minha companheira Lanna, vocês são fonte de paz e harmonia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Deus, por mais essa bênção.

Ao orientador Dr. Maurício Mello de Alencar, pela disposição, orientação e ensinamentos. Obrigado!

Ao co-orientador Dr. Danísio Prado Munari, pelos ensinamentos, apoio, amizade, dedicação, orientação e conselhos que muito tem ajudado. Muito obrigado!

À Dr<sup>a</sup>. Patrícia Tholon, obrigado pela valiosa ajuda na edição e análise dos dados.

Aos doutores João Ademir, Leonardo Seno e Arthur Mascioli, membros da banca de qualificação e de defesa, que muito contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

À Embrapa Pecuária Sudeste e a Associação Brasileira de Criadores de Canchim, pela concessão dos dados.

Aos professores e funcionários da Universidade Estadual Paulista.

À todos meus familiares e amigos de Jataí, que mesmo estando longe, sempre me deram força.

Aos colegas do departamento de Ciências Exatas: Marcos Buzanskas, Guilherme, Diego Guidolin, Flávio Arantes, Leonardo Seno, Ismael Urbinati, Val, Jaque, Nicole Tramonte, Priscila, Tati Chud, Natália, Giovana, Thiago, o trabalho entre amigos se tornou mais agradável.

As grandes amizades que fiz em Jaboticabal: Stevens, Gabriel (Bié), Davi (Negão), Guilherme (Maricón), Julião, Marim, Rodrigo (Girico), Diego, Luiz (Lú), Lucas, Juninho, Cecílio (Lobizomi), Limber, André (Kolgate) e Pedro (Lessy).

Aos queridos amigos do Restaurante Aeroporto: Aretusa, Rodolfo, Conceição, Ruth, Rosa, Japa, Silvia, Miriam, Rosa, Rafa e Dair, foi ótimo trabalhar com vocês!

A todos que não foram citados, mas que diretamente e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!!!



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO.....</b>	ii
<b>ABSTRACT.....</b>	iii
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	iv
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	v
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	1
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	3
<b>Parâmetros genéticos.....</b>	3
<b>Inferência Bayesiana.....</b>	3
<b>Características de crescimento.....</b>	5
<b>Características reprodutivas.....</b>	7
<b>Características de carcaça.....</b>	8
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	10
<b>CAPÍTULO 2 - PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE CARCAÇA EM BOVINOS CANCHIM.....</b>	17
<b>RESUMO.....</b>	17
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	18
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	20
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	24
<b>CONCLUSÕES.....</b>	34
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	35

## PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM BOVINOS CANCHIM

**RESUMO** – Em razão da necessidade de produzir carne com qualidade, características de carcaça como a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea têm sido utilizadas como critérios de seleção de bovinos de corte. Ainda são poucos os estudos sobre essas características e suas associações com as características reprodutivas e de crescimento. O objetivo neste estudo foi estimar parâmetros genéticos para pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG), em bovinos Canchim. Foram utilizadas 14.513 observações de animais da raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu) e do grupo genético MA (progênie de touro Charolês e vaca 1/2 Canchim + 1/2 Zebu) nascidos entre os anos de 1992 e 2012. As análises uni e bicaracterísticas foram realizadas utilizando inferência Bayesiana sob modelo animal que considerou como efeitos fixos o grupo de contemporâneos (sexo, fazenda, regime alimentar, grupo genético, estação e ano nascimento) e as covariáveis classe de idade da vaca ao parto e idade do animal na data da mensuração e como aleatórios, os efeitos genético aditivo direto e residual, sendo que para PN, PD e CED foi considerado, também, o efeito genético aditivo materno. As médias das estimativas de herdabilidade, obtidas pelas análises uni e bicaracterísticas, foram de 0,28; 0,30; 0,28; 0,33; 0,43; 0,15; 0,37 e 0,22 para PN, PD, PS, CED, CES, IPP, AOL e EG, respectivamente. As estimativas de herdabilidade sugerem que as características de crescimento e de carcaça, CED e CES devem responder a seleção direta. Correlações genéticas medianas e negativas sugerem que ganhos genéticos para redução de IPP podem ser obtidos ao selecionar animais para PS, CES e EG. Progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça, sem causar prejuízo para as características de crescimento e reprodutivas.

**Palavras-chaves:** área de olho de lombo, bovinos de corte, espessura de gordura subcutânea, idade ao primeiro parto, perímetro escrotal, peso corporal.

## ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS FOR GOWTH, REPRODUCTIVE AND CARCASS TRAITS IN CANCHIM CATTLE

**ABSTRACT** - Due to the demand for high quality meat, carcass traits such as loin eye area and backfat thickness have been used as criteria for beef cattle selection. Nevertheless, there is a lack of studies on these traits and on their association with the reproductive and growth traits commonly used in animal breeding program. The objective of this study was to estimate genetic parameters for birth (PN), weaning (PD) and long-yearling (PS) weights, scrotal circumference at weaning (CED) and long-yearling (CES), age at first calving (IPP), loin eye area (AOL) and backfat thickness (EG) in Canchim cattle. Data on 14,513 observations of Canchim ( $5/8$  Charolais +  $3/8$  Zebu) and MA (offspring of Charolais bulls and  $1/2$  Canchim +  $1/2$  Zebu cows) animals, born between 1992 and 2012 were used. The analyses were carried out using Bayesian inference under an animal model that included the fixed effects of contemporary group (sex, farm, feeding regime, genetic group, season and year of birth) and covariates cow age class at calving and animal age at the measurement, besides the random, additive direct genetic and residual effects. For PN, PD and CED the maternal additive effect was also considered in the model. The means of the heritability estimates obtained in one and two-trait analyses were 0.28, 0.30, 0.28, 0.33, 0.43, 0.15, 0.37 and 0.22 for PN, PD, PS, CED, CES, IPP, AOL and EG, respectively. The heritability estimates suggest that growth traits, carcass traits, and scrotal circumference at weaning and long-yearling should respond to direct selection. Moderate and negative genetic correlations suggest that reduction in IPP can be obtained by selecting animals for PS, CES and EG. Genetic progress can be achieved on carcass traits without causing losses to the reproductive and growth traits.

**Key-words:** age at first calving, backfat thickness, beef cattle, body weight, loin eye area, scrotal circumference.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
<p><b>1</b> Estrutura dos dados e estatísticas descritivas dos pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).....</p>	21
<p><b>2</b> Estimativas de herdabilidade direta para as análises unicaracterísticas, na diagonal, e fora da diagonal, em linha, para análises bicaracterísticas, das características pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).....</p>	27
<p><b>3</b> Estimativas de correlação genética (acima da diagonal) e respectivos erros padrão de Monte Carlo (abaixo da diagonal) para análises bicaracterísticas entre pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).....</p>	27
<p><b>4</b> Estimativas de correlação ambiental, acima da diagonal, e correlação fenotípica, abaixo da diagonal, para análises bicaraterísticas entre pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).....</p>	33

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Trajectoria das cadeias das estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) em análises unicaracterísticas para pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG).....	25
<b>2</b>	Histogramas das estimativas de densidades posteriores da herdabilidade em análises unicaracterísticas para pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG).....	26

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **INTRODUÇÃO**

Projeções mundiais, segundo a Organização das Nações Unidas, estimam o aumento da população mundial de sete para mais de nove bilhões de pessoas até 2050. Conseqüentemente, fica evidente a necessidade de incremento na produção de alimentos em razão da crescente demanda mundial, sem que haja aumento na exploração territorial para a produção agropecuária (ONU, 2013). Também, tem-se observado mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores de carne, que buscam alimentos mais saudáveis e de melhor qualidade (PATIÑO; MEDEIROS, 2003).

A capacidade de exploração em sistemas de pastejo, assim como melhorias consideráveis nos manejos sanitários, reprodutivos e alimentares, e principalmente da composição genética dos animais, são fatores que destacam a pecuária nacional no cenário mundial (LOPES, 2009). Para atender à grande demanda e manutenção da liderança mundial, há necessidade de se produzir carne bovina de forma econômica, eficaz, eficiente e competitiva, o que traduz em melhorias contínuas em toda a cadeia produtiva, de forma a atender às exigências dos mercados consumidores (MEIRELLES et al., 2010).

O componente genético dos rebanhos é um dos principais fatores que influenciam os índices zootécnicos do setor produtivo de bovinos de corte do Brasil. O melhoramento genético constitui em ferramenta imprescindível para identificar e multiplicar os animais geneticamente superiores, garantindo tanto o incremento da produtividade e a adaptação ao meio ambiente em que são criados, como também a melhoria da qualidade da carne (FARIA et al., 2007). Assim, os programas de melhoramento genético tiveram grande desenvolvimento nos últimos anos, em função de novas pesquisas e tecnologias, e recentemente têm avaliado animais não só para as características de crescimento e reprodutivas, como também para as características indicativas de qualidade de carcaça. Dentre essas características de carcaça, a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea são as mais utilizadas, por serem mensuradas por ultrassonografia, procedimento não invasivo,

considerado de baixo custo e de fácil aplicação (LUCHIARI FILHO, 2000; LOPES, 2009).

