

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES QUANTITATIVOS
RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE DE REBANHOS
SELECIONADOS DA RAÇA NELORE**

Nayanny Corrêa Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu

GOIÂNIA

2016



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Nayanny Corrêa Guimarães		
E-mail:	nayanny_guimaraes@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor	Bolsista		
Agência de fomento:	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior	Sigla:	Capes-DS
País:	Brasil	UF:	GO CNPJ:
Título:	Parâmetros genéticos de caracteres quantitativos relacionados à produtividade de rebanhos selecionados da raça nelore		
Palavras-chave:	Carcaça; crescimento; índices de seleção; parâmetros genéticos; reprodução.		
Título em outra língua:	Genetic parameters of quantitative trait related to selected Nelore cattles productivity		
Palavras-chave em outra língua:	Carcass; genetic parameters; growth; reproduction; selection index.		
Área de concentração:	Produção Animal		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	10/03/2016		
Programa de Pós-Graduação:	Zootecnia		
Orientador (a):	Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu		
E-mail:	marcoviu@gmail.com		
Co-orientador (a):*	Cláudio de Ulhoa Magnabosco / Dyomar Toledo Lopes		
E-mail:	Claudio.magnabosco@embrapa.br / dtl.ufg@gmail.com		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Nayanny Corrêa Guimarães
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 27 / 04 / 2016.

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

NAYANNY CORRÊA GUIMARÃES

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES QUANTITATIVOS
RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE DE REBANHOS
SELECIONADOS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu –
PPGZ/UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Claudio Ulhoa Magnabosco –
PPGZ/UFG

Prof. Dr. Dyomar Toledo Lopes – UFG/Jataí

GOIÂNIA

2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Corrêa Guimarães, Nayanny
Parâmetros genéticos de caracteres quantitativos relacionados à
produtividade de rebanhos selecionados da raça Nelore [manuscrito] /
Nayanny Corrêa Guimarães. - 2016.
lxxxiii, 83 f.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Viu; co-orientador Dr.
Claudio Ulhoa Magnabosco; co-orientador Dr. Dyomar Toledo Lopes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2016.

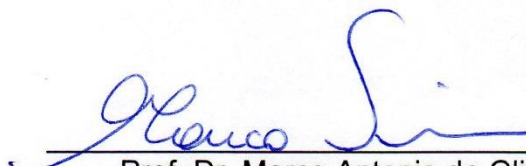
Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, tabelas, lista de tabelas.

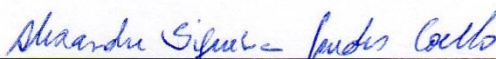
1. carcaça. 2. crescimento. 3. índices de seleção. 4. parâmetros
genéticos. 5. reprodução. I. Antônio de Oliveira Viu, Marco, orient. II.
Ulhoa Magnabosco, Claudio, co-orient. III. Título.

NAYANNY CORRÊA GUIMARAES

Dissertação defendida e aprovada em **10/03/2016**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Viu
Orientador (a)



Prof. Dr. Alexandre Siqueira Guedes Coelho – EA/UFG



Prof. Dr. João Teodoro Pádua

A Deus, meu protetor e guia.

Ao meu pai, Euripedes Hilário Guimarães,
que mesmo ausente tão presente em mim,
que onde estejas continuará iluminando meu
caminho e me mostrando os passos certos a
seguir.

À minha mãe Rosimeire Corrêa de Morães
Guimarães.

À minha irmã Sttefani Corrêa Guimarães.

À minha avó Maria Abadia Ferreira de
Morães e ao meu namorado Saulo Alves
Rodrigues Júnior, que mesmo à distância
passaram apoio, amor e ensinamentos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força, saúde e sabedoria para vencer mais uma etapa da minha vida.

Ao meu Orientador, Prof. Marco Antônio de Oliveira Viu, pela orientação, amizade, atenção, dedicação e confiança. O meu sincero obrigada!

Aos meus Co-orientadores Dr. Claudio Ulhoa Magnabosco e Prof. Dyomar Toledo Lopes pelo apoio na realização do projeto, pela confiança e auxílio prestado. Obrigada!

À Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), em especial ao Luís Gustavo Girardi Figueredo, pela dedicação e contribuição para realização do projeto.

À Universidade Federal de Goiás, que me acolheu de braços abertos e me proporcionou um ensino de qualidade e me ensinou a ter espaço na sociedade, sendo justa e correta. Obrigada!

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, obrigada pelos conhecimentos repassados e por terem e estarem contribuindo com a minha formação. Obrigada.

Aos meus amigos e colegas de pós-graduação que diretamente ou indiretamente me ajudaram na minha formação e na construção de um belo grupo de amizades.

Ao Fernando Brito Lopes e Mariana Márcia Santos Mamede, pela dedicação, paciência, apoio prestado e ensinamentos repassados.

À toda equipe do Núcleo Embrapa Cerrados que me ajudaram diretamente ou indiretamente para a conclusão desse trabalho, por compartilhar conhecimento e pelos momentos alegres.

À minha nova família, Bernadete Molina, Saulo Rodrigues, Bruno Molina, que me acolheram com muito amor e carinho, me ajudaram em mais uma etapa, me ouviram e ajudaram sempre que precisei, aguentaram meus choros, minhas agonias em véspera de defesas, meus ataques, minhas manias. Meu muito obrigada!

À minha família inteira que sempre esteve comigo, me apoiando, incentivando, me dando força, para continuar lutando, e vencendo todas as pedras do caminho, e acreditando em mim, aguentando meu choro, meu sofrimento, minhas agonias, minhas manias, em especial a minha mãe Rosimeire Corrêa, por não desistir de mim, mesmo quando eu já não acreditava que seria possível, pelo incentivo e apoio em continuar os estudos e o amor dedicado a mim, e pelas

noites de sonos perdidas, a minha irmã Sttefani Corrêa e ao Vinicius Caldas pela força, dedicação, carinho e apoio nessa nova etapa, e meus amados avós Maria Abadia e José de Castro pelas orações, dedicação, amor e afeto me oferecido. Obrigada.

Ao meu amado Saulo Alves Rodrigues Júnior, por ter ficado comigo sempre que precisei, me apoiando e incentivando nas minhas escolhas, por ter tido muita paciência e sempre acreditando em mim, pela compreensão em muitos momentos, pelo companheirismo, pelo amor me oferecido, você sempre me levantou e ajudou quando achava que não aguentava mais o peso sobre mim. Meu muito obrigada!

Agradeço a todas as pessoas que passaram na minha vida e que contribuíram de forma direta e indireta para a realização desse trabalho e pelo crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigada a todos!

“Confia no Deus eterno de todo o seu coração e não se apoie apenas na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo”

Provérbio 3:5-6

“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos”.

Paulo Beleki

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. PARÂMETROS GENÉTICOS.....	3
3.1. Herdabilidade.....	4
3.2. Correlação genética e fenotípica.....	6
4. ESTIMAÇÃO DE COMPONENTES DE VARIÂNCIAS – ABORDAGEM FREQUENTISTA.....	9
4.1. Método da máxima verossimilhança (ML).....	10
4.2. Método máxima verossimilhança restrita (REML).....	12
5. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS.....	14
5.1. Características de crescimento.....	16
5.2. Características reprodutivas.....	17
5.3. Características de carcaça.....	20
6. REFERÊNCIAS.....	22
CAPITULO 2 – PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES QUANTITATIVOS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE DE REBANHOS SELECIONADOS DA RAÇA NELORE.....	32
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1. Local e descrição do banco de dados.....	37
2.2. Manejo alimentar, reprodutivo e sanitário dos animais.....	38
2.3. Caracteres produtivos e reprodutivos analisados.....	39
2.4. Análise de consistência e restrições.....	41
2.5. Modelo Animal proposto para as estimativas dos parâmetros genéticos.....	42
2.6. Determinação dos parâmetros genéticos e fenotípicos.....	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4. CONCLUSÕES.....	59
5. REFERÊNCIAS.....	60
CAPITULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Quantidade de grupos de contemporâneos e animais dos caracteres de crescimento, reprodutivas e de carcaça no banco de dados e desconectados do arquipélago de GC com maior número de laços genéticos depois da aplicação do AMC.....42
- Tabela 2** - Estatística descritiva dos caracteres de crescimento, reprodutivas e de carcaça de bovinos Nelore.....45
- Tabela 3** - Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento, reprodução e carcaça de bovinos Nelore.....47
- Tabela 4** - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de crescimento e carcaça em bovinos Nelore.....52
- Tabela 5** - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore.....55
- Tabela 6** - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de carcaça e reprodutivas em bovinos Nelore.....57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

σ_p^2	- Variância fenotípica
σ_a^2	- Variância genética aditiva direta
σ_e^2	- Variância residual
σ_m^2	- Variância genética aditiva materna
σ_{pe}^2	- Variância dos efeitos de ambiente permanente materno
ABCZ	- Associação Brasileira dos Criadores de Zebu
ANCP	- Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores
ANOVA	- Análise da variância
ANULPEC	- Anuário da Pesquisa Brasileira
AOL	- Área de olho de lombo
EG	- Espessura de gordura subcutânea
EGP8	- Espessura de gordura subcutânea da garupa
h^2	- Herdabilidade
8L	- Função de verossimilhança
MINQUE	- Estimador quadrático não-viesado de norma mínima
MIVQUE	- Estimador quadrático não-viesado de variância mínima
ML	- Método da máxima verossimilhança
P120	- Peso aos 120 dias de idade
P210	- Peso aos 210 dias de idade
P365	- Peso aos 365 dias de idade
P450	- Peso aos 450 dias de idade
PAV	- Peso adulto da vaca
PN	- Peso ao nascimento
r_a	- Correlação Genética
REML	- <i>Restricted maximum likelihood</i>
r_p	- Correlação Fenotípica
USDA	- <i>United States Department of Agriculture</i>
IPP	- Idade ao primeiro parto
PAC	- Produtividade acumulada
PE365	- Perímetro escrotal padronizado aos 365 dias de idade
PE450	- Perímetro escrotal padronizado aos 450 dias de idade

RESUMO

A maior parte da carne bovina brasileira é produzida na região do Cerrado, onde a pecuária de corte é constituída basicamente por raças zebuínas bem adaptadas às condições de criação nos trópicos. Hoje, o maior desafio para esta atividade é otimizar o seu potencial econômico de maneira sustentável, ao mesmo tempo em que se preserva esse bioma rico em diversidade biológica. Apesar desse cenário favorável, os agentes econômicos envolvidos no processo de produção e comercialização da carne bovina reconhecem os baixos índices de produtividade da bovinocultura de corte no Brasil. Desta maneira, melhorar os índices de produtividade da raça Nelore é fundamental para que o País possa competir avidamente no mercado internacional. Assim, objetivou-se com este estudo estimar os componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos de caracteres de importância econômica, sendo, peso ao nascimento (PN), peso aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 dias de idade (P450), peso adulto da vaca (PAV), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea obtido entre as 12^a e 13^a costelas (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8), perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365) perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), idade ao primeiro parto em meses (IPP) e produtividade acumulada em kg de bezerras desmamadas por vaca/ano (PAC) de bovinos da raça Nelore criados extensivamente a pasto. O conjunto de dados para análise do presente estudo foi obtido através de cinco rebanhos participantes do Programa Nelore Brasil da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), totalizando 34.137 animais. Os parâmetros genéticos foram estimados em análises uni e bicaracterísticas sob modelo animal, usando o algoritmo EM-REML disponível no pacote computacional REMLF90. As estimativas de herdabilidade para efeitos aditivos diretos foram de 0,27; 0,20; 0,20; 0,25; 0,36; 0,17; 0,37; 0,46; 0,10; 0,14; 0,53; 0,19; e 0,25 para PN; P120; P210; P365; P450; PAV; PE365; PE450; IPP; PAC; AOL; EG; e EGP8, respectivamente. As herdabilidades para os efeitos aditivos maternos foram, 0,04; 0,09; 0,09; e 0,04 para PN; P120; P210; e P365, respectivamente. As estimativas de correlação entre caracteres de crescimento com os de carcaça variaram de -0,72 a 0,97; entre os caracteres de crescimento e reprodutivos variaram entre -0,70 e 0,97; e os caracteres de carcaça com os reprodutivos variaram de -0,70 a 0,95, sendo todas correlações benéficas. As estimativas de herdabilidades para as características estudadas obtidas neste estudo, com exceção da IPP e PAC, permitem concluir que existe variabilidade genética nos rebanhos estudados, indicando a possibilidade de progresso genético se as mesmas forem incluídas como critérios de seleção. As correlações genéticas obtidas foram favoráveis, ou seja, a seleção para aumento de uma acarretará na melhoria da outra.

Palavras-Chave: carcaça; crescimento; índices de seleção; parâmetros genéticos; reprodução.

ABSTRACT

Most of the Brazilian beef is produced in the Cerrado region, where beef cattle consists of zebu breeds well adapted to the creation of conditions in the tropics. Today, the biggest challenge for the beef cattle in the Cerrado is to optimize the economic potential in a sustainable manner, while preserving this biome rich in biological diversity. Despite this favorable scenario, economic agents involved in beef production and marketing process recognize the low levels of productivity of beef cattle in Brazil. In this way, to improve the Nelore productivity levels is essential for the country to avidly compete in the international market. Thus, the aim of this study was to estimate the components of (co) variances and genetic parameters of traits of economic importance, being, birth weight (BW), weight at 120 (P120) 210 (P210) 365 (P365) and 450 days of age (P450), adult cow weight (PAV), ribeye area (REA), fat thickness obtained between the 12th and 13th ribs (EG), subcutaneous fat thickness on the back (EGP8), scrotal circumference at 365 days of age (PE365), scrotal circumference at 450 days of age (PE450), age at first calving in months (IPP), and accumulated productivity in kilograms of calves weaned per cow / year (PAC) of Nelore cattle raised extensively on pasture. The data set for analysis in this study was obtained through five participating herds of Nelore Brazil Program of the National Association of Breeders and Researchers (ANCP), totaling 34,137 animals. Genetic parameters were estimated in univariate and two-trait animal models using the EM-REML algorithm available in the computational package REMLF90. Heritability estimates for direct additive effects were 0.27, 0.20, 0.20, 0.25, 0.36, 0.17, 0.37, 0.46, 0.10, 0.14, 0.53, 0.19, 0.25 for PN, P120, P210, P365, P450, PAV, PE365, PE450, IPP, PAC, AOL, EG and EGP8 respectively. The heritability for maternal additive effects were 0.04, 0.09, 0.09 and 0.04 for PN, P120, P210 and P365, respectively. The correlation between growth estimates of characters with the housing ranged from -0.72 to 0.97, and between growth and reproductive characters ranged from -0.70 to 0.97 and carcass characters with reproductive varied of -0.70 to 0.95, with all beneficial correlations. Estimates of heritability for the traits studied, except the IPP and PAC obtained in this study allow us to conclude that there is genetic variability in the studied herds, indicating the possibility of genetic progress if they are included as selection criteria. The obtained genetic correlations were positive, selection for increased a result in the improvement of the other.