No Brasil, com o objetivo de unir às qualidades de rusticidade e adaptação aos trópicos do zebu, com aquelas de precocidade, qualidade de carcaça e rendimento econômico do gado europeu, em meados do século passado, foi formada a raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu). Diversos estudos têm sido realizados para apontar critérios de seleção apropriados para os diferentes sistemas de produção adotados. No entanto, ainda são escassas informações relacionadas às características de carcaça, importantes tanto para a obtenção da competitividade da raça, como também de qualidade do produto final. Dessa forma, é imprescindível relacionar geneticamente as características de desempenho comumente utilizadas em programas de melhoramento genético com características determinantes da qualidade da carcaça (MEIRELLES et al., 2010; YOKOO et al., 2010).

O objetivo neste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para as características pesos ao nascer, ao desmame e ao sobreano, perímetros escrotais ao desmame e ao sobreano, idade ao primeiro parto, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea de animais da raça Canchim e do grupo genético MA (progênie de touro Charolês e vaca  $\frac{1}{2}$  Canchim +  $\frac{1}{2}$  Zebu), visando fornecer subsídios ao programa de avaliação genética da raça Canchim.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Parâmetros genéticos**

Os parâmetros genéticos são de grande importância por constituírem as ferramentas utilizadas para o delineamento dos programas de melhoramento genético animal, pois com sua estimação é possível prever respostas diretas e correlacionadas à seleção, elaborar índices e prever o valor genético dos animais (FARIA et al., 2007).

Dentre os principais parâmetros genéticos, pode-se evidenciar a herdabilidade e a correlação genética. A herdabilidade é o parâmetro genético de maior importância para a determinação das estratégias a serem usadas no melhoramento de um caráter, pois demonstra a capacidade de transmissão dessa característica à sua progênie (FALCONER; MACKAY, 1996).

A correlação genética é o parâmetro que permite prever como uma característica deverá variar, em consequência da seleção para outras. A correlação genética explora os conceitos de pleiotropia, ou seja, deve-se ao fato de que duas características distintas podem ser determinadas pelos mesmos genes, bem como a de ligação gênica, que explica a ação de genes localizados no mesmo cromossomo que dificilmente são segregados (FALCONER; MACKAY, 1996).

### **Inferência Bayesiana**

O aprimoramento dos métodos utilizados para estimação dos componentes de (co)variância tem sido preocupação constante dos pesquisadores ao longo dos anos, uma vez que as metodologias empregadas para a obtenção dos valores genéticos individuais para diversas características de interesse econômico utilizam-se dessas estimativas (FARIA et al., 2007). Com desenvolvimento da informática, foi possível a aplicação de metodologias mais exigentes computacionalmente, sendo a Inferência Bayesiana uma delas.



A Inferência Bayesiana está fundamentada no Teorema de Bayes, que é usado na inferência estatística para atualizar estimativas da probabilidade de que diferentes hipóteses sejam verdadeiras, baseado nas observações e no conhecimento de como essas observações se relacionam com as hipóteses (SORENSEN, 1994). O Teorema de Bayes é geralmente apresentado na forma:

$$p(q | Y) \propto p(q) * p(Y | Q), \text{ em que}$$

$p(q)$  é a densidade de probabilidade *a priori* de  $q$ , a qual reflete o grau de conhecimento acumulado sobre os possíveis valores de  $q$ , antes da obtenção de informações contidas em  $Y$ ;  $p(Y|q)$  é a densidade de probabilidade *posterior* de  $q$ , a qual inclui o grau de conhecimento prévio sobre  $q$  “atualizado por informações adicionais” contidas em  $Y$ ;  $\propto$  é o operador *proporcional a*.

A introdução de métodos de Monte Carlo baseados em cadeias de Markov como o Amostrador de Gibbs, viabilizou a implementação da inferência Bayesiana. A amostragem de Gibbs é um procedimento de integração numérica, usada na estimação das distribuições conjunta e marginal de todos os parâmetros do modelo, por meio da reamostragem de todas as distribuições condicionais da cadeia de Markov, sendo uma técnica para a obtenção indireta de variáveis aleatórias de uma distribuição marginal, sem a necessidade de cálculo de sua densidade de probabilidade (BLASCO, 2001). Segundo Van Tassel et al. (1995), o uso da amostragem de Gibbs apresenta várias vantagens com relação aos métodos usuais, pois não requer soluções para as equações de modelo misto, permite a análise de conjunto de dados maiores do que quando se usa a Máxima Verossimilhança Restrita com técnicas de matrizes esparsas e propicia estimativas diretas e acuradas dos componentes de variância, valores genéticos e intervalos de confiança para essas estimativas.

Estudos utilizando inferência Bayesiana realizados na raça Canchim podem ser encontrados nos trabalhos de: Gianlorenço et al. (2003) para peso e perímetro escrotal ao ano, tempo de permanência no rebanho e número de quilogramas de bezerros desmamados pelas fêmeas com até dez anos de idade; Mello et al. (2006) na avaliação dos pesos ao desmame, ao ano e à idade adulta, tempo de permanência no rebanho, número e quilogramas de bezerros desmamados com até dez anos de idade, número total e quilogramas totais de bezerros desmamados

durante todo o tempo de permanência no rebanho e dos quilogramas de bezerros desmamados por ano de permanência no rebanho de fêmeas; Toral, Alencar e Freitas (2007) para pesos ao desmame e ao sobreano; Madureira et al. (2009) para peso ao ano; Buzanskas et al. (2010) para peso e perímetro escrotal ao sobreano, idade ao primeiro parto e tempo de permanência no rebanho; e Borba et al. (2011) para idades ao primeiro e segundo partos, ocorrência de parto até os 38 meses de idade, e peso e perímetro escrotal ao sobreano.

### **Características de crescimento**

Os pesos padrão, mensurados em diferentes idades do animal, são de fácil obtenção e demonstram o valor econômico dos animais, sendo por isto considerados em programas de melhoramento genético (BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010). O peso ao nascimento é usado para monitorar a facilidade de parto das vacas. Baixos PN são responsáveis pelo aumento na taxa de mortalidade neonatal, enquanto que pesos elevados podem aumentar a frequência de partos distócicos. Além do efeito genético do animal, o peso ao nascimento também é influenciado por efeitos genéticos aditivos maternos e de ambiente permanente (BARICHELLO et al., 2006; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010). Na raça Canchim, as estimativas de herdabilidade direta para peso ao nascimento variam de 0,26 a 0,41 (MELLO et al., 2002; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; ANDRADE et al., 2008).

O peso ao desmame é uma das principais características utilizadas como critério para o descarte dos bezerros, pois avalia o mérito genético do animal para crescimento e está diretamente relacionada com o produto final carne. O peso nesta idade também é útil para avaliar a habilidade materna das fêmeas (ANDRADE et al., 2008). Na literatura são relatadas estimativas de herdabilidade variando de 0,23 a 0,48 (MELLO et al., 2002; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; ANDRADE et al., 2008), para peso ao desmame na raça Canchim.

O peso ao sobreano é uma característica que recebe maior atenção por parte dos produtores de bovinos de corte, pois está diretamente relacionada ao peso de abate dos animais e reflete o potencial de ganho de peso do animal após o desmame. As estimativas de herdabilidade encontradas para o peso ao sobreano na raça Canchim variam de 0,24 a 0,40 (MASCIONI et al., 1996; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; BUZANSKAS et al., 2010; BORBA et al., 2011).

A variação das estimativas de herdabilidade para os pesos em diferentes idades é reflexo do uso de diferentes modelos e informações utilizados nas análises. A utilização de dados com informações consistentes e suficientes para vacas permite a aplicação de modelos que estimem efeitos genéticos e de ambiente permanente materno, sendo úteis para análises de peso em idades mais jovens. Boligon, Rorato e Albuquerque (2007) apontam que as estimativas de herdabilidade do peso ao desmame são menores quando comparadas com o peso ao nascimento, e maiores em idades posteriores.

As correlações genéticas entre as medidas de peso são maiores em idades adjacentes e mais baixas quando as idades vão se distanciando, em razão da relação parte-todo (MASCIONI et al., 1996; BOLIGON; RORATO; ALBUQUERQUE, 2007; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; BALDI; ALENCAR; ABULQUERQUE, 2010). Na literatura, os pesos ao desmame e ao sobreano apresentam associações genéticas com características reprodutivas e de carcaça. Estimativas de correlações genéticas indicam que a seleção para maiores pesos pode promover aumento do perímetro escrotal em machos e redução da idade ao primeiro parto em fêmeas (ANDRADE et al., 2008; BALDI et al., 2008; BARICHELLO et al., 2010; BUZANSKAS et al., 2010; GUIDOLIN et al., 2010; BORBA et al., 2011; CAETANO et al., 2013), além de ganhos genéticos de mesmo sentido para as características de carcaça área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (MEIRELLES et al., 2010; GUIDOLIN et al., 2010; YOKOO et al., 2010; CAETANO et al., 2013).

## Características reprodutivas

As características reprodutivas são de grande importância econômica (BRUMATTI et al., 2011). Rebanhos com taxas de fertilidade elevadas e sexualmente precoces apresentam maior taxa de desfrute, resultando em maior número de animais para a comercialização e seleção (KRUPA, 2005; WOLFOVÁ, 2005; LOPES et al., 2011).

A principal característica reprodutiva utilizada como critério de seleção de reprodutores é o perímetro escrotal. Além de fácil mensuração, possui correlações genéticas com características quali-quantitativas do sêmen (LOPES et al., 2011), com idade à puberdade em machos e fêmeas (PEREIRA; ELER; FERRAZ, 2000; CORRÊA et al., 2006) e com as características de crescimento (KEALEY et al., 2006).