Keywords: carcass; genetic parameters; growth; reproduction; selection index.

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil ocupa a segunda posição no ranking dos maiores exportadores de carnes no mundo, com um rebanho que ultrapassa 212 milhões de cabeças¹. Assim, o país possui potencial para ocupar a liderança mundial de exportação nos próximos anos devido à sua grande extensão territorial de pastagem e ao crescimento do rebanho brasileiro¹.

A maior parte da carne bovina brasileira produzida se encontra no região do Cerrado, onde a pecuária de corte é constituída basicamente por raças zebuínas, adaptadas às condições de criação nos trópicos². Hoje, o maior desafio desta atividade é otimizar o seu potencial econômico de maneira sustentável, buscando assim a preservação deste bioma, que é considerado um dos mais ricos do mundo em termos de diversidade biológica³.

A raça Nelore corresponde a quase 90% do rebanho zebuínio no Brasil⁴ e representa um dos maiores patrimônios genéticos do mundo ocidental para estudos⁵. Apesar desse cenário favorável, os agentes econômicos envolvidos no processo de produção e comercialização da carne bovina reconhecem os baixos índices de produtividade da bovinocultura de corte no Brasil⁶. Desta maneira, melhorar os índices de produtividade da raça Nelore é fundamental para que o país possa competir de forma eficiente no mercado internacional.

Entre os fatores que influenciam os baixos índices zootécnicos está o componente genético dos rebanhos. Entretanto, o melhoramento genético animal, aliado aos avanços científicos e tecnológicos alcançados nos manejos sanitários, reprodutivos e nutricionais, permitirá promover o crescimento rápido, reduzir a idade ao abate e melhorar a qualidade da carne dos animais⁷. De acordo com Bourdon⁸, o método normalmente utilizado para melhorar a qualidade genética é a seleção dentro de rebanhos. No entanto, nos programas de melhoramento genético, é possível a avaliação do mérito genético de animais, dentro de rebanhos e entre rebanhos, de distintas regiões e manejos⁷.

O conhecimento dos parâmetros genéticos e fenotípicos de caracteres de valor econômico é de fundamental importância para o delineamento de programas de seleção em bovinos de corte, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção⁹. Resultados obtidos em programas de melhoramento genético indicam que a seleção é uma excelente ferramenta para promover ganhos genéticos nas populações bovinas¹⁰. No entanto, para que os processos de seleção sejam eficazes, é de fundamental importância o conhecimento do

comportamento biológico dos caracteres de importância econômica, tais como reprodução, crescimento e qualidade de carcaça, a fim de verificarmos qual a real contribuição genética e ambiental no fenótipo destes, determinando assim, a magnitude da resposta à seleção¹¹.

A produção de carne bovina de forma eficiente é primordial para a bovinocultura de corte. Neste contexto, estratégias seletivas que visem equilibrar o crescimento, a precocidade de terminação e a reprodução são desejáveis tanto no aspecto genético como no econômico¹².

Assim, a proposta com este trabalho é estimar os parâmetros genéticos de características de importância econômica, como: crescimento, reprodução e qualidade da carcaça de bovinos, visando fornecer subsídios ao programa de avaliação genética e auxiliando no incremento do valor genético dos rebanhos Nelore criados extensivamente a pasto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O mercado internacional tem exigido um sistema pecuário eficiente baseado em um regime de ciclo curto de produção, que otimiza os recursos ambientais, socioeconômicos e genéticos nos três componentes produtivos do sistema (reprodução, produção e produto), juntamente com as práticas de manejo, para obtenção de animais geneticamente superiores em precocidade sexual, crescimento e acabamento de carcaça¹³.

Do ponto de vista econômico, a eficiência reprodutiva é o primeiro caráter fundamental para a produtividade em bovinos de corte. Posteriormente vêm os de crescimento e, por último, os de carcaça¹⁴.

Os componentes reprodutivos devem ter atenção indispensável nos rebanhos de corte, visto que a fertilidade é a característica que determina a lucratividade ou prejuízo da atividade produtiva de carne, por determinar a quantidade de bezerros nascidos. Porém, não podem ser negligenciadas as características de crescimento e carcaça, que também são essenciais para o sucesso dos sistemas de produção. Adiciona-se a isso o fato de que a remuneração é baseada nos componentes de crescimento e carcaça, mas somente neste último é que realmente se observa a valorização da remuneração por parte de alguns frigoríficos, devido a atributos relacionados à qualidade da carcaça¹⁵.

3. PARÂMETROS GENÉTICOS

Os parâmetros genéticos são definidos pelos componentes de variância nas diversas populações. Esses parâmetros são específicos para determinada população e têm sido estimados por diferentes métodos que evoluem à medida que novas teorias e técnicas computacionais são desenvolvidas. Por isso são de grande importância, por constituírem as ferramentas necessárias para o delineamento dos programas de melhoramento genético animal¹⁶.

O método de estimação é um fator importante na obtenção dos parâmetros genéticos, juntamente com o estabelecimento de um modelo que descreva corretamente os dados. Pela estimação dos parâmetros genéticos é possível prever respostas diretas e correlacionadas à seleção, elaborar índices e estimar o valor genético dos animais, permitindo obter informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos na herança das características e estabelecer a base para a escolha do método de melhoramento mais adequado para a população em interesse¹⁷.

A determinação dos valores genéticos ocorre através da somatória dos efeitos médios de todos os genes que possui um indivíduo. Assim, o valor genético de um animal é expresso como a diferença em relação à média da população e depende das frequências gênicas da população em que a comparação é feita. Portanto, o valor da progênie de um indivíduo pode ser definido como duas vezes os desvios médios dos seus descendentes em relação à média da população, desde que esse indivíduo tenha sido comparado com uma amostra da população, podendo ser medido, mesmo quando os efeitos dos genes individuais não o podem¹⁸.

Os principais parâmetros genéticos para bovinocultura de corte são a herdabilidade (h^2) e a correlação genética (r_a). O conhecimento desses parâmetros é indispensável para a determinação do critério de seleção e na predição do ganho genético do rebanho em estudo¹⁹.

A herdabilidade é considerada o parâmetro genético de maior importância para a definição dos métodos a serem usados no melhoramento de uma característica, devido ao fato desta determinar a capacidade de transmissão da característica em estudo para sua progênie. Esse parâmetro é estipulado pela razão da variância genética aditiva sobre a variância fenotípica, podendo ser aumentada se a maior parte da variação fenotípica for do componente genético ou diminuída se for do componente ambiental¹⁹.

A correlação genética é o parâmetro que permite prever como um caráter deverá comportar em consequência da seleção de parâmetros obtidos para outro caráter. Por exemplo, as correlações entre os caráter em análise (X e Y) é feita para verificar o nível de relação entre elas, com isso, ao medir se um indivíduo com um valor genético elevado para um caráter X tende ou não a ter um valor genético elevado para o caráter Y, explorando assim os conceitos de pleiotropia, onde duas características distintas podem ser determinadas pelos mesmos genes, bem como o conceito de ligação gênica, que explica a ação de genes localizados no mesmo cromossomo e que dificilmente são separados²⁰.

3.1. Herdabilidade

A definição de herdabilidade foi criada por Fisher¹⁸ e Wright¹⁹ para separar as diferenças genéticas e não-genéticas entre indivíduos. Posteriormente, estes mesmos autores criaram o método de estimação para determinar o parâmetro genético populacional¹⁸.

A herdabilidade é definida como um coeficiente genético, que expressa a proporção entre a variância genotípica e a variância fenotípica, ou seja, mede a proporção das diferenças entre animais que é transmissível à descendência. Assim, mede o grau da relação entre o valor genético e o fenótipo do animal, que corresponde à proporção existente entre as

influências genéticas e ambientais na expressão fenotípica das características, mostrando o nível de facilidade ou dificuldade para melhorar certos caracteres²³.

Jacquard²⁴ demonstrou três fundamentos para definição de herdabilidade. O primeiro como medida de semelhança entre pai e filho, o segundo na parte genética no sentido amplo e o terceiro na porção genética no sentido restrito, e, além disso, destacou que essa não caracteriza o caráter em análise, mas sim a estrutura da população em estudo.

O símbolo h^2 resulta da terminologia proposta por Wright²⁵, que diz respeito aos três tipos de descritos anteriormente (no sentido amplo, no sentido restrito e pela regressão pai-filho). No sentido amplo, a herdabilidade pode ser determinada como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica. Já no sentido restrito trata-se da razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica, por isso a diferença se encontra no numerador da fração. Em resumo, a razão entre a variância genética total (σ_G^2) e a variância fenotípica (observada) (σ_P^2) é denominada como coeficiente de herdabilidade no sentido amplo (H^2), representado pela equação 1. A variância genética aditiva (σ_a^2) em relação a variância fenotípica (σ_P^2) é chamada de coeficiente de herdabilidade no sentido restrito (h^2) demonstrado na equação 2¹⁹.

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \quad (1)$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_P^2} \quad (2)$$

Os valores da herdabilidade podem variar de zero a um, tanto no sentido restrito como no sentido amplo. Se o valor for zero ou perto de zero, indica que a variação fenotípica observada entre os animais não é de origem genética aditiva, sendo mais influenciada pelo ambiente, ou seja, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso não existe correlação alguma entre valor genético e valor fenotípico da unidade de seleção. Já quando for mais perto de um, a variação fenotípica observada entre os animais tem mais origem genética aditiva, indicando o ganho ou progresso genético que vai ser atingido pela seleção para este caráter, ou seja, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos²⁶.

As estimativas de herdabilidade são classificadas em baixa (0,0 a 0,20), média (0,20 a 0,40) e alta (acima de 0,40)²⁷. O sucesso de uma seleção para determinada característica

depende do quanto maior for o coeficiente de herdabilidade, resultando em uma relação positiva entre alta herdabilidade e eficiência seletiva²⁸.

O parâmetro herdabilidade é fundamental na estratégia utilizada para o melhoramento genético de um caráter por meio da seleção, sabendo-se assim quais são realmente os componentes genéticos e ambientais do caráter em estudo que influenciará a próxima geração, determinando qual será a confiança no fenótipo do animal que se pode ter ao ser selecionado²³.

Geralmente a herdabilidade é estimada a partir de uma análise de variância e é normal a ocorrência de erros associados às estimativas de herdabilidade e de outros componentes da variância genética. Por isso as estimativas devem ser avaliadas com cuidado. Existe grande faixa de variação nas estimativas da herdabilidade de um mesmo caráter e que pode ser parcialmente atribuída à amostragem, às diferenças populacionais e às diferenças ambientais²⁹.

Por esse motivo as estimativas da herdabilidade obtidas por diferentes pesquisadores e condições experimentais deverão ser comparadas com muito cuidado. Outros fatores que podem interferir na estimação dos coeficientes de herdabilidade de um caráter específico são os métodos de estimação utilizados e, principalmente, a população amostrada³⁰.

3.2. Correlação genética e fenotípica

A correlação genética é a medida do grau da associação entre duas variáveis, ou o grau de variação conjunta das duas variáveis em análise, podendo ser positiva ou negativa, ou seja, quando ocorre acréscimo nas duas variáveis ou aumento de uma e diminuição de outra, respectivamente. Se ela for de alta magnitude, a alteração em um caráter promove alterações significativas em outros correlacionados a ele³¹.

Lembrando sempre que quando a seleção é praticada em caráter poligênico, maior atenção deve ser tomada devido à pleiotropia que pode ocorrer nessas características³¹.

Em programas de melhoramento é de suma importância o conhecimento da magnitude de correlação genética, pois a seleção é normalmente feita para várias características em conjunto. Assim, é necessário conhecer as relações entre elas para entender melhor os mecanismos envolvidos, principalmente quando a seleção para um desses caracteres for de difícil mensuração em razão da baixa herdabilidade, de complicada medição e identificação complicada, com expressão tardia e restrita ao sexo³¹.

Dessa forma, a seleção correlacionada de um caráter que possui alta herdabilidade e de fácil mensuração pode ser vantajoso, por nortear os progressos mais rápidos de seleção no melhoramento animal³².

A principal causa de correlação genética é o pleiotropismo, no qual um gene afeta dois ou mais caracteres e, se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nos dois caracteres. Outra causa da correlação entre caracteres é o desequilíbrio de ligação gênica, porém, o efeito de desequilíbrio de ligação gênica diminui ao longo dos tempos ou até mesmo desaparece devido à recombinação gênica, ocorrendo principalmente em populações oriundas de cruzamentos divergentes^{19,30}.

O ambiente pode tornar uma causa de correlação entre duas características quando estas são provocadas pelas mesmas variações ambientais, ou seja, os valores negativos desta correlação mostram que o ambiente auxilia um caráter em detrimento do outro, enquanto valores positivos indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais³³.

A correlação fenotípica é estimada como qualquer correlação a partir do fenótipo para dois caracteres (X e Y), medidos no mesmo indivíduo, e indica se os fenótipos para os dois caracteres se encontram ou não associados³⁴.

Esta correlação tem causas genéticas (pleiotropia e ligações gênicas) e ambientais, que são frequentemente muito diferentes em magnitude e, eventualmente, diferentes de sinal, afetando as características por meio de mecanismos fisiológicos diferentes, podendo ser influenciada pela herança, pelo ambiente ou ambos³⁴.

No entanto, só a genética envolve uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada em programas de melhoramento. A correlação fenotípica é um indicador de como os genes e o ambiente influenciam conjuntamente estes caracteres³⁴.

Se dois caracteres manifestam correlação genética benéfica, sempre que forem conhecidas a correlação genética entre os dois caracteres e a herdabilidade do caráter no qual a seleção é praticada, é possível alcançar ganhos para uma delas através da seleção indireta no outro associado³⁵.

No caso da seleção indireta, com base na resposta correlacionada, ao se selecionar para um caráter de interesse, poder-se-á estar selecionando outro de forma indireta e este levar a evoluções mais rápidas do que a seleção direta da variável desejada. Entretanto, se um caráter correlacionar-se negativamente com alguns e positivamente com outros, deve-se ter cautela ao selecionar esse caráter, para não provocar mudanças indesejáveis em outras variáveis. Denominamos de *resposta correlacionada à seleção* essas correlações genéticas existentes

entre os caracteres (X e Y), em que ao selecionar para um caráter, simultaneamente obtém-se respostas em outro caráter. No entanto, a direção e magnitude dependem do coeficiente de correlação genética entre X e Y³⁵.