Na raça Canchim, estimativas de herdabilidade para o perímetro escrotal ao desmame variam de 0,13 a 0,52 (ALENCAR; BARBOSA; BARBOSA, 1993; SILVA et al., 2000; GIANLORENÇO et al., 2003; BARICHELLO et al., 2010). Para o perímetro escrotal ao sobreano, Borba et al. (2011), Alencar, Barbosa e Barbosa (1993), Andrade et al. (2008) e Buzanskas et al. (2010) estimaram herdabilidade de 0,26; 0,31; 0,28 e 0,24, respectivamente.

A idade ao primeiro parto é a característica reprodutiva mais utilizada para avaliar a precocidade e a fertilidade de fêmeas. Do ponto de vista zootécnico, a redução da idade ao primeiro parto provoca rápida recuperação do investimento, aumenta a vida útil do animal, possibilita maior intensidade de seleção nas fêmeas e reduz o intervalo de gerações (KRUPA, 2005; WOLFOVÁ, 2005; BRUMATTI et al., 2011). Na prática, a idade ao primeiro parto é influenciada pelo manejo reprodutivo realizado pelos criadores que, normalmente, determinam uma idade ou peso mínimo para que as fêmeas iniciem a vida reprodutiva (SILVA et al., 2000).

Na raça Canchim, Buzanskas et al. (2010) e Borba et al., (2011) relataram estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de 0,04 e 0,05, respectivamente, utilizando Inferência Bayesiana. Estudos utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita relataram estimativas de herdabilidade variando de 0,09 a 0,14 (SILVA et al., 2000; TALHARI; ALENCAR; MASCIOLI, 2003; CASTRO-

PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007a; BALDI et al., 2008). Pereira, Eler e Ferraz (2002), em estudo com animais da raça Nelore, observaram que a seleção para menores idades ao primeiro parto pode apresentar maior resposta em populações nas quais as fêmeas entram na estação de monta em torno dos 14 meses de idade.

### **Características de carcaça**

De acordo com Luchiari Filho (2000), uma carcaça de boa qualidade e bom rendimento deve apresentar relação adequada entre as partes que a compõe, possuindo o máximo de músculos, o mínimo de ossos e quantidade adequada de gordura para assegurar ao produto condições mínimas de manuseio e palatabilidade. Nesse contexto, a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea têm sido contempladas em programas de melhoramento genético de bovinos de corte, a fim de identificar os animais superiores em qualidade de carcaça.

A espessura de gordura subcutânea está associada à qualidade da carne obtida após o abate dos animais, pois afeta a velocidade de resfriamento de carcaça, atuando como um eficiente isolante térmico. Carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares (encurtamento pelo frio) resultantes do resfriamento, que podem causar escurecimento da carne, redução no peso e na maciez (PEREIRA, 2006). A área de olho de lombo é uma medida relacionada à musculosidade, indicativa do desenvolvimento muscular e do rendimento dos cortes de alto valor comercial (LUCHIARI FILHO, 2000).

A área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea são mensuradas utilizando a ultrassonografia em animais vivos, na imagem obtida transversalmente do músculo *Longissimus dorsi* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (YOKOO et al., 2010). A avaliação de carcaça por ultrassonografia é considerada ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculosidade, cobertura de gordura, marmorização e rendimento de carne à desossa (MAGNABOSCO et al., 2009; LOPES, 2009; YOKOO et al., 2010; MEIRELLES et al., 2010).

Na raça Canchim, são poucos os estudos sobre parâmetros genéticos para as características de carcaça. Meirelles et al. (2010) estimaram herdabilidade de 0,24 e 0,33 para espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo, respectivamente. Em outro estudo, utilizando parte do mesmo conjunto de dados utilizado por Meirelles et al. (2010), Mokry et al. (2012) estimaram herdabilidade separadamente por sexo, para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, e encontraram para fêmeas estimativas de 0,38 (área de olho de lombo) e 0,28 (espessura de gordura subcutânea), e para machos 0,34 (área de olho de lombo) e 0,04 (espessura de gordura subcutânea), sugerindo que a seleção de fêmeas para espessura de gordura subcutânea traria maior resposta à seleção.

Estudos realizados por Reverter et al. (2000) com a raça Angus e Hereford; Kemp, Herring, Kaiser (2002) com a raça Angus; Stelzleni et al. (2002) com animais Brangus; Crews et al. (2003) com bovinos Simental e Sainz et al. (2003), Magnabosco et al. (2009) e Yokoo et al. (2010) em bovinos Nelore, apontam estimativas de herdabilidade variando de 0,29 a 0,64 para área de olho de lombo e de 0,18 a 0,51 para espessura de gordura subcutânea.

## REFERÊNCIAS

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

ANDRADE, P. C.; GROSSI, D. A.; PAZ, C. C. P.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A.; MUNARI, D. P. Association of an insulin-like growth factor 1 gene microsatellite with phenotypic variation and estimated breeding values of growth traits in Canchim cattle. **Animal Genetics**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 480–485, 2008.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T. Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 247–253, 2008.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2409–2417, 2010.

BARICHELO, F.; MUCARI, T. B.; ALENCAR, M. M.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; TORAL, F. B. Estimação de parâmetros genéticos para peso ao nascer em bovinos da raça Canchim avaliados sob diferentes modelos animais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

BARICHELO, F.; ALENCAR, M. M.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; SILVA, L. O. C. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 6, p. 563-570, 2010.

BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 2023-2046, 2001.

BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 565-571, 2007.

BORBA, L. H. F.; REY, F. S. B.; SILVA, L. O. C.; BOLIGON, A. A.; ALENCAR, M. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 11, p. 1570-1578, 2011.

BRUMATTI, R. C., FERRAZ, J. B. S., ELER, J. P., FORMIGONI, I. B. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 230, p. 205-213, 2011.

BUZANSKAS, M. E.; GROSSI, D. A.; BALDI, F.; BARROZO, D.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MUNARI, D. P.; ALENCAR, M. M. Genetic associations between stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livestock Science**, v. 132, n. 1, p. 107-112, 2010. doi:10.1016/j.livsci.2010.05.008

CAETANO, S. L.; SAVEGNAGO, R. P.; BOLIGON, A. A.; RAMOS, S. B.; CHUD, T. C. S.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.155, n.1, p.1-7, 2013.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T. (2007). Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007a.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; BARBOSA, R. T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007b.

CORRÊA, A.B.; VALE FILHO, V. R.; CORRÊA, G. S. S.; ANDRADE, V. J.; SILVA, M. A.; DIAS, J. C. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 388-393, 2006.



CREWS JR, D. H.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUAAS, R. L.; LIPSEY, R. J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1427-1433, 2003.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1996. 464 p.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; BORJAS, A. R.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.

GIANLORENÇO, V. K.; ALENCAR, M. M.; TORAL, F. L. B.; MELLO, S. P.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, P. F. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1587-1593, 2003.

GUIDOLIN, D. G. F.; GRUPIONI, N. V.; CHUD, T. C. S.; URBINATI, I.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P., 2010. Genetic association for growth, reproductive and carcass traits in Guzerá Beef Cattle. In: Proceedings of 9<sup>th</sup> World Congresson Genetics Applied to Livestock Production. Leipzig, Germany. (<http://www.kongressband.de/wcgalp2010/assets/pdf/0640.pdf>). Acesso em: 21 jul. 2013.

KEALEY, C. G; MacNEIL, M. D.; TESS, M. W.; GEARY, T. W.; BELLOWS, R. A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of line 1 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 283-290, 2006.

KEMP, D. J.; HERRING, W. O.; KAISER, C. J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 1489-1496, 2002.

KRUPA, E., WOLFOVÁ, M., PEŠKOVIČOVÁ, D., HUBA, J., & KRUPOVÁ, Z. Economic values of traits for Slovakian Pied cattle under different marketing strategies. **Czech Journal of Animal Science**, v. 50, n. 10, p. 483-492, 2005.

LOPES, D. T. **Estudo genético quantitativo de características andrológicas e de carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, em touros da raça Nelore, utilizando inferência bayesiana.** 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; MAGNABOSCO, C. U.; FARIA, C. U.; FERRAZ, H. T.; TROVO, J. B. F.; TERRA, J. P.; PIRES, B. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas de touros jovens na raça Nelore por meio da inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 72-83, 2011.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** São Paulo, 2000. 134p.

MAGNABOSCO, C. U.; BARBOSA, V.; FARIA, C. U.; LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; MAMEDE, M. M. S.; LÔBO, R. B. **Estudo Genético Quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em Novilhos Nelore.** Planaltina: EMBRAPA: Cerrados, 2009, 23 p. (EMBRAPA Cerrados. Boletim 247).

MASCIOLI, A. S.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; NOVAES, A. P.; OLIVEIRA, M. C. S. Estimativas de parâmetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos na raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 72–82, 1996.

MADUREIRA, A. P.; OLIVEIRA, H. N.; ROSA, G. J. M.; BEZERRA, L. F.; MARQUES, L. F. A. Inferência Bayesiana na predição de valores genéticos do peso aos 365 dias de bovinos de corte. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 52, n. 222, p. 265-275, 2009.

MEIRELLES, S. L.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, H. N.; REGITANO, L. C. A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1437-1442, 2010.

MELLO, S. P.; ALENCAR, M. M.; SILVA, L. O. C.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F. Estimativas de (co)variâncias e tendências genéticas para pesos em um rebanho Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1707-1714, 2002.

MELLO, S. P.; ALENCAR, M. M.; TORAL, F. L. B.; GIANLORENÇO, V. K. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e produtividade em vacas da raça Canchim, utilizando-se inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 92-97, 2006.

MOKRY, F. B.; MEIRELLES, S. L. C.; TULLIO, R. R.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A. Interação genótipo x ambiente em características avaliadas por ultrassom em bovinos da raça Canchim. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9., 2012. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBMA, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Até 2050 serão necessários três planetas para suprir necessidades da população mundial. 2013. Disponível em: <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

PATIÑO, H. O.; MEDEIROS, F. S. Suplementação a pasto: uma alternativa na produção de novilho precoce. In: SIMPÓSIO DA CARNE BOVINA: DA PRODUÇÃO AO MERCADO CONSUMIDOR, 1., 2003, São Borja. **Anais...** São Borja: Ed. UFRGS, 2003. p. 47-82.

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

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

PEREIRA, M. R. C. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoces de três grupos genéticos. 2006. 67 f. Tese (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

REVERTER, A.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U. WOLCOTT, M. L.; UPTON, W. H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p. 1786-1795, 2000.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C.; MANICARDI, F.; RAMOS, J. R. H.; MAGNABOSCO, C. U.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Melhoramento genético da carcaça em gado zebuino. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, 12., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: [S. l.], 2003. 1 CD-ROM.

SORENSEN, D.; WANG, C. S.; JENSEN, J.; GIANOLA, D. Bayesian analysis of genetic change due to selection using Gibbs sampling. **Genetic Selection Evolution**, v. 26, p.333-360, 1994.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. S.; CORREA, L. A.; NOVAES, A. P.; TULLIO, R. R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2223-2230, 2000 (supl. 2).

STELZLENI, A. M.; PERKINS, T. L.; BROWN JR., A. H.; POHLMAN, F. W.; JOHNSON, Z. B.; SANDELIN, B. A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3150-3153, 2002.

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

TORAL, F. L. B.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. Abordagens frequentista e bayesiana para avaliação genética de bovinos da raça Canchim para características de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 43-53, 2007.

VAN TASSEL, C. P.; CASELLA, G.; POLLAK, E. J. Effects of selection on estimates of variance components using Gibbs sampling and restricted maximum likelihood. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 678-692, 1995.

WOLFOVÁ, M.; WOLF, J.; ZAHŘÁDKOVÁ, R.; PŘIBYL, J.; DAŇO, J.; KRUPA, E.; KICA, J. Breeding objectives for beef cattle used in different production systems. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 217-230, 2005. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.12.019

YOKOO, M. J.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; ALBUQUEQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 52–58, 2010.

## **CAPITULO 2 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE CARÇAÇA EM BOVINOS CANCHIM**

**RESUMO** – Em razão da necessidade de produzir carne com qualidade, características de carcaça como a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea têm sido utilizadas como critérios de seleção de bovinos de corte. O objetivo neste estudo foi estimar parâmetros genéticos para as características pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG) em bovinos Canchim. Foram utilizados registros de 14.513 animais, obtidos entre os anos de 1992 e 2012. Para a estimação dos parâmetros genéticos foram realizadas análises uni e bicaracterísticas utilizando inferência bayesiana sob modelo animal que considerou como efeitos fixos o grupo de contemporâneos, composto por sexo, fazenda, regime alimentar, grupo genético, estação e ano de nascimento, além das covariáveis classe de idade da vaca ao parto e idade do animal na data da mensuração e, como efeitos aleatórios, os efeitos genético aditivo direto e residual. Para PN, PD e CED também foi considerado o efeito genético aditivo materno. As médias das estimativas de herdabilidade foram de 0,28; 0,30; 0,28; 0,33; 0,43; 0,15; 0,37 e 0,22 para PN, PD, PS, CED, CES, IPP, AOL e EG, respectivamente. As características de crescimento, carcaça, CED e CES devem responder à seleção direta. As correlações genéticas indicam que a seleção para PS deve promover ganhos genéticos de mesmo sentido para PD (0,93), CES (0,39), AOL (0,47) e EG (0,43), e redução na IPP (-0,60). Respostas correlacionadas podem ser obtidas em IPP pela seleção direta para CED (-0,32), CES (-0,66) e da EG (-0,70). A correlação genética entre AOL e EG (0,26) sugere que a seleção para qualquer uma das duas deve resultar em pequenas mudanças genéticas na outra. Progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça, sem causar prejuízo para as características de crescimento e reprodutivas.

**Palavras-chaves:** área de olho de lombo, bovinos de corte, espessura de gordura, idade ao primeiro parto, perímetro escrotal, peso corporal.

## INTRODUÇÃO

Em função da importância econômica para o sistema de produção, no melhoramento genético de bovinos de corte, as características de crescimento e reprodutivas têm sido utilizadas como critério na escolha dos indivíduos superiores (BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; BRUMATTI et al., 2011). A melhoria da eficiência e dos índices reprodutivos proporciona maior taxa de desfrute do rebanho, pois além de aumentar a vida útil das vacas, também aumenta o número de animais para venda e seleção (BRUMATTI et al., 2011). Animais com maiores ganhos em peso também são mais interessantes economicamente, pois necessitam de menos dias para atingirem o peso ideal de abate e são precoces sexualmente (CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; CAETANO et al., 2013).

Além da seleção para características reprodutivas e de crescimento visando ao aumento da produção na bovinocultura, novas características como as indicativas de qualidade de carcaça têm sido consideradas nos programas de melhoramento genético animal com o objetivo de melhorar a qualidade do produto final e atender às exigências do mercado consumidor (MEIRELLES et al., 2010). A cadeia produtiva de carne bovina tem se preocupado em fornecer aos consumidores um produto seguro e de qualidade, e o Brasil para se manter como maior exportador de carne bovina precisa adequar-se a estas exigências e produzir, não só em quantidade, mas também com qualidade (LOPES, 2009).

De acordo com Luchiari Filho (2000), uma carcaça de boa qualidade e bom rendimento deve apresentar relação adequada entre as partes que a compõe, possuindo o máximo de músculos, o mínimo de ossos e quantidade adequada de gordura para garantir condições de manuseio e palatabilidade do produto. São diversos os fatores que afetam a qualidade final da carne, os quais podem ser devidos ao ambiente como nutrição, manejo, transporte, estresse pré-abate, curva de redução de pH, método de resfriamento, maturação e estimulação elétrica e, também, os de origem genética (ODDY et al., 2001).

Na avaliação de características de qualidade de carcaça, a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea são as mais utilizadas, por serem mensuradas por ultrassonografia, procedimento não invasivo, considerado de baixo

custo e de fácil aplicação (MAGNABOSCO et al., 2009). A espessura de gordura está relacionada à conservação das características físicas e organolépticas da carne após o abate do animal. A área de olho de lombo está associada ao rendimento dos cortes de alto valor comercial (LUCHIARI FILHO, 2000; LOPES, 2009). Pesquisas envolvendo diferentes raças e metodologias apontam que essas características podem ser usadas como critério de seleção (YOKOO et al., 2010). No entanto, na raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu) ainda são poucos os estudos de associações entre características de carcaça com as reprodutivas e de desempenho comumente utilizadas em programas de melhoramento genético (MEIRELLES et al., 2010).

O objetivo neste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para as características pesos ao nascimento, ao desmame e ao sobreano, perímetros escrotais ao desmame e ao sobreano, idade ao primeiro parto, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea em animais machos e fêmeas da raça Canchim e do grupo genético MA (progênie de touro Charolês e vaca 1/2 Canchim + 1/2 Zebu).



## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados de 14.513 registros de animais da raça Canchim e do grupo genético MA pertencentes à Associação Brasileira de Criadores de Canchim (ABCCAN) e à Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE). Estudaram-se as características pesos ao nascimento (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG). A média de idade dos animais ao desmame foi de  $236\pm 27$  dias e ao sobreano de  $502\pm 79$  dias, sendo que as mensurações de PN foram obtidas entre os anos de 1992 e 2012, e as de PD e PS foram de 1996 a 2012. Os registros de IPP foram obtidos de 1996 a 2009, enquanto que os de CED e CES foram mensurados entre 2003 e 2011.

As características EG (mm) e de AOL ( $\text{cm}^2$ ) foram medidas entre os anos de 2005 a 2012, em animais com média de idade de  $555\pm 87$  dias, criados na fazenda da Embrapa Pecuária Sudeste e em sete fazendas nos estados de Goiás e São Paulo e, em animais que participaram das provas de desempenho da raça Canchim e do grupo genético MA, realizadas pela ABCCAN. Essas medidas foram tomadas por ultrassonografia, obtendo uma imagem transversal do músculo *Longissimus dorsi* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. Para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal foi utilizado óleo vegetal no local da medição (YOKOO et al., 2010). As mensurações foram realizadas utilizando os ultrassons Piemedical Scanner 200 Vet com transdutor linear de 18 cm e 3,5 MHz e ALOKA 500V com sonda linear de 17,2 cm e 3,5 MHz.