O coeficiente de correlação varia de (-1) a (+1), sendo adimensional, seu valor absoluto não ultrapassa a unidade, tanto positiva quanto negativa, e o coeficiente zero reflete a falta de associação linear simples e não existência de relação das duas variáveis, ou seja, se dois caracteres apresentam coeficiente de correlação nulo isso não indica que os caracteres não estão correlacionados³³.

Resumindo, os coeficientes de correlação dependem da base genética da população nos quais os caracteres estão sendo medidos, podendo apresentar uma grande extensão da variação entre valores negativos e positivos, e nos proporcionar sinais de como a seleção realizada em uma variável pode interferir a média de outra³⁵.

A correlação entre duas características é obtida pela razão de uma apropriada covariância e do produto de dois desvios padrões, sendo representada pelas equações 3 e 4.

$$r_p = \frac{COV_P}{\sigma_{PX}\sigma_{PY}} \quad (3)$$

A covariância fenotípica é a soma das covariâncias genéticas e ambientais, representada na equação 4.

$$r_p = \frac{COV_A + COV_E}{\sigma_{PX}\sigma_{PY}} \quad (4)$$

O denominador pode ser expresso segundo o desvio: $\sigma_A^2 = h^2\sigma_p^2$ e $\sigma_E^2 = e^2\sigma_p^2$ (5), então $\sigma_p = \sigma_A/h = \sigma_E/e$.

Assim, a correlação fenotípica torna-se então:

$$r_p = h_X h_Y \frac{COV_A}{\sigma_{AX}\sigma_{AY}} + e_X e_Y \frac{COV_E}{\sigma_{EX}\sigma_{EY}}. \quad (6)$$

Portanto,
$$r_p = h_X h_Y r_A + e_X e_Y r_E \quad (7)$$

Observando-se a equação 7 pode-se notar que correlações causadas por efeito genético e ambiental se reúnem para que se obtenha a correlação fenotípica. Se ambos caracteres têm baixa herdabilidade, então a correlação fenotípica é definida, principalmente, pela correlação ambiental. Já se tiverem alta herdabilidade, a correlação fenotípica terá causas na correlação genética. A correlação fenotípica sozinha não pode esclarecer a magnitude e o sinal da correlação genética existente entre dois caracteres⁴⁴.

4. ESTIMAÇÃO DE COMPONENTES DE VARIÂNCIAS - ABORDAGEM FREQUENTISTA

No âmbito do melhoramento genético animal, o aprimoramento de métodos de estimação de componentes de variância e de parâmetros genéticos tem assumido papel fundamental nas avaliações genéticas³⁶.

Devido à aliança com novos mercados e o crescimento acelerado da indústria da carne, a utilização de valores genéticos na seleção de progenitores para próxima geração tornou-se um costume comum no Brasil. Porém, os componentes de variância necessitam ser estimados de forma precisa para que as diferenças entre o valor predito e o verdadeiro sejam mínimas³⁶.

Nesse contexto, juntamente com desenvolvimento da informática, tornou-se cada vez mais comum a discussão sobre vantagens e desvantagens apresentadas pelas escolas frequentista e bayesiana na estimação de parâmetros genéticos³⁷.

Existem vários métodos de estimação de componentes de variâncias, dentre os quais podemos destacar: o Método da Análise da Variância (ANOVA), os Métodos de Henderson (I, II e III), o Estimador Quadrático Não-Viesado de Norma Mínima (MINQUE), o Estimador Quadrático Não-Viesado de Variância Mínima (MIVQUE), a Máxima Verossimilhança (ML), a Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e o Bayesiano³⁷.

Na bovinocultura de corte, a maioria das características de interesse econômico a serem selecionadas para realizar o melhoramento genético são aquelas denominadas quantitativas e contínuas como, por exemplo, as de crescimento (pesos e ganho de peso), de carcaça (área de olho de lombo, espessura de gordura, etc) e as reprodutivas (perímetros escrotais, idade ao primeiro parto e produtividade acumulada), sendo possível aplicar métodos modernos para análise genética para proporcionar melhor entendimento dos elementos que influenciam os caracteres produtivos, em especial dos parâmetros genéticos e de ambiente³⁸.

Dessa forma, tem sido possível utilizar o REML em modelos mistos através do desenvolvimento de algoritmos e da capacidade de processamento dos computadores para se estudar as variáveis contínuas³⁹.

4.1. Método da máxima verossimilhança (ML)

A estimação por máxima verossimilhança é um método para obtenção de estimadores de uso amplo por viabilizar a realização de inferências com propriedades altamente desejáveis. Originado por Fischer⁴⁰ esse método foi o primeiro a ser aplicado em modelos mistos gerais por Hartley e Rao⁴¹ após os trabalhos impactantes de Henderson⁴².

O Método da Máxima Verossimilhança consiste na obtenção do ponto máximo de uma função de verossimilhança, que é a função densidade de probabilidade conjunta dos pontos amostrais, em relação aos efeitos fixos e aos componentes de variância para um dado modelo de análise, em que se conhece a distribuição dos dados e existem parâmetros a serem estimados. Este máximo é obtido por derivação da função de verossimilhança (L) em relação ao parâmetro de interesse⁴³.

Por exemplo, seja o modelo misto representado por⁴⁴:

$$y = X\beta + Zu + e \quad (8)$$

onde, β é vetor dos efeitos fixos e o u é vetor dos efeitos aleatórios, respectivamente Zu pode ser fracionado em:

$$Zu = [Z_1 \dots Z_r] \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_r \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^r Z_i u_i \quad (9)$$

No qual u_i é o vetor para o fator aleatório i . O número de tais níveis, e ainda a ordem de u_i é denotado por q_i . Portanto, os efeitos aleatórios u_i possuem as propriedades a seguir:

$$E(u_i) = 0 \text{ e } \text{var}(u_i) = \sigma_i^2 I_{q_i} \quad \forall i;$$

$$\text{e } \text{COV}(u_i, u_h) = 0 \quad \text{para } i \neq h. \quad (10)$$

Portanto:

$$\text{var}(\mathbf{u}) = \{ \sigma_i^2 \mathbf{I}_{q_i} \} \quad i = 1, \dots, r \quad (11)$$

$$\mathbf{E}(\mathbf{e}) = \mathbf{0}, \text{var}(\mathbf{e}) = \sigma_e^2 \mathbf{I}_N \text{ e } \text{cov}(\mathbf{u}_i, \mathbf{e}') = 0 \quad \forall i. \quad (12)$$

Dessa maneira, tem-se que:

$$\mathbf{E}[\mathbf{y}] = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (13)$$

$$\mathbf{V} = \text{var}(\mathbf{y}) = \sum_{i=1}^r \mathbf{z}_i \mathbf{z}_i' \sigma_i^2 + \sigma_e^2 \mathbf{I}_N \quad (14)$$

A função de verossimilhança (L), considerando um vetor de dados $\mathbf{y} \sim \mathbf{N}(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}, \mathbf{V})$, pode ser representada como:

$$L = L(\boldsymbol{\beta}, \mathbf{V} \mid \mathbf{y}) = \frac{e^{-1/2(\mathbf{y}-\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1}(\mathbf{y}-\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})}}{(2\pi)^{1/2N} |\mathbf{V}|^{1/2}} \quad (15)$$

A estimação por máxima verossimilhança utiliza como estimadores de $\boldsymbol{\beta}$ e \mathbf{V} aqueles valores de $\boldsymbol{\beta}$ e \mathbf{V} que maximizam L ou $\log L$ que deve ser denotado por l .

$$l = \log L = -1/2N \log 2\pi - 1/2 \log |\mathbf{V}| - 1/2 (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{V}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \quad (16)$$

A maximização de L consiste em primeiramente derivar L em relação a $\boldsymbol{\beta}$ e \mathbf{V} , igualando as equações a zero, que representam, o máximo de L . As equações são solucionadas para $\boldsymbol{\beta}$ e para cada componente de \mathbf{V} (σ_i^2) e podem ser representadas como:

$$\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y} \quad (17)$$

$$\{ \text{tr}(\mathbf{V}^{-1}\mathbf{Z}_i'\mathbf{Z}_i) \} \quad i = 0, 1, \dots, r. \quad = \{ \mathbf{c}_y' \mathbf{P} \mathbf{Z}_i \mathbf{Z}_i' \mathbf{P} \mathbf{y} \} \quad i = 1, \dots, r \quad (18)$$

O Método da Máxima Verossimilhança é interativo e propicia sempre estimativas viesadas dos componentes de variância, devido ao método não considerar a perda de graus de liberdade resultante da estimação dos efeitos fixos do modelo⁴⁴. Diante de muitos efeitos fixos, seus estimadores serão viciados, podendo subestimar variâncias residuais, apesar de gerar estimativas não negativas dos componentes de variância⁴⁵.

As principais vantagens do método da Máxima Verossimilhança são: produz estimadores de funções de estatísticas suficientes, consistentes, assintoticamente normais e eficientes; podem ser adotados em dados amostrais não aleatórios; e restrições para não negatividade nos componentes de variância ou dos autovalores das matrizes de covariância, ou ainda outras restrições no espaço paramétrico, não causam dificuldades conceituais na aplicação de método⁴⁶.

Entretanto, o método apresenta as seguintes desvantagens, em assumir que a distribuição dos dados é conhecida, geralmente, nas áreas biológicas, pressupõe-se que há distribuição multinormal na estimação dos componentes de covariância, produzindo estimadores viciados, uma vez que os efeitos fixos são tratados como se fossem conhecidos⁴⁷.

4.2. Método de máxima verossimilhança restrita (REML)

O Método da Máxima Verossimilhança Restrita é uma variante do processo de máxima verossimilhança (ML) para modelos mistos, ou seja, é uma correção para o método ML, que elimina o seu viés, apresentado por Patterson e Thompson⁴⁸. Nesse método cada observação é dividida em duas partes independentes, uma referente aos efeitos fixos (I) e outra referente aos efeitos aleatórios (II)¹⁸.

Dessa maneira a função densidade de probabilidade das observações é dada pela soma das funções densidade de probabilidade de cada parte, ou seja, os componentes de variância relacionados aos efeitos aleatórios são determinados pela maximização de II e os efeitos fixos através da maximização de I¹⁸.

Assim, apenas a parcela da verossimilhança que é independente dos efeitos fixos é maximizada no Método da Máxima Verossimilhança Restrita, ou melhor, a maximização da função densidade de probabilidade da parte referente aos efeitos aleatórios, em relação aos componentes de variância¹⁸.

Os dados são transformados por funções lineares com esperança matemática nula. O método REML também requer que as observações tenham distribuição multinormal.

Segundo Meyer,⁴⁹ os dados podem ser vistos como observações ajustadas para estimativas de mínimos quadrados generalizados dos efeitos fixos¹⁸.

A metodologia de REML com dados balanceados são semelhantes aos estimadores ANOVA, por ser iterativo e considerar a perda dos graus de liberdade em razão aos efeitos fixos, proporciona estimadores não viesados e de variância mínima⁵⁰. No caso de dados desbalanceados, de acordo com os autores Searle et al.⁴⁴; Lopes et al.⁵¹; Searle⁵²; Harville⁵³; Smith et al.⁵⁴ e Perri et al.⁵⁵, os estimadores REML retém todas as propriedades do ML, sendo considerado o estimador ideal para componentes de variância em dados desbalanceados⁵⁶.

Na estimação de componentes de variância em programas de melhoramento genético animal, a metodologia REML vem sendo amplamente empregada, devido ao fato dos dados serem resultantes de diversos rebanhos, com tamanhos diferentes, de vários anos e fazendas, entre outros, colaborando para o desbalanceamento dos dados. Soma-se a essa metodologia o Modelo Animal, que possibilitou a inclusão das informações de parentesco entre os indivíduos, fazendo com que as análises sejam mais precisas e menos viesadas, além do fato de que inferências pontuais realizadas pelas funções de verossimilhança não são atingidas por algumas formas de seleção, devido ao REML retirar o vício atribuído à modificação nas frequências alélicas pela seleção, através da utilização da matriz de parentesco completa⁵⁶.

De acordo com Searle et al.⁴⁴, a estimação dos componentes de variância pela metodologia REML, fundamenta-se nas combinações lineares dos elementos de \mathbf{y} , no qual um conjunto de valores $\mathbf{k}'\mathbf{y}$ que os vetores \mathbf{k}' são estabelecidos de modo que $\mathbf{k}'\mathbf{y} = \mathbf{k}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{k}'\mathbf{Z}\mathbf{u}$ não enquadra em nenhum termo em $\boldsymbol{\beta}$, portanto:

$$\mathbf{k}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} = 0 \quad \forall \boldsymbol{\beta}. \quad (19)$$

Assim,

$$\mathbf{k}'\mathbf{X} = 0. \quad (20)$$

A equação 19 é satisfeita por $N - r$ dos valores lineares independentes de \mathbf{k}' . Assim, na utilização de um conjunto de vetores lineares independentes de \mathbf{k}' , como linhas de \mathbf{K}' fixamos a atenção para $\mathbf{K}'\mathbf{y}$ para $\mathbf{K}' = \mathbf{T}\mathbf{M}$, onde \mathbf{K}' e \mathbf{T} têm plena posição de linha $N - r$. (Há claramente que nenhum ponto tenha mais de $N - r$ vetores \mathbf{k}' , porque alguns deles será, então, combinações lineares dos outros, como se os valores correspondentes $\mathbf{k}'\mathbf{y}$).

Na equações de REML, conhecendo que $\mathbf{y} \sim \mathbf{N}(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}, \mathbf{V})$ e $\mathbf{K}'\mathbf{X} = 0$, tem-se:

$$\mathbf{K}'\mathbf{y} \sim \mathbf{N}(0, \mathbf{K}'\mathbf{V}\mathbf{K}) \quad (21)$$

Derivando a equação 18 da Máxima Verossimilhança, e alterando \mathbf{y} por $\mathbf{K}'\mathbf{y}$ e \mathbf{Z} por $\mathbf{K}'\mathbf{Z}$; \mathbf{X} por $\mathbf{K}'\mathbf{X} = \mathbf{0}$ e \mathbf{V} por $\mathbf{K}'\mathbf{V}\mathbf{K}$, temos:

$$\{ \text{ctr} (\mathbf{K}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}' \mathbf{Z}_i \mathbf{Z}_i' \mathbf{K} \} \quad i \stackrel{r}{=} 0 = \{ \text{c} \mathbf{y}' \mathbf{K} (\mathbf{K}' \mathbf{V} \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}' \mathbf{Z}_i \mathbf{Z}_i' \mathbf{K} (\mathbf{K}' \mathbf{V} \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}' \mathbf{y} \} \quad i \stackrel{r}{=} 0, \quad (22)$$

com:

$$\mathbf{P} = \mathbf{V}^{-1} - \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X} (\mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{V}^{-1} = \mathbf{K} (\mathbf{K}' \mathbf{V} \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}' \quad (23)$$

Reduzindo essa equação, torna-se:

$$\{ \text{ctr} (\mathbf{P} \mathbf{Z}_i \mathbf{Z}_i') \} \quad i \stackrel{r}{=} 0 = \{ \text{c} \mathbf{y}' \mathbf{P} \mathbf{Z}_i \mathbf{Z}_i' \mathbf{P} \mathbf{y} \} \quad i \stackrel{r}{=} 0 \quad (24)$$

No método REML, as equações são solucionadas através sistemas de integração numérica, que demandava grande capacidade computacional, fato responsável pelo atraso na implementação desse método nos programas de melhoramento. Devido à última equação do REML envolver a matriz \mathbf{V} , e essa ser difícil de manejar por incluir os componentes de variância, alguns algoritmos baseados na equação de modelo misto de Henderson têm sido introduzidos para melhorar a estimação⁴⁴.

Resumindo: os dois métodos (ML e REML) se diferenciam um do outro, pelo fato de que o ML utiliza a função de verossimilhança do vetor de observações ou o logaritmo desta função, já o REML usa esta função para um conjunto de contrastes de erros, com esperança nula, que representa as observações ajustadas para os efeitos fixos. Sendo assim, os dois estimadores dos componentes de variância não são formas explícitas. Assim, o estimador de cada componente está em função dos parâmetros dos outros componentes e só podem ser encontrados por métodos numéricos iterativos⁵⁷.

5. CARACTERES PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS

A eficiência reprodutiva, quando comparada com as outras características isoladamente, é considerada o fator que mais contribui para a produtividade do rebanho, sendo que, na sua ausência, a produção pode chegar a reduzir ao nível zero ou próximo dele. Com isso, percebe-se que avaliar e aumentar o conhecimento dos caracteres de desempenho reprodutivo contribuirá para o desempenho da cadeia produtiva da carne bovinas. Essa variável reprodutiva pode ser estimada por várias características como, por exemplo, o intervalo de partos, a taxa de prenhez, o número de serviço por concepção, a idade à puberdade, a idade ao primeiro parto e a data de parto⁵⁸.

Porém, o melhoramento da eficiência reprodutiva em fêmeas é um processo complexo, pois as características apresentam baixa herdabilidade e são de difícil mensuração por serem ligadas ao sexo e, geralmente, sua expressão ocorrer quando esses animais atingem a maturidade, ou seja, expressão tardia. Por isso torna-se necessário identificar caracteres reprodutivos que sejam de fácil mensuração, que apresentem variabilidade genética e que sejam geneticamente correlacionadas aos eventos reprodutivos. Assim, a vantagem em emprenhar as novilhas mais cedo é o retorno do investimento em pouco tempo e o aumento de números de bezerros quando comparados com o sistema de manejo tradicional⁵⁹.

De acordo com Brumatti et al.⁶⁰, as características reprodutivas são 4,28 a 13,46 vezes mais essenciais para a rentabilidade da atividade do que as características de crescimento. Assim, os programas de avaliação genética no Brasil têm introduzido características relacionadas à precocidade sexual como objetivos de seleção. Entende-se por precocidade, o tempo no qual o animal obtém a sua puberdade, crescimento ósseo e muscular⁶¹.

Para melhorar a eficiência reprodutiva é necessário que se identifique e multiplique os animais com melhores genótipos, além de garantir condições ambientais favoráveis para a expressão desses genes dentro do rebanho⁶¹.

Na identificação dos genótipos superiores é necessário trabalhar caracteres que sejam facilmente medidos e economicamente fundamentais, que apresentem variabilidade genética e que tenham correlações genéticas positivas com outras características essenciais no processo de seleção⁵⁶.

Apesar da relevância dos caracteres reprodutivos, alguns programas de melhoramento genético em rebanhos de corte brasileiro ainda utilizam apenas as características de crescimento para seleção dos animais. De acordo com alguns autores⁶²⁻⁶⁴, há indícios de antagonismo genético entre as características de peso em qualquer idade com a eficiência reprodutiva em fêmeas bovinas de corte, mostrando que a seleção para peso resulta na diminuição da eficiência reprodutiva total no rebanho.

Da mesma maneira, diversas pesquisas⁶⁵⁻⁷⁰ demonstraram correlação positiva entre peso de animais jovens e peso de animais adulto em bovinos de corte, apontando que a seleção para peso, a longo prazo, leva a pesos adultos maiores. Com isso, os animais acabam aumentando a exigência nutricional para manutenção, sendo que a manutenção do rebanho é causa determinante da eficiência econômica dos sistemas de produção⁷¹.

Os caracteres de carcaça (quantidade e qualidade da carne produzida e gordura subcutânea) também são importantes e devem ser incorporadas nos programas de melhoramento genético para diminuir as grandes variações nas carcaças bovinas,

principalmente dos animais da raça Nelore. Desta maneira, almeja-se melhor padronização e qualidade do produto final⁴¹.

As características produtivas e reprodutivas na bovinocultura de corte são afetadas por fatores ambientais, sendo os principais: o ano, mês ou estação de nascimento, fazenda, regime alimentar e a região com suas diversidades climáticas que esses animais são inseridos. Com isso, deve-se lembrar de que o animal só consegue expressar o seu potencial genético se estiver em ambiente com condições adequadas⁷².

5.1. Caracteres de crescimento

Os caracteres de pesos nos programas de melhoramento genético animal são bastante utilizados por serem de fácil mensuração e por demonstrarem o valor econômico no animal⁷³.

Esses pesos são medidos em determinada idade dos animais e são chamados de pesos padrão, sendo eles: peso ao nascimento (PN), peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias (P210), peso aos 365 dias (P365), peso aos 450 dias (P450) e peso aos 550 dias (P550)⁷³.

A seleção em idades mais jovens é possível pela elevada relação genética existente entre pesos medidos em diferentes idades. A realização das medidas de peso corporal na mesma idade em todos os animais é dificultada pelas práticas de manejo. Com isso, é necessária uma padronização das pesagens em relação à idade, sendo um procedimento usado nas análises para esse grupo de caracteres⁷⁴.

O peso utilizado para acompanhar a capacidade das vacas de terem um parto eutócico é o peso ao nascimento, sendo muito importante por ser associado à eficiência reprodutiva da vaca, de maneira que bezerros muito leves contribuem para o crescimento da taxa de mortalidade neonatal, enquanto bezerros muito pesados aumentam a frequência de partos distócicos⁷⁵.

O peso ao nascimento é influenciado por efeito genético do animal, efeitos genéticos aditivos maternos e de ambiente permanente. Os fatores ambientais que afetam o peso ao nascimento são manejo nutricional, idade da vaca, ano e estação de nascimento, rebanho e período gestacional.

O período de maior influência dos fatores ambientais ocorre principalmente durante a gestação, afetando a vida da vaca permanentemente ou não^{76,77}. Fatores genéticos da mãe podem influenciar na expressão do peso do bezerro ao nascer, mas essa influência não é tão

marcante visto que os valores da estimativa da herdabilidade variam de 0,03 a 0,08,⁵⁶. Na raça Nelore, estimativas de herdabilidade para PN são de moderada magnitude, variando de 0,23 a 0,41⁷⁸⁻⁸².

Outra característica essencial é o peso ao desmame, por permitir inferências sobre o mérito genético do animal para crescimento, ser diretamente relacionada com a produção de carne e útil na análise da habilidade materna das vacas, sendo considerada uma das principais características utilizadas no critério de descarte dos bezeros⁷⁷. Alguns autores relataram estimativas de herdabilidade de 0,23 a 0,60 para peso ao desmame na raça Nelore^{79,81,83,84,85}.

No entanto, o caráter que chama a atenção dos produtores de rebanhos de corte é o peso ao sobreano, em virtude de ser associada diretamente com os pesos de abate dos animais e por demonstrar o potencial genético em ganho de peso do animal após o desmame, já que o avançar da idade a influência do efeito materno vai diminuindo⁷⁷. As estimativas de herdabilidade disponível na literatura para o peso ao sobreano na raça Nelore variam de 0,22 a 0,75^{79,81,83,86,87,88}.

Como pode-se perceber, existe uma variabilidade das estimativas de herdabilidade para os pesos em diferentes idades, sendo isto consequência da utilização de vários modelos e informações empregados nas análises. A utilização de informações consistentes e em quantidade adequadas possibilita o emprego de modelos que estimem efeitos genéticos e de ambiente permanente materno, muito úteis nas análises de peso em idades mais jovens para determinar o valor genético do animal⁷⁷.

As estimativas de correlações genéticas entre pesos em diferentes idades são positivas e de magnitude moderada a alta, maiores em idades próximas, com tendência a serem menores quando as idades vão se distanciando⁸⁹.

Na literatura há relatos de pesos ao desmame e ao sobreano apresentando associações genéticas com caracteres reprodutivos e de carcaça⁸⁹. É importante destacar uma correlação significativa entre caracteres de peso ao sobreano com caracteres reprodutivos de fêmeas. Boligon et al.⁶¹ obtiveram a estimativa de correlação genética entre peso ao sobreano e idade ao primeiro parto de -0,29⁵⁸.

A correlação genética existente entre caracteres indica que, ao selecionar para maiores pesos, pode-se promover aumento do perímetro escrotal em machos e redução da idade ao primeiro parto em fêmeas, além de ganhos genéticos no mesmo sentido para as características de carcaça área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea^{90,91}.

5.2. Caracteres reprodutivos

As características reprodutivas vêm se tornando relevantes nos programas de melhoramento genético devido ao fato da fertilidade e precocidade sexual serem elementos essenciais para o aumento da produtividade e lucratividade do sistema de produção. Por isso, deve-se procurar um equilíbrio nos elementos que influenciam a fertilidade, que estão ligados diretamente com a precocidade animal^{92,93}.

Rebanhos com taxas de fertilidade elevadas e sexualmente precoces apresentam maior taxa de desfrute, pelo fato de reduzir o intervalo de gerações, resultando em maior número de animais para comercialização e seleção, aumentando, conseqüentemente, a rentabilidade¹¹.

Dentre as características que determinam a eficiência reprodutiva em bovinos de corte destacam-se o perímetro escrotal, idade ao primeiro parto e o intervalo de partos, que são associadas à precocidade, à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas⁵⁸.

O perímetro escrotal é a característica reprodutiva mais importante para ser usada como critério de seleção de reprodutores, por ser de fácil medição, baixo custo, alta confiabilidade e possuir correlações genéticas favoráveis com caracteres qualitativas e quantitativas do sêmen¹¹, com idade à puberdade em ambos os sexos^{56,94}, e com as caracteres de crescimento^{56,95,96}. As estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal (PE) encontradas na literatura podem ser consideradas média e alta magnitudes. Ao desmame variam de 0,24 a 0,65^{56,89,97,98}, e já ao sobreano variam de 0,33 a 0,77^{77,99, 100,101}.

Entre os caracteres determinantes da eficiência reprodutiva de fêmeas, destacam-se a idade ao primeiro parto e o intervalo de partos, relacionado à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas, sendo que a idade ao primeiro parto é a característica reprodutiva mais usada para mensurar a precocidade e a fertilidade de fêmeas⁷⁷.

Alguns fatores podem interferir no aparecimento do primeiro estro, como causas genéticas, ambientais, nutricionais, raciais e estação de nascimento⁵⁸. Animais zebuínos tendem a ser mais tardios na sua idade à puberdade quando comparados com os taurinos, porém apresentam maior longevidade em sua vida produtiva^{102,103}.

Do ponto de vista zootécnico, a redução da idade ao primeiro parto e a diminuição do intervalo de partos, são as maneiras mais eficientes de diminuir o intervalo de gerações para as vacas, além de proporcionar maior vida útil produtiva e, conseqüentemente, maior taxa de desfrute, provocando rápida recuperação do investimento. Além disso, possibilita maior intensidade de seleção nas fêmeas, por reduzir o intervalo de gerações. Adicionalmente, é de fácil mensuração, não implicando em custo suplementar para o sistema^{60, 104,105}.

Na prática, a idade ao primeiro parto é influenciada pelo manejo reprodutivo e nutricional realizado pelos criadores que, normalmente determinam uma idade ou peso mínimo para que as fêmeas iniciem a vida reprodutiva. Assim, alguns produtores por serem ligados ao programa Nelore Brasil, têm colocado as novilhas para iniciar a vida reprodutiva entre os 12 e 14 meses de idade^{58,106}.

Quanto mais jovem a novilha tenha o primeiro parto, mais rápido o retorno do investimento feito pelo pecuarista na criação e manutenção desse animal até a idade reprodutiva. Por sua vez, intervalos de partos menores resultarão em maior retorno sobre os custos fixos e operacionais envolvidos no rebanho de cria. O ideal seria que o intervalo médio de partos tivesse a duração de 12 meses^{107,108}.

Na literatura existem diversos autores que estimaram a herdabilidade para o caractere idade ao primeiro parto na raça Nelore, relatando valores de 0,03 a 0,39, sendo consideradas de baixa a moderada magnitude. Isso confirma que para esse caráter ocorre ação ambiental, mas que pode haver suficiente variabilidade genética para obtenção de ganho por seleção, justificando sua inclusão em programas de melhoramento genético^{92,98,109,110,111}. Já estimativas de herdabilidade para intervalo de parto foram de baixa magnitude, variando de 0,01 a 0,10^{98,109,112,113,114}.

Alguns autores, procurando respostas correlacionadas entre idade ao primeiro parto e caracteres produtivos, tiveram resultados favoráveis. Por exemplo, entre peso à desmama e idade ao primeiro parto ($r = - 0,20$)^{56,98}. Outras pesquisas demonstraram correlação genética negativa e benéfica entre idade ao primeiro parto com peso ao ano, ao sobreano e pesos até cinco anos de idade, indicando que as fêmeas com maior velocidade de crescimento terão menor idade ao primeiro parto^{92,115,116,117}.

As correlações genéticas entre idade ao primeiro parto e produtividade acumulada são negativas e favoráveis, mostrando que o adiantamento da idade ao primeiro parto induz ao maior tempo de permanência da fêmea no rebanho, conseqüentemente, produzindo mais bezerros ao longo de sua vida^{56,115}. Outros autores estimaram correlação genética entre idade ao primeiro parto e produtividade acumulada no valor de $- 0,71$, demonstrando que a seleção para idade ao primeiro parto beneficia a eficiência reprodutiva das matrizes como um todo¹¹⁸.