Toda estruturação do arquivo de dados foi realizada por meio do programa computacional Statistical Analysis System<sup>®</sup> (SAS 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA). Foram excluídos os dados de animais com informações genealógicas não confiáveis, touros com menos de dois filhos e com participação em apenas um grupo de contemporâneos, valores discrepantes para as características e grupos de contemporâneos com menos de duas observações. A estrutura dos dados é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Estrutura dos dados e estatísticas descritivas dos pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).

Característica	N	Pais	Mães	M2f	nMA	A <sup>-1</sup>	Média	CV(%)
PN (kg)	12.967	362	7.634	2.822	1.845	19.555	34,7	13,79
PD (kg)	7.481	323	4.656	1.493	1.460	12.127	202,0	18,07
PS (kg)	5.131	312	3.427	979	1.088	8.610	305,0	20,93
CED (cm)	1.447	204	996	291	323	2.855	18,7	11,94
CES (cm)	1.224	230	980	186	284	2.419	29,2	10,81
IPP (dias)	1.400	177	1.225	149	317	2.867	1.117,0	14,07
AOL (cm <sup>2</sup> )	2.082	257	1.422	398	478	3.678	53,0	27,63
EG (mm)	2.082	257	1.422	398	478	3.676	2,2	34,60

N= número de animais Canchim e MA com medida, Pais= número de pais, Mães= número de mães; M2f= número de mães com mais de duas progênies; nMA= número de animais do grupo genético MA, A<sup>-1</sup>= número de animais na matriz de parentesco, CV = coeficiente de variação.

Para estudo dos efeitos ambientais e formação dos grupos de contemporâneos (GC), foram realizadas análises estatísticas utilizando o método dos quadrados mínimos, definindo-se três estruturas de grupo de contemporâneos por concatenação de efeitos ao nascimento (GCn), ao desmame (GCd) e ao sobreano (GCs) descritas abaixo:

GCn: sexo do animal, fazenda de desmame, estação (primavera: setembro - novembro, verão: dezembro – fevereiro, outono: março – maio e inverno: junho - agosto) e ano de nascimento;

GCd: sexo do animal, fazenda de desmame, estação, ano de nascimento, grupo genético do animal (Canchim ou MA) e regime alimentar ao desmame (seis classes: pasto, pasto adubado, pasto adubado e rotacionado, pasto irrigado, suplementado e confinado); e

GCs: sexo do animal, fazenda de desmame, estação, ano de nascimento, grupo genético do animal, regime alimentar a desmama, fazenda ao sobreano e regime alimentar ao sobreano (seis classes: pasto, pasto adubado, pasto adubado e rotacionado, pasto irrigado, suplementado e confinado).

O GCn foi utilizado nas análises de PN, o GCd para PD e CED e o GCs para PS, CES, IPP, AOL e EG, sendo que para as características reprodutivas (CED, CES e IPP) o GC relacionado não contemplou o efeito de sexo. A classe de idade da vaca ao parto (treze classes: a primeira classe considerou vacas com idade ao parto inferior a três anos, e as classes posteriores foram definidas somando 365 dias até a última classe, que considerou a idade da vaca ao parto superior a quinze anos) foi incluída no modelo estatístico como covariável de efeito linear e quadrático para as características PN, PD, PS e CED. A idade do animal ao desmame, ao sobreano e na data da mensuração das características de carcaça foram consideradas como covariáveis de efeito linear para PD e CED, PS e CES, e AOL e EG, respectivamente.

Para a estimação dos parâmetros genéticos, utilizou-se o modelo animal pela metodologia de inferência bayesiana por meio do software GIBBS2F90 (MISZTAL, 2012). O modelo estatístico considerou os efeitos aleatórios genético aditivo direto e residuais, e os efeitos fixos de grupos de contemporâneos (GCn, GCd e GCs), além das covariáveis idade ao desmame, idade ao sobreano, idade da medida de carcaça e classe de idade da vaca ao parto por ocasião da medida. Para PN, PD e CED além do efeito aleatório genético aditivo direto, também foi considerado o efeito aleatório genético aditivo materno. O modelo completo pode ser representado como:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e, \text{ em que:}$$

$y$  é o vetor das observações,  $\beta$  é o vetor dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos e covariáveis),  $a$  é o vetor de efeito aleatório genético aditivo direto de cada animal,  $m$  é o vetor de efeito aleatório genético aditivo materno (considerado apenas para as características PN, PD e CED),  $e$  o vetor de efeitos aleatórios residuais, e  $X$ ,  $Z_1$  e  $Z_2$  são as matrizes de incidência que relacionam as observações aos efeitos fixos e efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos e genéticos aditivos maternos, respectivamente.

Assumiu-se que  $E[y]=X\beta$ ;  $\text{Var}(a)=A\otimes S_a$ ;  $\text{Var}(m)=A\otimes S_m$  e  $\text{Var}(e)=I\otimes S_e$ , em que  $S_a$  = matriz de covariâncias genéticas aditivas;  $S_m$  = matriz de covariâncias genéticas maternas;  $S_e$  = matriz de covariância residual;  $A$  = matriz do numerador de relações genético-aditivas;  $I$  = matriz identidade; e  $\otimes$  = produto direto entre matrizes. Assumiu-se ainda que os vetores  $a$  e  $m$  não se correlacionam com o vetor  $e$ .

As características foram analisadas individualmente com intuito de obter as estimativas de componentes de variância e, posteriormente, em análises bicaracterísticas, para obter as correlações genéticas, ambientais e fenotípicas, além da herdabilidade em ambas as análises.

Na implementação da Amostragem de Gibbs foi utilizada uma cadeia inicial de 1.000.000 ciclos, sendo que os primeiros 300.000 ciclos foram descartados (“burn-in”) e amostras foram retiradas a cada 1.000 ciclos, totalizando 700 amostras. As verificações de convergência das estimativas dos parâmetros genéticos foram realizadas pelo método gráfico das tendências e das áreas das densidades das distribuições das amostras *a posteriori*, pelos testes de convergência de Heidelberger & Welch e Geweke do pacote de análise Bayesian Output Analysis Program – BOA (SMITH, 2005), por meio do software R (R CORE TEAM), e ainda pelo erro-padrão de Monte Carlo descrito por Sorensen e Gianola (2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas para as características em estudo (Tabela 1) estão próximas às observadas na literatura para a raça Canchim (MELLO et al., 2006; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007a; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; ANDRADE et al., 2008; BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; BARICHELO et al., 2010; BUZANSKAS et al., 2010; MEIRELLES et al., 2010; BORBA et al., 2011). As pequenas diferenças encontradas estão relacionadas ao uso de diferentes conjuntos de dados, resultante de animais criados em distintos sistemas de manejo e regime alimentar. O número de animais com medidas decresce para as características que foram tomadas em idades mais avançadas e também medidas em único sexo do animal. Essa redução de registros pode ser explicada pelo descarte de animais com desempenhos indesejáveis no momento do desmame, principalmente dos machos que sofrem maior intensidade de seleção (BOLIGON et al., 2009).

O tamanho da cadeia de Gibbs utilizado nas análises foi suficiente para convergência das análises, comprovada pelo baixo erro-padrão de Monte Carlo de todas as estimativas de herdabilidade (Tabela 2) e correlações genéticas (Tabela 3). As distribuições também convergiram de acordo com os testes de Heidelberger & Welch e Geweke (SMITH, 2005). As avaliações pelo método gráfico (Figura 1 e 2) demonstram que as distribuições *a posteriori* das estimativas de herdabilidade se assemelham a uma distribuição normal, indicando que a média é representativa dessas estimativas (VAN TASSEL; VAN VLECK; GREGORY, 1998).

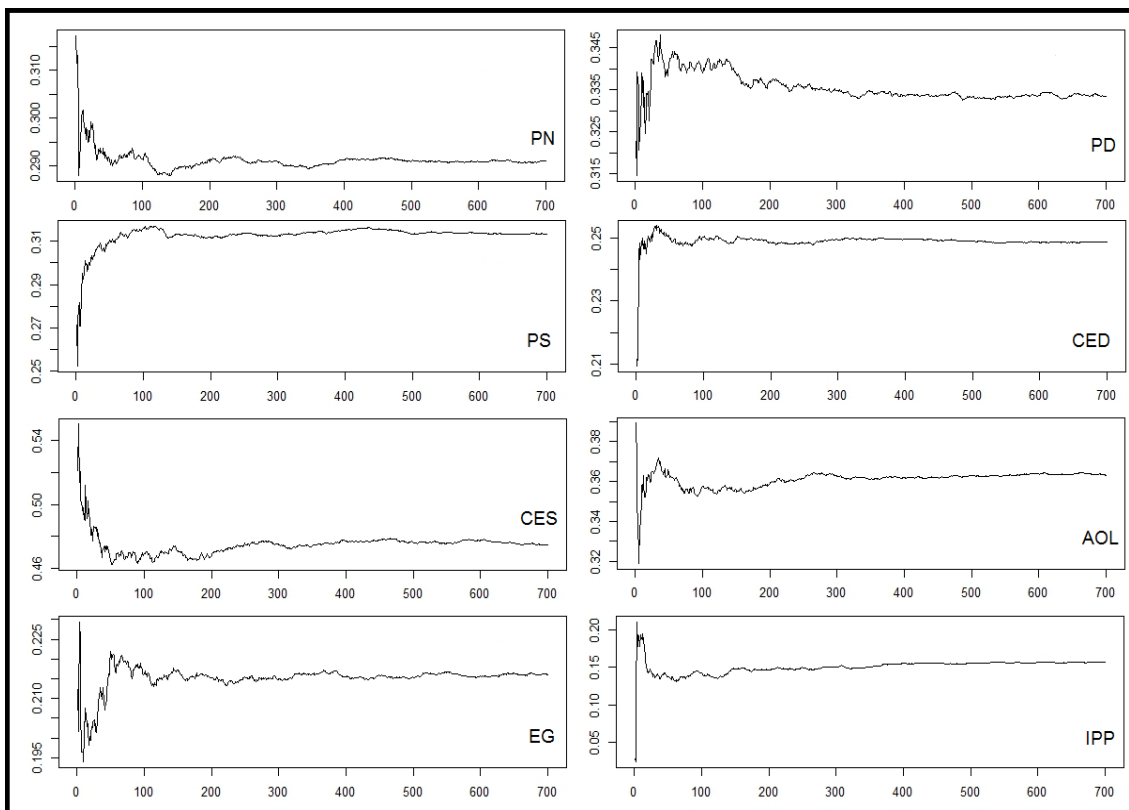


Figura 1. Trajetória das cadeias das estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) em análises unicaracterísticas para pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG).