Resumindo: ao fazer seleção direta para a idade ao primeiro parto consegue-se proporcionar ganho genético para este caráter, com respostas correlacionadas para os caracteres reprodutivos e produtivos. Porém, o melhoramento genético dos caracteres reprodutivos não é uma tarefa fácil. Para obtenção de resultados rápidos é necessário aperfeiçoamento das condições ambientais⁵⁶.

Lembrando que, embora haja significativa variação genética para os caracteres reprodutivos, geralmente a herdabilidade é baixa em consequência da influência do ambiente. Outro fator que contribui para a estimação de variâncias genéticas aditivas de pequena magnitude para a idade ao primeiro parto é o atraso na exposição de novilhas à reprodução. Isso dificulta que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual^{56,58,119}.

5.3. Caracteres de carcaça

Na bovinocultura de corte brasileira, um dos problemas significativos para ser aprimorado diz respeito à qualidade das carcaças produzidas. Uma carcaça de ótima qualidade e rendimento apresenta uniformidade nas partes que a compõem, tendo maior proporção de tecido muscular, o mínimo de ossos e uma quantidade suficiente de gordura para proteger a mesma e proporcionar uma boa palatabilidade^{77,120}.

Nesse contexto, as características relacionadas à qualidade da carcaça que mais têm sido estudadas são área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. Atualmente são mensuradas por meio da ultrassonografia em animais vivos, na imagem obtida transversalmente do músculo *Longissimus dorsi* na região entre a 12^a e 13^a costelas.

As medidas de carcaça obtidas por ultrassonografia são consideradas medidas objetivas e acuradas, adequadas para utilização na seleção para musculosidade, cobertura de gordura, marmorização e rendimento de carne à desossa e, por isso, têm sido incorporadas aos programas de melhoramento genético de rebanhos de bovinos de corte, a fim de identificar os animais superiores em qualidade de carcaça^{41,77,91,121}.

A espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8), por serem características de acabamento de carcaça, são fundamentais na industrialização da carne, por servir como isolamento térmico durante o processo de resfriamento da carcaça. Contribuem para que o resfriamento ocorra de forma lenta e gradual, evitando encurtamento das fibras causado pelo endurecimento da carne ocorrido devido os efeitos de desidratação e, conseqüentemente, a diminuição do peso dos cortes e na qualidade da carne^{41,121,122,123}. Assim os frigoríficos têm exigido uma carcaça que tenha no mínimo 3,00 mm de espessura de gordura sobre a 12^a costela¹²⁴.

Já a área de olho de lombo (AOL), considerada outro caráter de carcaça importante, é uma medida relacionada à quantidade de músculo, rendimento de carcaça e, especialmente, à proporção de cortes nobres em uma carcaça, apresentando correlação positiva com a porção comestível da mesma^{91,120,125}.

Na raça Nelore as estimativas de herdabilidade para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea variaram de 0,20 a 0,89, sendo consideradas de moderada a alta magnitude^{41,91,127,128}. Analisando essas características de carcaça separadas, alguns autores apontam estimativas de herdabilidade variando de 0,29 a 0,89 para área de olho de lombo e de 0,41 a 0,55 para espessura de gordura subcutânea^{77,91,129,130,131}. Porém, Figueiredo et al.¹²⁶ obtiveram estimativa baixa para a característica EG (0,04).

As correlações genéticas entre a AOL e as espessuras de gordura no Brasil em animais da raça Nelore são geralmente baixas e próximas de zero, mostrando que estas características não são influenciadas pelos mesmos grupos de genes de ação genética aditiva¹³³. Alguns autores descreveram valores de correlação genética entre AOL com EG e EGP8 de -0,22 a 0,06 e de -0,23 a -0,04, respectivamente. Com isso, estes resultados indicam que ambas devem ser consideradas como critério de seleção quando há interesse de selecioná-las^{122,127}.

As estimativas de correlações genéticas entre EG e AOL com o peso são, em alguns estudos, positivas e de magnitude média, sugerindo que a seleção para peso deve resultar em mudanças na mesma direção em EG e AOL¹³³.

Entretanto, são poucas pesquisas que estimam a correlação genética de caráter de carcaça com as características reprodutivas, sendo que a maioria delas demonstram correlação genética próxima de zero, como no estudo de Yooko et al.¹³⁴, com estimativas de correlação genética entre espessura de gordura subcutânea (EG e EGP8) e área de olho de lombo (AOL) com perímetro escrotal.

Estudo entre os caracteres de carcaça (AOL, EG e EGP8) com qualidade espermática e aptidão reprodutiva foi realizado por Lopes¹³⁵, sendo que não foram encontrados na literatura correlações de AOL, EG, EGP8 com os caracteres reprodutivos da fêmea, como idade ao primeiro parto e intervalo entre partos¹³⁶. Porém, existem pesquisas de estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça medidas por ultrassom com escores visuais, consideradas moderadas e positivas, variando de 0,38 a 0,61¹²⁸.

Observa-se que as estimativas de herdabilidade e de correlação genética variam muito entre os trabalhos. Esta variação pode ser consequência de vários fatores, como, a raça estudada, a idade dos animais, o sistema de manejo, o sexo dos animais, a metodologia de análise dos dados e o modelo estatístico usado. Mas essas estimativas sugerem que é possível modificar estas características pela seleção¹³³.

3. REFERÊNCIAS

1. USDA. United States Department of Agriculture. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service/USDA, Office of Global Analysis, Abril, 2015.
2. ANULPEC. Anuário da Pesquisa Brasileira. São Paulo: Instituto FNP; 2015.
3. Valente LCM, Ferreira Filho JBS. Biomas Brasileiros: Caracterização, Mudanças no uso do solo e produção agrícola. 51º Congresso da SOBER; 2013, Belém, Brasil. Brasília: SOBER; 2013. p.20.
4. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística de Produção Pecuária em 2014. [acesso em 14 dez 2015]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>.
5. ABCZ - Associação Brasileira dos Criadores de Zebu. O Nelore e o Nelore Mocho. 2011. [acesso em 03 jan 2016]. Disponível em: www.abcz.org.br/site/tecnica/raças/nel.phl.
6. Araújo CV, Lôbo RB, Figueiredo LGG, Mousquer CJ, Laureano MMM, Bittencourt TCBS, Araújo SI. Estimates of genetic parameters of growth traits of Nelore cattle in the Midwest region of Brazil. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 2014;15(4):846-53.
7. Faria CU, PIRES BC, Vozzi AP, Magnabosco CU, Koury Filho W, Viu MAO, Oliveira HN, Lôbo, RB. Genetic correlations between categorical morphological traits in Nelore cattle by applying Bayesian analysis under a threshold animal model. J. Anim. Breed. Genet. 2010;127:377-84.
8. Bordon RM. Understanding animal breeding. 2.ed. New Jersey: Upper Saddle River; 2000. 538p.
9. Cardoso FF, Tempelman RJ. Linear reaction norm models for genetic merit prediction of Angus cattle under genotype by environment interaction. J. Ani. Sci. 2012;27(3):504-12.
10. Malhado CHM, Carneiro PLS, James RP. Melhoramento genético e estrutura populacional da raça Nelore no Norte do Brasil. Pesq. Agropec. Bras. 2010;45(10):1109-16.
11. Lopes DT, Viu MAO, Magnabosco CU, Faria CU, Ferraz HT, Trovo JBF, Terra JP, Pires BC. Estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas de touros jovens da raça Nelore por meio da inferência bayesiana. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 2011;12(1):72-83.
12. Faria CU, Magnabosco CU, Albuquerque LG, Los Reyes A, Bezerra LAF, Lôbo RB. Análise bayesiana na estimação de correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos Nelore utilizando modelos linear-limiar. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2009;61(4): 949-958.
13. Moreira HL. Seleção para características reprodutivas em bovinos de corte da raça nelore. [Dissertação]. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios; 2011.
14. Meacham NS, Notter DR Heritability estimates for calving date in Simmental cattle. J. Anim Sci. 1987;64(3):701-05.

15. Dias JC, Andrade VJ, Martins JM, Emerick LL, Filho VRV. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. *Pesq. Agropec. Bras.* 2008;43(1):53-9.
16. Ghiasi H, Javaremi AN, Pakdel A, Recio, OG. Selection strategies for fertility traits of holstein cows in Iran. *Livest. Scien.* 2013;152:11-15.
17. Faria CU, Magnabosco CU, Borjas AR, Lôbo RB, Bezerra LAF. 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.
18. Silva RM, Souza JC, Silva LOC, Silveira MV, Freitas JA, Marçal MF. Parâmetros e tendências genéticas para pesos de várias idades em bovinos Nelore. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2013;14(1):21-8.
19. Falconer DS, Mackay TFC. *Introduction to quantitative genetics*. 4^a ed. New York: Longman Scientific & Technical; 1996. 464p.
20. Martins Filho R., Lôbo RB. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Rev. Bras. Genet.* 1991;14:209-12.
21. Fisher R. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. *Transactions of Royal Society of Edinburgh.* 1918;52:399-433.
22. Wright S. An analysis of variability in number of digits in an inbred strain of guinea pigs. *Genetics.* 1934;19:506-36.
23. Cruz CD. *Princípios de genética quantitativa*. Viçosa: UFV, 2005, 394p.
24. Jacquard, A. Heritability: one word, three concepts. *Biometrics.* 1983;39(2):465-77.
25. Wright, S. Correlation and causation. *Journ. of Agric. Resea.* 1921;20:557-85.
26. Allard, R.W. *Princípios de melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgar Blucer; 1971. 381p.
27. Bourdon RM. *Understanding animal breeding*. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1997. 523p.
28. Van Vleck LD. *Selection index and introduction to mixed models methods*. Boca Raton: CRC Press; 1993. 481p.
29. Pesek J, Baker RJ. Comparison of predict and observed responses to selection for yield in wheat. *Canad. Journ. of Plan. Scien.* 1971;51(3):187-92.
30. Ramalho MAP, Santos JB, Zimmerman MJO. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora UFG, 1993. 271p.
31. Steel RGD, Torrie JH. *Principles and procedures of statistics*. 2^a ed. New York: McGraw-Hill Book Company; 1980. 633p.

32. Mascioli A. Estimativas de parâmetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos em bovinos da raça Canchim. [Dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 1995.
33. Cruz CD, Regazzi AJ. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1994. 129p.
34. Viu MAO. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, tamanho de prepúcio e umbigo em bovinos de corte. [Dissertação] Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 1999.
35. Rossmann H. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos. [Dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; 2001.
36. Faria CU, Magnabosco CU, Albuquerque LG, Los Reyes A, Bezerra LAF, Lôbo RB. Abordagem bayesiana e freqüentista em análise genética tricaráter para crescimento e reprodução de bovinos nelore. Ciênc. anim. Bras. 2008; 9(3):598-607.
37. Faria CU, Magnabosco CU, Los Reyes A, Lôbo RB, Bezerra LAF. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. Ciênc. anim. Bras. 2007;8(1):75-86.
38. Magnabosco, CU, Lôbo, RB, Famula, TR. Bayesian Inference For Genetic Parameter Estimation On Growth Traits For Nelore Cattle In Brazil, Using The Gibbs Sampler. J. Anim. Breed. Genet. 2000;117:169-188.
39. Misztal I, Tsuruta S, Lourenco D, Aguilar I, Legarra A, Vitezica Z. Manual for BLUPF90 family of programs. Available. [acesso em 25 de out de 2015]. Disponível em: http://nce.ads.uga.edu/wiki/lib/exe/fetch.php?media=blupf90_all1.pdf.
40. Fisher RA. Statistical methods for research workers. 1^a ed. London: Oliver and Boyd, 1925. 314 p.
41. Hartley HO, Rao JNK. Maximum likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. Biometrika, 1967;54:93-108.
42. Henderson CR. Estimation of variance and covariance components. Biometrics. 1953;9:226-252.
43. Resende MDV, Duarte JB. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. Pesq. Agrop. Trop. 2007;37:182-194.
44. Searle SR, Casella G, McCulloch CE. Variance components. New York: John Wiley. 1992. 501p.
45. Shaw RG. Maximum likelihood approaches applied to quantitative genetics of natural populations. Evolution. 1987;41:812-26.
46. Meyer K. DFREML – Version 2.1.09. User notes. Armidale: University of New England. 1993. 97p.

47. Harville DA. Maximum likelihood approaches to variances component estimation and to relates problems. *J. Am. Stat. Assoc.* 1977;72:320-40.
48. Patterson HD, Thompson, R. Recovery of interblock information when block sizes are unequal, *Biometrika.* 1971;58:545-54.
49. Meyer K. Restricted maximum likelihood to estimate variance components for animal models with several random effects using a derivative-free algorithm. *Genet. Sel. Evo.* 1980;21:317-40.
50. Searle SR. Linear models for unbalanced data. New York: John Wiley, 1987. 536 p.
51. Lopes OS, Martins EM, Silva MA, Regazzi AJ. Estimaco de componentes de variância. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 61p.
52. Searle SR. Linear models. New York: John Willey, 1971. 532p.
53. Harville DA. Maximum likelihood approaches to variances component estimation and to relates problems. *J. Am. Stat. Assoc.* 1977;72:320-40.
54. Smith EJ, Savage TF, Harper JA. Genetic variation in the incidence of pipped eggs in turkey selected for low and high semen ejaculate volume. *Poultry. Sci.* 1991;70:2219-22, 1991.
55. Perri SHV, Iemma AF. Procedimento "MIXED" do SAS para análise de modelos mistos. *Sci. Agric.* 1999;56:959-67.
56. Vayego AS, Dionello NJL, Figueredo EAP. Estimates of genetic parameters and trends for performance traits in paternal broile lineages under selection. *R. Bras. Zoot.* 2008;37:1230-35.
57. Lôbo RNB. Programa de Melhoramento de Pequenos Ruminantes no Brasil In: Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileiras. Sobral: Embrapa; 2006; Campo Grande, Brasil. Campo Grande: Embrapa; 2006. p.13.
58. Silveira MV. Interao genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça nelore criadas no estado de mato grosso do sul. [Dissertao]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2012.
59. Bergmann JAG. Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. Congresso Brasileiro das raças Zebuínas; 1998; Uberaba, Brasil. Uberaba:ABCZ; 1998. p.155.
60. Brumatti, RC, Ferraz, JBS, Eler, JP, Formigoni, IB, Desenvolvimento de ndice de seleo em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico, *Arch. Zootec.* 2011; 60(230):205-13.
61. Boligon AA, Albuquerque LG, Rorato PRN. Associaes genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça nelore. *R. Bras. Zoot.* 2008;37(4):596-601.
62. Mariante AS. Growth and reproduction in Nelore cattle in Brazil: genetic parameters and effects of environmental factors. [Tese]. Florida: University of Florida; 1978.
63. Denise RSK, Brinks JS, Richardson GV. Relationships among the growth curve parameters and selected productivity traits in beef cows. *J. Anim Sci.* 1983;57(1)(Supplement):149.

64. Barbosa PF. Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodutivas em fêmeas da raça Canchim. [Tese]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1991.
65. Fitzhugh Junior NA. Genetic analysis of degree of maturity. *J. Anim Sci.* 1976;42(4):1036-51.
66. Jenkins TG, Ferrel CL. Conversion efficiency through weaning of nine breeds of cattle. *MARC Beef Research, Progress Report.* 1993;44:156-7.
67. Oliveira HN. Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá. [Tese]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1995.
68. Albuquerque LG, Fries LA. Precocidade: Estratégia de seleção. O nelore do século XXI; 1997; Uberaba, Brasil. Uberaba: ABCZ, 1997. p.179.
69. Silva AM. Parâmetros genéticos para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. [Dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista; 1998.
70. Mascioli AS. Correlações genéticas entre características reprodutivas e de crescimento de fêmeas da raça Canchim. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 1998; Porto Alegre, Brasil. Porto Alegre: SBZ, 1999. p.156.
71. Marshall DA, Parker WR, Dinkel CA. Factors affecting efficiency to weaning in Angus, Charolais and reciprocal cross cows. *J. Anim Sci.* 1976;43(6):1176-87.
72. Gusmão FB, Malhado CHM, Carneiro PLS, Martins Filho R. Tendências genéticas, fenotípicas e ambientais para D160 e D240 em bovinos Nelore no estado da Bahia. *Rev. Ciênc. Agron.* 2009;40:301-5.
73. Marcondes CR, Araújo RO, Vozzi PA, Gunski RJ, Garnero AV, Lôbo RB. Análise Bayesiana do índice perímetro escrotal/peso de animais nelore do estado do Tocantins, Brasil. *Arch. Zootec.* 2011;60(232):871-82.
74. Souza JC, Salles FM, Silva LOC, Mota MF, Freitas JÁ, Malhado CHM, Ferraz Filho PB. Avaliação de características produtivas em animais da raça Nelore por meio de análise multivariada. *R. Bras. Ci. Vet.* 2010;17:99-103.
75. Lôbo RB. Avaliação genética das raças Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã: Sumário 2010; 2010; Ribeirão Preto, Brasil. Ribeirão Preto: ANCP; 2010. P.172.
76. Baldi F, Alencar MM, Albuquerque LG. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita. *R. Bras. Zoot.* 2010;39(11):2409-17.
77. Pires BC. Parâmetros genéticos para características de crescimento, reprodutivas e de carcaça em bovinos Canchim. [Dissertação]. Jaboticabal Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista; 2013.

78. Lopes JS, Rorato PRN, Weber T, Boligon AA, Comin JG, Dornelles MA. Efeito da interação genótipo ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. *R. Bras. Zootec.* 2008;37(1):54-60.
79. Balieiro CC. Aspectos genéticos e fenotípicos de características produtivas temperamento e repelência em bovinos da raça nelore. [Dissertação]. Pirassununga: Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos; 2008.
80. Boligon AA, Albuquerque LG, Mercadante MEZ, Lôbo RB. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2009;38(12):2320-26.
81. Laureano MMM, Boligon AA, Costa RB, Forni S, Severo JLP, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2011;63(1):143-152.
82. Boligon AA, Sala VE, Mercadante MEZ, Ribeiro EG, Cyrillo JNSG, Albuquerque LG. Parâmetros genéticos para diferentes relações de peso ao nascer e à desmama em vacas da raça Nelore. *Ciênc. Rural.* 2013;43(4):676-81.
83. Gonçalves FM, Pires AV, Pereira IG, Garcia DA, Farah MM, Meira CT, Cruz VAR. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2011;63(1):158-64.
84. Mamede MMS, Magnabosco CU, Lopes FB, Lôbo RB. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, fertilidade e carcaça de bovinos da raça Nelore em provas de ganho em peso a pasto. 49^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção animal no mundo em transformação; 2012; Brasília, Brasil. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2012. p.3.
85. Manicardi FR. Estimativas de parâmetros genéticos e estudo comparativo de índices de seleção fenotípico e genético em provas de ganho de peso na raça Nelore. [Dissertação]. Pirassununga: Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos; 2011.
86. Fragomeni BO, Scalez DCB, Toral FLB, Bergmann JAG2, Pereira IG, Costa PST. Genetic parameters and alternatives for evaluation and ranking of Nellore young bulls in pasture performance tests1. *R. Bras. Zootec.* 2013;42(8):559-64.
87. Ambrosini DP, Carneiro PLS, Neto JB, Filho RM, Amaral RS, Cardoso FF, Malhado CHM. Reaction norms models in the adjusted weight at 550 days of age for Polled Nellore cattle in Northeast Brazil. *R. Bras. Zootec.* 2014;43(7):351-357.
88. Lopes FB, Magnabosco CU, Paulini F, Silva MC, Miyagi ES. Genetic Analysis of Growth Traits in Polled Nellore Cattle Raised on Pasture in Tropical Region Using Bayesian Approaches. *PLoS ONE.* 2013;8(9):1-6.
89. Boligon AA, Rorato PRN, Albuquerque LG. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2007;36(3):565-71.

90. Caetano SL, Savegnago RP, Boligon AA, Ramos SB, Chud TCS, Lôbo RB, Munari DP. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nelore cattle. *Livest. Sci.* 2013;155(1):1-7.
91. Yokoo MJ, Lôbo RB, Araujo FRC, Bezerra LAF, Sainz RD, Albuquerque LG. Genetic associations between carcass traits measured by realtime ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. *J. Anim Sci.* 2010;88(1):52-8.
92. Boligon BA, Vozzi PA, Nomelini J, Rorato PRN, Bezerra LAF, Lôbo RB. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. *Ciênc. Rural*, 2008;38:432-36.
93. Brumatti RC, Ferraz JBS, Eler JP, Formigoni IB. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. *Arch. Zootec.* 2011;60(230):205-13.
94. Corrêa AB, Vale Filho VR, Corrêa GSS, Andrade VJ, Silva MA, Dias JC. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2006;58(5):388-93.
95. Kealey CG, Macneil MD, Tess MW, Geary TW, Bellows R. A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of line 1 Herefords bulls. *J. Anim Sci.* 2006;84(2):283-90.
96. Pereira VMC, Alencar MM, Barbosa RT. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça canchim. *R. Bras. Zootec.* 2007;36(4):1029-36(supl.).
97. Quirino CR, Bergmann JAG. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls, using univariate and bivariate animal models. *Theriogenology.* 1998;49:1389-96.
98. Gressler MGM, Pereira JCC, Bergmann JAG, Andrade VJ, Paulino MF, GRESSLER SL. Aspectos genéticos do peso à desmama e de algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2005;57:533-38.
99. Dias LT, Faro LE, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça nelore. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(6):1878-82(supl. 2).
100. Grossi DA. Genetic associations between accumulated productivity and reproductive and growth traits in nelore cattle. *Livest. Sci.* 2008;117:400.
101. Viu, MAO. Estudo genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros nelore criados no centro-oeste do brasil. [tese]. Goiânia: Universidade federal de goiás, escola de veterinária e zootecnia; 2009.
102. Cartwright TC. Prognosis of zebu cattle: Research and Application. *J. Anim Sci.* 1980;50:1221-26.
103. Rodrigues GS, Campanhola C, Kitamura PC. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P & D. *Cad. Ciênc. Tecnol.*, 2002;19(3):349-75.

104. Lôbo, R. B. Avaliação genética de touros e matrizes da raça nelore: Sumário 2008. 2008. Ribeirão Preto, Brasil. Ribeirão Preto: ANCP, 2008. p.124.
105. Krupa, E., Wolfová, M., Peškovičová, D., Huba, J., & Krupová, Z. Economic values of traits for Slovakian Pied cattle under different marketing strategies. *Czech J. Anim. Sci.* 2005;50(10):483-92.
106. Silva AM. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça canchim. *R. Bras. Zootec.* 2000;29(6):2223-30(supl. 2).
107. Perotto D, Abrahão JJS, Kroetz IA. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2006;35:733-41.
108. Perotto D, Miyagi AP, Souza JC, Moletta JL, Freitas JA. Estudos de características reprodutivas de animais da raça Canchim, criados a pasto, no estado do Paraná, Brasil. *Archi. Veter. Sci.* 2006;11:1-6.
109. Bertazzo RP, Freitas RTF, Gonçalves TM, Pereira IG, Eler JP, Ferraz JBS, Oliveira AIG, Andrade IF. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2004;33:1118-27.
110. Lopes JS. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características reprodutivas medidas em fêmeas da raça Nelore. 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2006; João Pessoa, Brasil. João Pessoa: SBZ; 2006. p.3.
111. Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça nelore. *R. Bras. Zootec.* 2000;29(6):1676-83.
112. Gressler SL. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2000;29(2):427-37.
113. Silveira JC, Mcmanus C, Mascioli AS, Silva LOC, Silveira AC, Garcia JAS, Louvandini H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. *R. Bras. Zootec.* 2004;33:1432-44.
114. Carolino N, Gama LT, Espadinha P. Interações genótipo x ambiente em caracteres reprodutivos e de crescimento de bovinos Alentejanos. *Arch. Zootec.* 2007;56:634-40.
115. Mercadante MEZ, Lôbo RB, Oliveira HN. Estimativas de (co) variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho nelore. *R. Bras. Zootec.* 2000;29(4):997-1004.
116. Talhari FM. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça canchim. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(4):880-6.
117. Boligon AA. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nellore cattle. *R. Bras. Zootec.* 2010;39(4):746-51.

118. Garcia DA. Estimativas de parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto e produtividade acumulada de fêmeas em um rebanho da raça nelore. 4º Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 2008; São Paulo, Brasil. São Carlos: SBZ; 2008. p.3.
119. Pereira JCC. Melhoramento genético aplicado a produção animal. 4ª ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2004. 609p.
120. Luchiari Filho A. Pecuária da carne bovina. São Paulo, 2000. 134p.
121. Meirelles SL, Alencar MM, Oliveira HN, Regitano LCA. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. R. Bras. Zootec. 2010;39(7):1437-42.
122. Yokoo MJI, Albuquerque LG, Lôbo RB, Bezerra LAF, Araujo FRC, Silva JAV, Sainz RD. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and back fat thickness in Nelore cattle. Livest. Sci. 2008;117:147-154.
123. Pereira MRC. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoces de três grupos genéticos. [Tese]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006.
124. Ferreira JJ, Brondani IL, Leite DT. Características da carcaça de tourinhos Charolês e mestiços Charolês x Nelore terminados em confinamento. Ciênc. Rural, 2006;36:191-96.
125. Simoes JA, Mendes MI, Lemos JPC. Selection of muscle as indicators of tenderness after seven days of ageing, Meat Sci. 2005;69:617-20.
126. Figueiredo LGG, Eler JP, Ferraz JBS, Oliveira FF, Shimbo MV, Jubileu JS. Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. 3º Simpósio Nacional de Melhoramento Animal; 2000; Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte: SBMA, 2000. p.385-387.
127. Araujo FRC. The use of real-time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle. [Dissertação]. , Davis: University of California, 2003.
128. Yokoo MJ, Werneck JN, Pereira MC, Albuquerque LG, Kouy Filho W, Sainz RD, Lobo RB, Araujo FRC. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. Pesq. Agrop. Bras. 2009;44:197-202.
129. Sainz RD, Araujo FRC, Manicardi F, Ramos JRH, Magnabosco CU, Bezerra LAF, Lôbo RB. Melhoramento genético da carcaça em gado zebuíno. 12º Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores; 2003; São Paulo, Brasil. Ribeirão Preto: ANCP; 2003. p.3.
130. Magnabosco CU, Barbosa V, Faria CU, Lopes DT, Viu MAO, Mamede MMS, Lôbo RB. 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).
131. Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff LV, Wheeler TL. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle área in beef cattle. J. Anim. Sci. 2003;81:676-82.

132. Barbosa V, Magnabosco CU, Araujo FRC, Manicardi F, Bezerra LAF, Lobo RB, Sainz RD. Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça em novilhos da raça nelore, utilizando a técnica de ultra-sonografia. 42º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2005; Goiás, Brasil. Goiânia: SBZ, 2005. p.3.
133. Meirelles SL. Características de carcaça de bovinos da raça canchim - estimativas de parâmetros genéticos e associação com marcadores moleculares. [Tese]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho, 2007.
134. Yokoo MJ, Albuquerque LG, Bignardi AB, Pereira MC, Sainz RD, Lobo RB, Pereira CS, Bezerra LAF, Araujo FRC. Estimates of genetic correlations between carcass and growth traits and scrotal circumference in Nelore cattle. 8º World Congresso Genetics Applied to Livestock Production; 2006; Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte: Instituto Prociência; 2006. p.3.
135. Lopes DT. Estudo genético quantitativo de características andrológicas e de carcaça, medidas in vivo por ultrassonografia, em touros da raça nelore, utilizando inferência bayesiana. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2009.
136. Barbosa V, Magnabosco CU, Faria CU, Sainz RD, Araujo FRC, Lobo RB. Implementação da amostragem de gibbs no estudo da correlação genética entre as características espessura de gordura e perímetro escrotal em tourinhos da raça Nelore. 42º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2005; Goiás, Brasil. Goiânia: SBZ, 2005. p.3.

**CAPITULO 2 – PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES
QUANTITATIVOS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE DE REBANHOS
SELECIONADOS DA RAÇA NELORE**

RESUMO

Objetivou-se com este estudo estimar as herdabilidades e correlações genéticas entre os caracteres: peso ao nascimento (PN); peso aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 dias de idade (P450); peso adulto da vaca (PAV); área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura subcutânea obtido entre as 12^a e 13^a costelas (EG); espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8); perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365); perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450); idade ao primeiro parto em meses (IPP); e produtividade acumulada em kg de bezerros desmamados por ano (PAC) em bovinos Nelore criados extensivamente a pasto. O banco de dados do presente estudo foi disponibilizado pela Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores (ANCP), pertencentes a cinco rebanhos, totalizando 34.137 animais. Os parâmetros genéticos foram estimados em análises uni e bicaracterísticas sob modelo animal, usando o algoritmo EM-REML disponível no pacote computacional REMLF90. As estimativas de herdabilidade para efeitos aditivos diretos foram de 0,27; 0,20; 0,20; 0,25; 0,36; 0,17; 0,37; 0,46; 0,10; 0,14; 0,53; 0,19; e 0,25 para PN, P120, P210, P365, P450, PAV, PE365, PE450, IPP, PAC, AOL, EG e EGP8, respectivamente. As herdabilidades para os efeitos maternos foram, 0,04; 0,09; 0,09; e 0,04 para PN, P120, P210 e P365, respectivamente. As estimativas de correlação entre caracteres de crescimento com os de carcaça variaram de -0,72 a 0,97, entre os caracteres de crescimento e os reprodutivos variaram entre -0,70 e 0,97 e os caracteres de carcaça com os reprodutivos variaram de -0,70 a 0,95, sendo todas favoráveis. As estimativas de herdabilidades para os caracteres estudados, com exceção do IPP e PAC, obtidas neste estudo permitem concluir que existe variabilidade genética nos rebanhos estudados, indicando a possibilidade de progresso genético se as mesmas forem incluídas como critérios de seleção. As correlações genéticas obtidas foram favoráveis, ou seja, a seleção para aumento de uma acarretará a melhoria da outra.