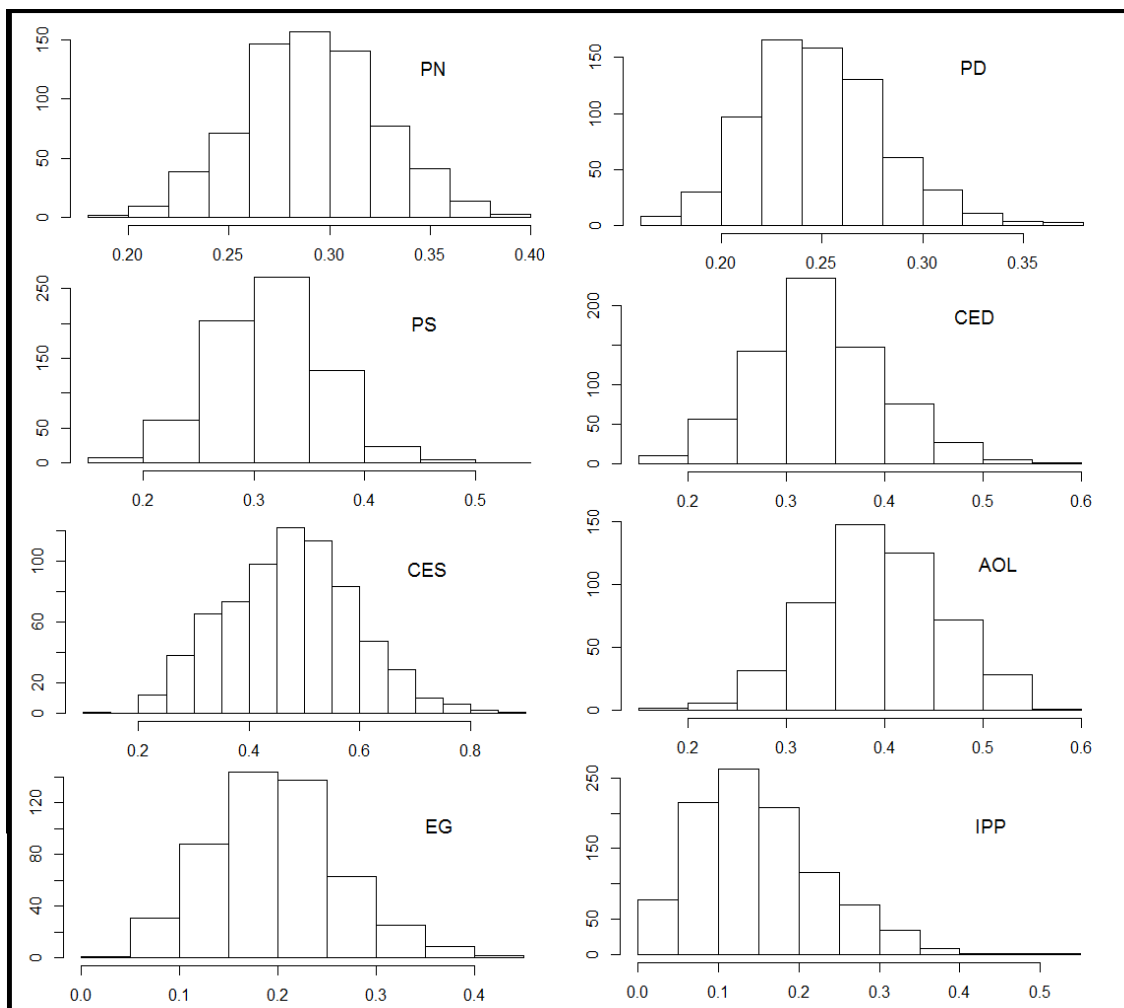


Figura 2. Histogramas das estimativas de densidades posteriores da herdabilidade em análises unicaracterísticas para pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG).

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade direta para as análises unicaracterísticas, na diagonal, e fora da diagonal, em linha, para análises bicaracterísticas, das características pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).

Característica	PN	PD	PS	CED	CES	IPP	AOL	EG	$h^2$	$h^2_m$
PN	<b>0,29</b>	0,31	0,29	0,27	0,29	0,29	0,28	0,29	0,28	0,15
PD	0,24	<b>0,24</b>	0,42	0,46	0,32	0,28	0,25	0,25	0,30	0,21
PS	0,29	0,34	<b>0,31</b>	0,26	0,25	0,24	0,31	0,31	0,28	-
CED	0,40	0,41	0,31	<b>0,32</b>	0,35	0,30	0,33	0,27	0,33	0,20
CES	0,45	0,47	0,44	0,40	<b>0,41</b>	0,41	0,45	0,44	0,43	-
IPP	0,15	0,13	0,17	0,13	0,15	<b>0,15</b>	0,17	0,18	0,15	-
AOL	0,39	0,41	0,36	0,39	0,37	0,34	<b>0,38</b>	0,36	0,37	-
EG	0,22	0,23	0,22	0,26	0,22	0,21	0,23	<b>0,21</b>	0,22	-
EPMC	0,0012	0,0012	0,0018	0,0024	0,0044	0,0034	0,0026	0,0022		

EPMC = erro padrão de Monte Carlo das estimativas de herdabilidade em análise unicaracterística,  $h^2$ = média das estimativas de herdabilidade,  $h^2_m$ = média das estimativas de herdabilidade materna.

Tabela 3. Estimativas de correlação genética (acima da diagonal) e respectivos erros padrão de Monte Carlo (abaixo da diagonal) para análises bicaracterísticas entre pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).

Característica	PN	PD	PS	CED	CES	IPP	AOL	EG
PN		0,43	0,33	-0,04	-0,02	0,27	0,11	0,10
PD	0,0038		0,93	0,55	0,29	-0,36	0,46	0,25
PS	0,0037	0,0005		0,12	0,39	-0,60	0,47	0,43
CED	0,0044	0,0034	0,0051		0,75	-0,32	-0,31	0,06
CES	0,0051	0,0055	0,0045	0,0041		-0,66	-0,06	0,16
IPP	0,0097	0,0099	0,0089	0,0149	0,0097		0,39	-0,70
AOL	0,0061	0,0047	0,0044	0,0094	0,0070	0,0098		0,26
EG	0,0055	0,0064	0,0065	0,0082	0,0080	0,0123	0,0067	



Com exceção da IPP, as médias das estimativas de herdabilidade encontradas para todas as características em estudo (Tabela 2) evidenciam a existência de variabilidade genética aditiva, sendo possível a obtenção de progresso genético via seleção dos indivíduos superiores. A baixa estimativa de herdabilidade encontrada para idade ao primeiro parto indica forte influência ambiental e de efeitos genéticos não aditivos que atuam nesta característica.

As estimativas de herdabilidade materna (Tabela 3) para as características PN, PD e CED confirmam a influência do efeito genético materno sobre o desempenho do animal, sendo os valores para PD (0,21) e CED (0,20) superiores aos encontrados na literatura para a raça Canchim, evidenciando que o peso ao desmame demonstra a habilidade materna da vaca (MELLO et al., 2002; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007a; ANDRADE et al., 2008, BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; BARICHELLO et al., 2010). Portanto, as características pré-desmame, além da influência do genótipo do indivíduo e dos componentes usuais do ambiente, existe também a influência dos componentes relacionados ao genótipo e efeitos de ambiente permanente materno (MEYER, 1992). A exclusão dos efeitos maternos nas avaliações genéticas para características avaliadas até o desmame pode superestimar o efeito genético aditivo do animal (DIAS et al., 2005; BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; BARICHELLO et al., 2010).

Nas estimativas de herdabilidade para PN, PD e CED, em que foi incluído o efeito genético aditivo materno, foi observado grande variação das estimativas obtidas em análises unicaracterísticas e bicaracterísticas. No presente estudo, a média de filhos por vaca foi 1,69; 1,60; 1,45; 1,49; 1,25; 1,14; 1,46 e 1,46 para PN, PD, CED, PS, CES, IPP, AOL e EG, respectivamente. Esse pequeno número de filhos por vaca pode dificultar a estimação dos parâmetros genéticos ao se considerar no modelo o efeito genético aditivo materno. Segundo Pelicioni, Queiroz e Albuquerque (2003) e Oliveira (2006), apesar da importância do efeito genético materno, nem sempre é possível considerá-lo nas análises. Esses autores estudaram o efeito genético materno sobre o peso ao nascer e mensais até os 450 dias de idade em bovinos da raça Guzerá, e concluíram que em situações não experimentais, com fêmeas apresentando pequeno número de filhos, os efeitos

genéticos e de ambiente permanente materno ficam confundidos, impossibilitando de serem estimados separadamente.