Palavras-Chave: Índices de seleção; carcaça; crescimento; parâmetros genéticos; reprodução.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the heritability and genetic correlations between traits: birth weight (BW); weight at 120 (P120) 210 (P210) 365 (P365) and 450 days of age (P450); adult cow weight (PAV); ribeye area (REA); fat thickness obtained between the 12th and 13th ribs (EG); subcutaneous fat thickness on the back (EGP8); scrotal circumference at 365 days of age (PE365); scrotal circumference at 450 days of age (PE450); age at first calving in months (IPP); and accumulated productivity kg of weaned calves per year (CAP) in Nellore cattle raised extensively on pastures in the Cerrado biome. The present study database is available from the National Association of Breeders and Researchers (ANCP), belonging to five herds totaling 34,137 animals. Genetic parameters were estimated in univariate and two-trait animal model using the EM-REML algorithm available in the computational package REMLF90. Heritability estimates for direct additive effects were 0.27, 0.20, 0.20, 0.25, 0.36, 0.17, 0.37, 0.46, 0.10, 0.14, 0.53, 0.19, 0.25 for BW, P120, P210, P365, P450, PAV, PE365, PE450, IPP, CAP, REA, EG and EGP8 respectively. The heritability for maternal effects were 0.04, 0.09, 0.09 and 0.04 for PN, P120, P210 and P365, respectively. The correlation estimates between growth characteristics with the housing ranged from -0.72 to 0.97, between growth and reproductive ranged from -0.70 to 0.97 and carcass characteristics with reproductive varied from -0, 70 to 0.95, with all favorable. Estimates of heritability for the traits, except for (IPP and CAP), obtained in this study allow us to conclude that there is genetic variability in the studied herds, indicating the possibility of genetic progress if they are included as selection criteria. The obtained genetic correlations were positive, that is selection for increased a result in the improvement of the other.

Keywords: carcass; genetic parameters; growth; reproduction; selection index.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira é um dos setores mais importantes da economia nacional. Durante os últimos anos esta atividade vem se modernizando para adequar seus sistemas de produção a padrões de maior eficiência produtiva e às exigências do mercado em relação à qualidade e a padronização do produto final¹.

Um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade dos rebanhos nos últimos tempos é o melhoramento genético das raças zebuínas no Brasil, que aliado aos avanços científicos e tecnológicos alcançados nos manejos sanitários, reprodutivos e nutricionais, colocou a pecuária nacional no ranking mundial de exportações de carne bovina. Porém, o componente genético do rebanho zebuínio brasileiro ainda tem muito a melhorar em relação aos caracteres reprodutivos e de carcaça nos rebanhos².

Assim, as pressões de mercado e de competitividade impostas sobre o setor continuam exigindo dos produtores máxima eficiência no sistema de produção com o uso de tecnologias para melhorar o potencial genético dos animais e sua adequação no ambiente e no manejo em que esses animais serão inseridos³.

Nesse mesmo sentido, tem sido exigido dos produtores a melhoria da qualidade de carcaça dos animais produzidos, visto que a indústria tem se deparado com a falta de uniformidade na idade de abate dos animais, na cobertura de gordura e na marmorização das carcaças³.

O mercado atual busca uma pecuária de ciclo curto de produção, com animais precoces, de maior velocidade de crescimento, que permaneçam menos tempo em pastagens ou confinamentos, que se reproduzem mais cedo e que tenham ótimo rendimento de carcaça e carne de boa qualidade. Todos esses fatores têm levado o melhoramento de bovinos de corte à procura de novos caracteres de interesse econômico com potencial para se tornarem critérios de seleção⁴.

Dentre esses caracteres pode-se citar, por exemplo, a seleção para maciez, resistência a carrapatos, eficiência de conversão alimentar, escores corporais, habilidade de permanência no rebanho e o valor econômico desses caracteres em bovinos de corte. Além da seleção de caracteres de interesse econômico, isso tem levado ao aprimoramento de modelos estatísticos para estimação de componentes de variância e ao enfoque quantitativo molecular através da seleção genômica de caracteres de interesse pelo novos achados da biologia molecular⁴.

Com isso, as informações acerca do desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, aliado aos métodos de melhoramento genético, irão continuar contribuindo para que ocorra esse aumento da produtividade da pecuária brasileira em relação à qualidade do produto final. Por isso, a escolha dos objetivos e critérios de seleção de caracteres economicamente importantes torna-se necessária para cada sistema de produção e deveria ser o primeiro passo na atividade pecuária⁵.

Os caracteres reprodutivos podem ser limitantes do aumento da produtividade, por serem de difícil mensuração quando comparadas aos caracteres de crescimento, além de sofrerem grandes influências ambientais. Estes caracteres, juntamente com os caracteres de carcaça, devido ao fato de serem uma nova medida dentro da pecuária brasileira, não acessível para todos os produtores, além de terem um custo adicional para realização, faz com que a maioria dos pecuarista não realize essas medidas, mesmo sabendo da grande importância dessa característica, por elevar o ganho produtivo e econômico no setor pecuário⁶.

Por outro lado, os caracteres de crescimento assumem aspectos opostos àqueles caracteres citados anteriormente, por serem de fácil mensuração e terem possibilidade da avaliação exata do peso em determinada idade. Por isso, a maioria dos produtores os medem. Adicionalmente, possuem herdabilidade de média a alta magnitude, tendo sido usados para a maioria dos programas de melhoramento genético de gado de corte no Brasil⁷.

Assim, a seleção para velocidade de crescimento promove maior precocidade aos animais, por diminuir o ciclo de produção, o que, conseqüentemente, melhora a eficiência reprodutiva e oferece carcaças de qualidade ao mercado consumidor, reduzindo o tempo de permanência dos animais no pasto e minimizando os gastos⁷.

Portanto, a seleção de bovinos de corte não deve ser pensada apenas no sentido do peso final a ser alcançado pelos animais, mas nas características relacionadas com precocidade, crescimento e terminação, para o estabelecimento de biótipos adaptados às diversas condições de criação existente no Brasil⁸.

O conhecimento da associação dos caracteres reprodutivos com os de crescimento e carcaça é de grande relevância, visto que a fertilidade determina a quantidade de animais produzidos para o mercado, podendo ser considerada como o fator isolado mais importante na determinação da lucratividade da atividade pecuária⁹.

Contudo, para se obter sucesso com a utilização das informações genéticas para caracteres de produção como critérios de seleção, é necessário conhecer os efeitos ambientais e genéticos que afetam tais caracteres. Os resultados obtidos em programas de melhoramento

genético mostram que a seleção é uma ótima ferramenta para promover ganhos genéticos nas populações bovinas⁹.

O método de estimação é um fator importante na obtenção dos parâmetros genéticos, juntamente com o estabelecimento de um modelo que descreva corretamente os dados. Adicionalmente, os parâmetros genéticos têm sido estimados por diferentes métodos que evoluem à medida que novas teorias e técnicas computacionais são desenvolvidas¹⁰.

Assim, a proposta com este trabalho é estimar os componentes de (co)variância genética e parâmetros genéticos de caracteres de importância econômica (crescimento, reprodução e qualidade da carcaça) de bovinos Nelore e, pelos parâmetros genéticos desses caracteres, subsidiar os trabalhos de seleção, auxiliando o incremento do valor genético dos rebanhos Nelore criados a pasto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e descrição do banco de dados

O presente estudo foi realizado utilizando um conjunto de dados contendo as informações de genealogia e as medidas fenotípicas para análise, fornecido pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) nos últimos 10 anos, de rebanhos da raça Nelore participantes do Programa de Melhoramento Genético Nelore Brasil (PMGRN), criados extensivamente a pasto.

Os dados fornecidos pela ANCP são provenientes de rebanhos de cinco fazendas descritas a seguir:

- a) Fazenda Campina, município de Presidente Venceslau, Estado de São Paulo, localizada geograficamente na altura do paralelo $21^{\circ}36'26.3''S$ e meridiano $51^{\circ}51'57.9''W$. A região da cidade de Presidente Venceslau é caracterizada como clima tropical mesotérmico, com temperaturas médias variando entre $18,0$ e $25,8^{\circ}C$, com pluviosidade média anual de 1173 mm.
- b) Fazenda Santa Gina, localizada na cidade Presidente Epitácio, Estado de São Paulo, encontrada na coordenadas $21^{\circ}48'31.9''S$ e $52^{\circ}06'02.3''W$. O município de Presidente Epitácio é caracterizado como clima tropical mesotérmico, com temperaturas médias variando entre $18,0$ e $25,8^{\circ}C$ e pluviosidade média anual de 1163 mm.
- c) Fazenda São José, município de Paulínia, Estado de São Paulo, localizada nas coordenadas $22^{\circ}42'29.5''S$ e $47^{\circ}10'59.7''W$. O município de Paulínia pertence ao clima considerado tropical de altitude e a média anual das temperaturas médias máximas mensais é $24,8^{\circ}C$, e das médias mínimas mensais, $14,7^{\circ}C$. O volume pluviométrico acumulado anual para Paulínia é de $1320,8$ mm.
- d) Fazenda Tarumã, em Jussara, Estado de Goiás, localizada nas coordenadas geograficamente na altura do paralelo $15^{\circ}38'30''S$ e meridiano $051^{\circ}26'90''W$. O clima do município é o tropical, com temperatura média máxima anual de $39^{\circ}C$ e média mínima anual de $15^{\circ}C$. A temperatura média é de $28^{\circ}C$ e o período de chuvas regulares é de Novembro a Abril, com estação das secas de Maio a Setembro, podendo ocorrer chuvas no mês de outubro, com um índice pluviométrico de 1.500 mm por ano.
- e) Fazenda Vera Cruz, localizada no município de Barra do Garças, Estado de Mato Grosso, encontrada geograficamente na altura do paralelo $14^{\circ}52'30''S$ e meridiano $52^{\circ} 6'56''W$. A umidade relativa do ar ficou em torno de 70 a 85% nos meses chuvosos e chegou a 15% nos meses secos (Estação Meteorológica Aragarças – GO).

As informações contidas no banco de dados são provenientes de 34.137 registros de animais bovinos da raça Nelore, de ambos os sexos, sendo que a matriz de parentesco totalizou 53.405 animais.

2.2. Manejo alimentar, reprodutivo e sanitário dos animais

Na fazenda Vera Cruz o manejo dos animais era conduzido de forma extensiva em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha* cv MG-4, com suplementação de sal mineral em todo período e ureia na seca. Durante a fase de crescimento, os animais em aleitamento recebiam uma dieta de *creep feeding* com 75% de NDT (nutrientes digestíveis totais) e 19% de PB (proteína bruta). Após o desmame eram separados por sexo, sendo que as fêmeas ficavam no pasto com concentrado comercial de alto consumo até estarem prenhes e, depois da confirmação de gestação, passavam a receber concentrado de baixo consumo. No caso dos machos, estes recebiam uma dieta com volumoso (silagem) e concentrado comercial até os 13 meses, quando eram transferidos para área de pastejo com suplementação de baixo consumo até a sua comercialização.

O manejo alimentar dos animais nas Fazendas São José, Campina e Santa Gina foram conduzidos de forma extensiva, mantidos exclusivamente em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandú e *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Callie, recebendo suplementação mineral no período chuvoso e mistura proteico energética comercial durante o período seco.

Na Fazenda Tarumã o manejo alimentar dos animais era conduzido também de forma extensiva, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, *Andropogon gayanus* Kunth, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Panicum maximum* cv. Massai, recebendo suplementação mineral *ad libitum* durante o período chuvoso e ureia durante o período seco. Antes da desmama os bezerros recebem uma ração suplementar *creep feeding* com 75% de NDT e 19% de PB, sendo que após a desmama foram suplementados com alimento concentrado (0,5% MS/PV) até a entrada das fêmeas na estação de monta e dos machos no confinamento para, posteriormente, serem vendidos como tourinhos ou para abate.

A duração da estação de monta adotada por todas as fazendas foi de quatro meses (novembro a fevereiro), utilizando inseminação artificial para todas as fêmeas e touro de repasse após a reinseminação e a não confirmação da prenhez. Em algumas dessas fazendas as fêmeas

foram expostas a reprodução com 14 meses de idade, ao atingirem pesos corporais acima de 250 kg, e todas as fazendas realizam a produção *in vitro* de embriões durante todo o ano.

O diagnóstico de prenhez foi realizado pelo exame de ultrassonografia após 28 dias de inseminação artificial e ao final da estação de monta, para identificar as vacas que não engravidaram e submetê-las a outro protocolo de inseminação ou a monta natural. Após a estação de monta, as vacas não gestantes foram descartadas, já as nulíparas foram expostas a reprodução na estação de monta subsequente e, caso ainda não engravidassem, também foram descartadas. Todos machos reprodutores passaram por uma rotina de exame andrológico antes de iniciar a estação de monta.

Em todas as fazendas o calendário de vacinação foi cumprido de acordo com o previsto pelo órgão de defesa sanitária estadual e o controle de ectoparasitas e de endoparasitas, além de medicação por alguma enfermidade, foi estabelecido pelo médico veterinário responsável pela fazenda.

2.3. Caracteres produtivos e reprodutivos analisados

Os caracteres produtivos e reprodutivos estudados foram: peso corporal ao nascimento (PN); pesos padronizados aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade; peso adulto da vaca (PAV); área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura subcutânea (EG); espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8); perímetro escrotal aos 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade; idade ao primeiro parto (IPP); e produtividade acumulada da vaca (PAC).

Os caracteres analisados foram obtidos da seguinte forma:

- Peso corporal ao nascimento (PN): peso do bezerro após o nascimento;
- Pesos padronizados aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade que foram calculados de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Peso padronizado} = Pa + \text{GMD} \times da \quad (1)$$

No qual, **Pa** é o peso a idade anterior à idade padrão, **GMD** é o ganho médio diário e **da** corresponde aos dias compreendidos entre a idade anterior e a idade padrão.