As estimativas de herdabilidade para PN (0,28), PD (0,30) e CED (0,33) obtidas no presente trabalho estão de acordo com as estimativas encontradas na literatura para a raça Canchim, que variam de 0,25 a 0,41 para PN, 0,23 a 0,48 para PD e 0,17 a 0,52 para CED (ALENCAR; BARBOSA; BARBOSA, 1993; SILVA et al., 2000; GIANLORENÇO et al., 2003, MELLO et al., 2002; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; ANDRADE et al., 2008; BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010). As diferenças de estimativas encontradas para essas características são resultantes das diferentes metodologias e modelos adotados nas análises e banco de dados utilizados.

Nas análises bicaracterísticas de PS com PD e de CES com PD (Tabela 3) foi verificado pequeno incremento das estimativas de herdabilidade para as características avaliadas ao sobreano, resultante possivelmente da redução do viés causado pelo descarte de animais ao desmame. Meyer (1995) e Kaps, Herring e Lamberson (1999), apontam que as estimativas de herdabilidade de características avaliadas após o desmame podem ser viesadas pela influência do descarte realizado no desmame dos animais. As análises bi ou multicaracterísticas são consideradas mais adequadas na estimação da variância genética aditiva, principalmente aquelas que consideram o peso ao desmame como característica “âncora” para remoção desse viés (BALDI; ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; SILVA et al., 2012).

A estimativa de herdabilidade para PS (0,28) foi semelhante aos valores encontrados nos recentes estudos da raça Canchim (CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007b; BALDI, ALENCAR; ALBUQUERQUE, 2010; BORBA et al., 2011). Para a CES (0,43), a estimativa foi superior às descritas por Alencar, Barbosa, Barbosa (1993) e Borba et al. (2011), que encontraram estimativas de 0,36 e 0,26, respectivamente.

A estimativa de herdabilidade para IPP (0,15) indica que grande parte da variação fenotípica está relacionada aos efeitos ambientais e genéticos não aditivos. Utilizando a mesma metodologia, Buzanskas et al. (2010) e Borba et al. (2011) relataram, na raça Canchim, estimativas de 0,04 e 0,05, respectivamente. Estudos

utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita relatam valores próximos, variando de 0,09 a 0,14 (SILVA et al., 2000; TALHARI; ALENCAR; MASCIOLI, 2003; CASTRO-PEREIRA; ALENCAR; BARBOSA, 2007a, BALDI et al., 2008). Essas baixas estimativas podem ser consequência dos critérios adotados (peso, idade e padrão racial) para a entrada das novilhas em reprodução que expõe as novilhas tardiamente aos reprodutores, não as desafiando em idades jovens (GROSSI et al., 2009; BORBA et al., 2011). Ao estudar a IPP, em novilhas Nelore, Pereira et al. (2001) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,18 para novilhas expostas ao touro aos 14 meses de idade, e de 0,02 para novilhas expostas aos 25 meses de idade, concluindo que a falha na detecção das fêmeas precoces reduz a variância genética da característica e resulta em estimativas de herdabilidade viesadas.

As estimativas de herdabilidade encontradas para AOL (0,37) e EG (0,22) foram próximas aos valores descritos na literatura para a raça Canchim, indicando que ambas devem responder à seleção. Meirelles et al. (2010) estimaram herdabilidade de 0,33 e 0,24 para AOL e EG, respectivamente, utilizando parte do conjunto de dados do presente estudo (medidas entre os anos de 2005 e 2010) e o método da Máxima Verossimilhança Restrita. Da mesma maneira, estimando herdabilidade por sexo, Mokry et al. (2012) relataram estimativas para fêmeas de 0,38 (AOL) e 0,28 (EG), e para machos de 0,34 (AOL) e 0,04 (EG), indicando que a seleção direta para aumento da EG em fêmeas deverá ser mais eficiente. Estimativas de herdabilidade variando de 0,18 a 0,52 para EG e de 0,29 a 0,43 para AOL foram descritas nas raças Simental (CREWS et al., 2003), Guzerá (LIMA NETO et al., 2009) e Nelore (YOKOO et al., 2008; YOKOO et al., 2010; ZUIN et al., 2012).

As correlações genéticas (Tabela 3) entre PN, PD e PS sugerem que essas características sofrem efeito pleiotrópico e/ou de ligação gênica, principalmente entre PD e PS (0,93). Correlações genéticas semelhantes foram encontradas por Castro-Pereira, Alencar e Barbosa (2007b) e Baldi, Alencar e Albuquerque (2010), para a raça Canchim. Esses resultados sugerem que a seleção para qualquer peso em estudo (PN, PD ou PS) deve promover ganhos genéticos de peso em idades mais jovens ou tardias. Boligon et al. (2007) estimaram parâmetros genéticos do peso ao nascimento até os cinco anos de idade em animais da raça Nelore e

observaram que os pesos em idades adjacentes possuem maiores correlações genéticas e reduzem à medida que as idades se distanciam.

A correlação genética (0,55) entre PD e CED foi superior ao valor estimado por Barrichello et al. (2010), que utilizaram o método da Máxima Verossimilhança Restrita e encontraram valor de 0,38, também na raça Canchim. Essa correlação genética sugere que a seleção para uma característica pode trazer ganhos de mesmo sentido para a outra. A correlação genética (-0,60) entre PS e IPP indica que a seleção para peso ao sobreano deve reduzir a idade ao primeiro parto das fêmeas. Essa estimativa era esperada, uma vez que o desenvolvimento ponderal das fêmeas é um dos critérios utilizados para a entrada das novilhas em reprodução (PEREIRA et al., 2001). Correlações genéticas inferiores, mas também de sentido favorável (negativa) foram relatadas por Talhari, Alencar e Mascioli (2003) (-0,29), utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita, e Borba et al. (2011) (-0,10), utilizando a Inferência Bayesiana, também na raça Canchim.

As correlações genéticas do PD e PS com AOL e EG sugerem que ao se selecionar para aumento de peso, ganhos genéticos de mesmo sentido devem ser obtidos para as características de carcaça e vice-versa. Meirelles et al. (2010), utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita, estimaram correlação genética de 0,57 para PS e EG e de 0,62 para PS e AOL. Estimativas de correlações genéticas próximas e de mesmo sinal aos do presente estudo também foram encontradas em estudos realizados nas raças Brangus (STELZLENI et al., 2002) e Nelore (YOKOO et al., 2010).

Entre as características reprodutivas, a correlação genética entre CED e CES (0,75) sugere que grande parte dos efeitos genéticos aditivos que influenciam uma característica também influencia a outra. Observa-se que a seleção para maiores perímetros escrotais ao desmame e ao sobreano traria reduções na IPP, indicadas pelas correlações genéticas negativas, -0,32 (CED) e -0,66 (CES). Correlações genéticas favoráveis entre CES e IPP também foram relatadas por Silva et al. (2000) e Borba et al. (2011), que encontraram estimativas de -0,67 e -0,22, respectivamente, na raça Canchim.

A correlação genética (-0,70) de IPP com EG indica que a seleção de animais com maior espessura de gordura subcutânea deverá melhorar a precocidade sexual

das fêmeas. Na literatura, ainda são poucos os estudos sobre associações genéticas de características reprodutivas e de carcaça. Na raça Nelore, Yokoo et al. (2009) estimaram correlação genética de 0,10 entre EG e IPP, tendo magnitude menor e sinal contrário ao obtido neste estudo. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram relatados por Guidolin et al. (2010), utilizando animais da raça Guzerá, e Caetano et al. (2013), trabalhando com a raça Nelore, que encontraram correlações genéticas de -0,35 e -0,37 entre EG e IPP, respectivamente. Do ponto de vista fisiológico, é compreensível que existam associações genéticas negativas entre EG e IPP, considerando que a produção de lipídios está diretamente associada à produção hormonal (LEHNINGER, 1995).

A correlação genética (0,26) entre AOL e EG indica que a seleção para qualquer uma das duas características deve resultar em pequenas mudanças na outra. Resultados semelhantes foram descritos por Meirelles et al. (2010), trabalhando com a raça Canchim, e Yokoo et al. (2010) e Caetano et al. (2013), na raça Nelore, que estimaram correlação genética de 0,21, 0,06 e 0,19, respectivamente.

As maiores estimativas de correlações ambientais (Tabela 4) foram entre PD e PS, PD e CED, PS e CED, PS e CES, PS e AOL, CED e CES, e estas foram de mesmo sinal que as estimativas de correlações genéticas. As correlações genéticas e de ambiente podem diferir em magnitude e, algumas vezes, quanto ao sinal, indicando que as causas de variação genéticas e ambientais afetam as características por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER; MACKAY, 1996).

Em geral as correlações fenotípicas (Tabela 4) e de ambiente foram menores do que as correlações genéticas correspondentes, concordando com os relatos de Mascioli et al. (1995) e Talhari et al. (2003), em estudos na raça Canchim. As estimativas de correlações fenotípicas foram maiores entre as medidas de peso e entre os perímetros escrotais, possivelmente em razão da relação parte-todo. Entre PD e CED (0,28), PS e CES (0,45) e PS e AOL (0,47), também foram observadas maiores estimativas de correlações fenotípicas, o que já era esperado por serem medidas tomadas na mesma idade no animal.

Tabela 4. Estimativas de correlação ambiental, acima da diagonal, e correlação fenotípica, abaixo da diagonal, para análises bicaraterísticas entre pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD) e ao sobreano (PS), perímetros escrotais ao desmame (CED) e ao sobreano (CES), idade ao primeiro parto (IPP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EG).

Característica	PN	PD	PS	CED	CES	IPP	AOL	EG
PN		0,21	0,14	0,13	0,22	-0,10	-0,10	-0,03
PD	0,27		0,59	0,60	0,25	-0,07	0,32	0,04
PS	0,19	0,72		0,44	0,50	-0,07	0,47	0,08
CED	0,07	0,58	0,35		0,42	0,00	0,04	-0,01
CES	0,13	0,26	0,45	0,54		0,01	0,32	0,02
IPP	-0,02	-0,12	-0,17	-0,06	-0,16		-0,18	0,07
AOL	-0,03	0,36	0,47	-0,08	0,16	-0,04		0,09
EG	0,01	0,09	0,17	0,01	0,06	-0,06	0,14	

## CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidade para as características de crescimento, de carcaça e perímetros escrotais ao desmame e ao sobreano evidenciam a existência de variabilidade genética aditiva, demonstrando que o fenótipo do indivíduo é um bom indicativo do seu valor genético. Para a idade ao primeiro parto espera-se que poucos ganhos sejam obtidos por meio da seleção direta.

As correlações genéticas entre as características de peso e entre os perímetros escrotais indicam que a seleção nas idades estudadas promove ganhos genéticos em idades adjacentes.

Ganhos genéticos para redução da idade ao primeiro parto podem ser obtidos ao selecionar animais para peso e perímetro escrotal ao sobreano e espessura de gordura subcutânea.

Progressos genéticos podem ser alcançados nas características de carcaça, sem causar prejuízo para as características de crescimento e reprodutivas.

## REFERÊNCIAS

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

ANDRADE, P. C.; GROSSI, D. A.; PAZ, C. C. P.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A.; MUNARI, D. P. Association of an insulin-like growth factor 1 gene microsatellite with phenotypic variation and estimated breeding values of growth traits in Canchim cattle. **Animal Genetics**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 480–485, 2008.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T. Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 247–253, 2008.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2409–2417, 2010.

BARICHELO, F.; ALENCAR, M. M.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; SILVA, L. O. C. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 6, p. 563-570, 2010.

BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 565-571, 2007.

BORBA, L. H. F.; REY, F. S. B.; SILVA, L. O. C.; BOLIGON, A. A.; ALENCAR, M. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 11, p. 1570-1578, 2011.



BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; FORMIGONI, I. B. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 230, p. 205-213, 2011.

BUZANSKAS, M. E.; GROSSI, D. A.; BALDI, F.; BARROZO, D.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MUNARI, D. P.; ALENCAR, M. M. Genetic associations between stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livestock Science**, v. 132, n. 1, p. 107-112, 2010. doi:10.1016/j.livsci.2010.05.008

CAETANO, S. L.; SAVEGNAGO, R. P.; BOLIGON, A. A.; RAMOS, S. B.; CHUD, T. C. S.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, v.155, n.1, p.1-7, 2013.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, R. T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007a.

CASTRO-PEREIRA, V. M.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; BARBOSA, R. T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1029-1036, 2007b.

CREWS JR, D. H.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUAAS, R. L.; LIPSEY, R. J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 81, n. 6, p. 1427-1433, 2003.

DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G.; TONHATI, H.; TEIXEIRA, R. A. Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1914-1919, 2005.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1996. 464 p.

GIANLORENÇO, V. K.; ALENCAR, M. M.; TORAL, F. L. B.; MELLO, S. P.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, P. F. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1587-1593, 2003.

GROSSI, D. A.; VENTURINI, G. C.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, J. A.; MUNARI, D. P. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Berlin, v. 126, n. 5, p. 387-393, 2009.

GUIDOLIN, D. G. F.; GRUPIONI, N. V.; CHUD, T. C. S.; URBINATI, I.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P., 2010. Genetic association for growth, reproductive and carcass traits in Guzerá Beef Cattle. In: Proceedings of 9<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Leipzig, Germany. (<http://www.kongressband.de/wcgalp2010/assets/pdf/0640.pdf>). Acesso em: 21 jul. 2013.

KAPS, M.; HERRING, W. O.; LAMBERSON, W. R. Genetic and environmental parameters for mature weight in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 569-574, 1999.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995.

LIMA NETO, H.R.; BERGMANN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAIZ, R. D.; LÔBO, R. B.; SILVA, M. A. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultra-sonografia em bovinos da raça guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 251-258, 2009.

LOPES, D. T. **Estudo genético quantitativo de características andrológicas e de carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, em touros da raça Nelore, utilizando inferência bayesiana**. 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. 134p.

MAGNABOSCO, C. U.; BARBOSA, V.; FARIA, C. U.; LOPES, D. T.; VIU, M. A. O.; MAMEDE, M. M. S.; LÔBO, R. B. **Estudo Genético Quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em Novilhos Nelore**. Planaltina: EMBRAPA: Cerrados, 2009, 23 p. (EMBRAPA Cerrados. Boletim 247).

MASCIOLI, A. S.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; NOVAES, A. P.; OLIVEIRA, M. C. S. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos na raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995.

MEIRELLES, S. L.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, H. N.; REGITANO, L. C. A. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1437-1442, 2010.

MELLO, S. P.; ALENCAR, M. M.; SILVA, L. O. C.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F. Estimativas de (Co) Variâncias e Tendências Genéticas para Pesos em um Rebanho Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1707-1714, 2002.

MELLO, S. P.; ALENCAR, M. M.; TORAL, F. L. B.; GIANLORENÇO, V. K. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e produtividade em vacas da raça Canchim, utilizando-se inferência bayesiana. **Revista Brasileiro de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.92-97, 2006.

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 31, n.3, p. 179-204, 1992.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for mature weight of Australian beef cows and its relationship to early growth and skeletal measures. **Livestock Production Science**, v. 44, n. 2, p. 125-137, 1995.

MISZTAL, I. **GIBBS2F90 manual**. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/blupf90.pdf>>. Acesso em: 10 Mar. 2013.

MOKRY, F. B.; MEIRELLES, S. L. C.; TULLIO, R. R.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A. Interação genótipo x ambiente em características avaliadas por ultrassom em bovinos da raça Canchim. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9., 2012. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBMA, 2012.

ODDY, V. H.; HARPER, G. S.; GREENWOOD, P. L.; McDONAGH, M. B. Nutritional and developmental effects on the intrinsic properties of muscle as they relate to eating quality of beef. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 41, n. 7, p. 921-942, 2001.

OLIVEIRA, C. A. L. **Efeito direto e materno em características de crescimento em rebanhos de bovinos de corte sob seleção**. 2006. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

PELICIONI, L. C.; QUEIROZ, S. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos para pesos ao nascer e mensais até 450 dias em bovinos Guzerá. **Archivos Latinoamericanos Produccion Animal**, v. 11, n. 1, p. 34-39, 2003.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; COSTA, F. A. A.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 1, p. 116-121, 2001.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. S.; CORREA, L. A.; NOVAES, A. P.; TULLIO, R. R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2223-2230, 2000 (supl. 2).

SILVA, J. A. V.; MARCELO, E. T.; RIBEIRO, C. B.; MAIORANO, A. M.; CURI, R. A.; OLIVEIRA, H. N.; MOTA, M. D. S. Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 8, p. 1166-1173, 2012.

SMITH, B.J. **Bayesian Output Analysis program (BOA) version 1.1 user's manual**. 2005. 43p. Available at: <[http://www. public-health.uiowa.edu/boa/BOA.pdf](http://www.public-health.uiowa.edu/boa/BOA.pdf)> Acesso em: 10 Mar. 2013.

SORENSEN, D. A.; GIANOLA, D. **Likelihood, Bayesian, and MCMC methods in quantitative genetics**: Statistics or Biology and Health, New York: Springer, 2002. 740p.

STELZLENI, A. M.; PERKINS, T. L.; BROWN JR., A. H.; POHLMAN, F. W.; JOHNSON, Z. B.; SANDELIN, B. A. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3150-3153, 2002.

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

VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K.E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a multiple: trait threshold model and gibbs sampling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2048 -2061, 1998.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.; SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle área and back fat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, n. 2-3, p. 147–154, 2008.

YOKOO, M. J.; ROSA, G. J. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B.; ARAÚJO, F. R. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de parâmetros genéticos da idade ao primeiro parto e suas correlações com características de carcaça medidas por ultrassom em duas diferentes idades e outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

YOKOO, M. J.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 52–58, 2010.

ZUIN, R. G.; BUZANSKAS, M. E.; CAETANO, S. L.; VENTURINI, G. C.; GUIDOLIN, D. G. F.; GROSSI, D. A.; CHUD, T. C. S.; PAZ, C. C. P.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, Barking, v. 91, n. 3, p. 352-357, 2012.