Para o ajuste dos pesos às idades-padrão, foi necessária a obtenção, primeiramente, do ganho médio (GMD), que é a razão da diferença entre os pesos posterior e anterior à idade-

padrão pelo número de dias contidos no período compreendido entre as duas pesagens, como mostrado a seguir:

$$\text{GMD} = (\text{Pp} - \text{Pa}) / (\text{Ip} - \text{Ia}) \quad (2)$$

Em que Pp é peso posterior à idade-padrão; Pa, peso anterior à idade-padrão; Ia, idade do animal, em dias, na pesagem anterior à idade-padrão; Ip, idade do animal, em dias, na pesagem posterior à idade-padrão.

- Peso adulto da vaca (PAV): peso corporal da vaca medido ao atingir a idade adulta em kg;
- Área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura subcutânea no músculo *longissimus dorsi* na 12ª e 13ª costela (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8): mensuradas através do aparelho de ultrassonografia a partir dos 360 dias de idade;
- Perímetro escrotal ajustado aos 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade: os perímetros escrotais em cm em idade determinada foram obtidos através da fórmula⁴:

$$\text{PEi} = \text{Ma} + \text{GMiD} \times \text{da} \quad (2)$$

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

O GMiD será obtido pela seguinte fórmula⁴:

$$\text{GMiD} = (\text{Mp} - \text{Ma}) / (\text{Ip} - \text{Ia}) \quad (3)$$

Em que Mp é a medida posterior a 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.

- Idade ao primeiro parto (IPP): idade em meses que a fêmea apresentará a primeira parição;
- Produtividade acumulada da vaca (PAC): produtividade em kg de bezerros desmamados por vaca ano que foram obtidos a partir da expressão citada por Lôbo et al.⁴ apresentada a seguir:

$$\text{PAC} = \frac{\text{P}_d \times n_p \times C_a}{\text{IVP}_n - C_i} \quad (3)$$

Em que: P_d é peso corporal de bezerros desmamados corrigido para 210 dias (em kg); n_p é número total de bezerros produzidos pela vaca (bezerros nascidos); C_a é a constante igual a 365 dias que permite expressar a fertilidade em base anual; IVP_n é a idade da vaca ao último parto (em dias) e C_i = constante, igual a 550 dias, aproximadamente 18 meses, utilizada com base na expectativa de o primeiro parto ocorre ao redor de 30 meses de idade.

2.4. Análise de consistência e restrições

As informações foram trabalhadas de modo a se obter um conjunto de dados estruturado, que permitisse realizar as análises preliminares.

Os grupos de contemporâneos (GC) foram constituídos por animais nascidos na mesma fazenda, no mesmo ano e época de nascimento, com o mesmo sexo e lote de manejo. Para a formação dos grupos de contemporâneos aos 120 e 210 dias (GC120 e GC210) foram considerados quatro trimestres de nascimentos (de janeiro a março, de abril a junho, de julho a setembro e de outubro a dezembro). Enquanto que, para os grupos de contemporâneos aos 365 e 450 dias (GC365 e GC450) utilizaram-se semestres de nascimento: de janeiro a junho e de julho a dezembro.

O conjunto de dados foi submetido à análise de crítica e consistência dos dados utilizando-se o procedimento Univariate do pacote computacional Statical Analisys System (SAS, 2002)¹¹, gerando as análises descritivas.

Para a realização das análises genéticas foram impostas restrições ao banco de dados, excluindo do banco de dados inicial aqueles animais sem dados de pai e mãe confiáveis. Ainda para melhor interpretação dos dados, foram feitas restrições em que se excluíram touros com menos de cinco filhos e grupos contemporâneos com menos de dez indivíduos. Também foram eliminados animais cujas características apresentaram ser maior ou menor que três desvios-padrão da média do seu respectivo grupo de contemporâneo.

Posteriormente, foi testada a ligação dos grupos de contemporâneos, com base no número total de laços genéticos (mínimo 10), usando-se um programa escrito em padrão FORTRAN 77, chamado AMC¹², que pode ser compilado para computadores pessoais e mainframe.

A conectabilidade dos grupos de contemporâneos (GC) constituiu-se de um arquipélago de GC com maior número de laços genéticos e todos os GC a ele conectados.

Na tabela 1 apresenta a quantidades de animais e GCs que possuíam no banco de dados e a quantidades de animais e GCs desconectados após a execução do programa AMC dos caracteres em estudo.

Tabela 1. Quantidade de grupos de contemporâneos e animais dos caracteres de crescimento, reprodutivas e de carcaça no banco de dados e desconectados do arquipélago de GC com maior número de laços genéticos depois da aplicação do AMC.

Caracteres	Antes do AMC		Depois do AMC	
	Qt. de Animais no banco de dados	GCs no banco de dados	Qt. de Animais desconectados	GCs desconectados
PN (kg)	24.514	439	63	44
P120 (kg)	30.138	1.945	613	585
P210 (kg)	28.528	3.168	1.323	1.292
P365 (kg)	25.180	3.579	1.781	1.728
P450 (kg)	23.687	4.480	2.448	2.363
PAV (kg)	1.214	57	66	29
PE365 (cm)	11.429	1.551	854	761
PE450 (cm)	11.425	2.116	1.264	1.136
IPP (meses)	7.742	148	12	8
PAC (kg)	3.760	124	22	11
AOL (cm ²)	1.597	181	189	99
EG (mm)	1.597	181	189	99
EGP8 (mm)	1.598	181	190	99

PN: Peso ao nascimento; P120, P210, P365 e P450: Pesos calculados às idades padrão de 120, 210, 365 e 450 dias de idade, respectivamente; PAV: Peso adulto da vaca; PE365 e PE450: Perímetro escrotal aos 365 e 450 dias de idade; IPP: Idade ao primeiro parto em meses; PAC: Produtividade acumulada em kg de bezerros desmamados por ano; AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura subcutânea, e EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa.

Após a análise do relatório final do programa AMC, foi feita a preparação do arquivo de pedigree e o arquivo de dados, incluindo somente grupo de contemporâneos conectados, para iniciar a análise genética sob modelo animal. A matriz de parentesco foi composta por 53.405 animais e formada por 6 gerações.

2.5. Modelo Animal proposto para as estimativas dos parâmetros genéticos

Foram realizadas análises uni e bicaráter, para as características de crescimento (PN, P120, P210, P365) foi utilizado o modelo 1, que incluiu como efeitos fixos, os grupos de contemporâneos e a idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático) como covariável. Foram considerados como efeitos aleatórios os efeitos genéticos direto, materno, ambiente permanente da vaca e o residual. Para as demais características (AOL, EG, EGP8, P450, PAV, IPP, PE365, PE450 e PAC) utilizou-se o modelo 2, que incluiu como fixos, os efeitos de grupo de contemporâneos e a idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático) como covariável. Como aleatórios foram considerados os efeitos genéticos direto e residual. Os modelos sugeridos nas análises foram os mesmos que os sugeridos por Mrode¹³:

$$y = Xb + Zu + Wm + Spe + e \quad (\text{modelo 1}) \quad (4)$$

$$y = X\beta + Z_1a + e \quad (\text{modelo 2}) \quad (5)$$

Em que y é o vetor de observações (PN, P120, P210, P365, P450, PAV, AOL, EG, EGP8, IPP, PE365, PE450 e PAC), X é a matriz de incidência dos efeitos fixos, Z é a matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal, W é a matriz de incidência do efeito genético materno de cada animal e S é a matriz de incidência do efeito de ambiente permanente, sendo todas associadas a y . O b é o vetor dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos e idade da vaca ao parto como covariável), u é o vetor de efeitos genéticos aditivos diretos aleatórios, m é o vetor de efeitos genéticos aditivos maternos aleatórios, pe é o vetor de efeitos de ambiente permanente materno aleatórios, e, e é o vetor dos efeitos aleatórios residuais.

No modelo 1 assumiu-se que:

$$\text{var} \begin{bmatrix} u \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}A & g_{12}A & 0 & 0 \\ g_{21}A & g_{22}A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Em que:

g_{11} é a variância genética aditiva dos efeitos diretos;

g_{22} é a variância genética aditiva para os efeitos maternos;

g_{12} é a covariância genética aditiva entre os efeitos diretos e maternos

σ_{pe}^2 é a variância de ambiente permanente;

σ_e^2 é a variância residual.

Já no modelo 2 assumiu-se que:

$$\text{var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}A & g_{12}A & 0 & 0 \\ g_{21}A & g_{22}A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_{11} & r_{12} \\ 0 & 0 & r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Em que:

g_{ij} são os elementos da matriz de variância e covariância G para os efeitos do animal, com cada elemento definido como:

g_{11} são os efeitos diretos da variância genética aditiva para os caracteres 1;

$g_{12} = g_{21}$ é a covariância genética aditiva entre ambas caracteres;

g_{22} são os efeitos diretos da variância genética aditiva para a caráter 2; e

r_i são os elementos da matriz de variância e covariância R para os efeitos residuais.

2.6. Determinação dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos componentes de variância e covariância foram obtidas por meio do método da máxima verossimilhança restrita (REML), utilizando-se o programa REMLF90, desenvolvido por Misztal¹⁴, através da notação matricial 1 e 2 citados acima, que emprega o algoritmo de Maximização da Esperança (EM), com processo de aceleração da convergência.

Os critérios de convergência foram: a) valor de predição da variância Simplex para localizar o mínimo de $-2 \text{Log}L \cdot 10^{-6}$ (onde L é a função de verossimilhança) em modelos com duas características; e b) não haver alteração no valor da estimativas do Simplex -2Log de verossimilhança 10^{-9} em duas repetições sucessivas, ou seja, quando a diferença do valor da função entre os ciclos (anterior e atual) é menor que 10^{-9} .

As análises foram repetidas, quantas vezes necessárias, até a perfeita estabilização dos resultados. A cada ciclo o programa era reiniciado (entre duas a cinco vezes) utilizando-se como valores de (co)variâncias iniciais aqueles obtidos na análise anterior (valores fixos), checando assim, possíveis máximos locais, assegurando que o valor alcançado fosse o máximo global e facilitando a obtenção das correlações genéticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos dados que deram origem às análises dos caracteres PN, P120, P210, P365, P450, PAV, PE365, PE450, IPP, PAC, AOL, EG, EGP8, realizadas após restrições serem impostas ao banco de dados.

Tabela 2. Estatística descritiva dos caracteres de crescimento, reprodutivas e de carcaça de bovinos da raça Nelore.

Características	Nº de animais	Média	Desvio Padrão	CV (%)
PN (kg)	24.520	34,49	4,76	13,80
P120(kg)	30.368	131,01	20,14	15,37
P210(kg)	28.744	190,94	32,32	16,93
P365(kg)	25.377	249,54	46,54	18,65
P450(kg)	23.872	291,75	52,83	18,11
PAV (kg)	1.214	534,78	64,65	12,09
PE365(cm)	11.543	20,70	2,45	11,84
PE450 (cm)	11.523	23,69	3,15	13,30
IPP (meses)	7.827	36,01	5,19	14,41
PAC (kg)	3.776	154,11	32,14	20,86
AOL (cm ²)	1.601	56,15	10,02	17,85
EG (mm)	1.601	2,46	1,54	62,60
EGP8 (mm)	1.602	3,46	1,95	56,36

PN: Peso ao nascimento; P120, P210, P365 e P450: Pesos calculados às idades padrão de 120, 210, 365 e 450 dias de idade, respectivamente; PAV: Peso adulto da vaca; PE365 e PE450: Perímetro escrotal aos 365 3 450 dias de idade; IPP: Idade ao primeiro parto em meses; PAC: Produtividade acumulada em kg de bezerras desmamadas por ano; AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura subcutânea, e EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa.

No geral as médias obtidas no presente estudo (Tabela 2) encontram-se próximas às observadas na literatura. A média do caráter peso médio ao nascimento foi de 34,49 kg, mostrando que este valor está dentro do intervalo apontado na revisão de literatura (29,12 a 38,7 kg)¹⁵⁻²¹.

Para os caracteres de crescimento P120, P210, P365 e P450 foram encontrados pesos médios de 131,01; 190,94; 249,54 e 291,75 kg, respectivamente. Na literatura observaram-se valores médios para peso aos 120 dias variando entre 119,01 a 138,74 kg²²⁻²⁶, para peso aos 210 dias entre 151,97 a 199,99 kg²⁷⁻³³, no peso aos 365 dias valores entre 187,03 a 273,68 kg³⁴⁻³⁹ e para o peso aos 450 dias variando de 244,0 a 309,82 kg^{32,35,40}, indicando que os valores obtidos no presente estudo estão em consonância com os valores obtidos por outros autores.

O valor médio encontrado para a característica PAV foi de 534,78 kg e, quando comparado aos valores encontrados em outras pesquisas, ele se mostrou superior, provavelmente por se tratarem de rebanhos selecionados, uma vez que os trabalhos consultados mostraram um intervalo de 430,00 a 521,68 kg^{19,41,42}.

A característica PE365 apresentou valor médio de 20,70 cm e próximo aos valores compilados em revisão de literatura, onde se pôde observar uma variação de 18,1 a 20,89 cm^{32,35,44,45,46}. O valor obtido para a característica PE450 foi de 23,69 cm, também muito próximo a valores obtidos por outros pesquisadores consultados^{29,31,32,35,43,44,47,48,49,50,51} que relataram valores que variaram de 20,72 a 26,4 cm.

A característica IPP apresentou valor médio de 36,01 meses e os valores achados na literatura para IPP encontram-se em um intervalo entre 26,05 a 44,43 meses^{29,31,32,34,44,46,48}, indicando que o valor obtido no presente estudo está dentro da variação encontrada nas pesquisas.

O valor da média para a característica PAC foi de 154,11 kg de bezerros/vaca/ano, o valor obtido foi superior aos valores encontrados na literatura que compreendem um intervalo de 96,74 a 144 kg de bezerros/vaca/ano⁵²⁻⁵⁵.

Dentre os resultados obtidos para as características de carcaça, a AOL apresentou uma média de 56,15 cm², sendo que alguns autores relataram médias que puderam ser agrupadas em um intervalo de 42,57 a 65,36 cm² de AOL^{32,49,51,56,57,58,59,60,61,62}. Assim, o valor obtido no presente estudo encontra respaldo na literatura consultada.

A característica EG apresentou uma média de 2,16 mm, valor que encontra respaldo em vários autores consultados, os quais relataram valores que variaram de 1,40 a 3,57mm^{32,49,51,56,57,58,59,60,61,62}. A média EGP8 foi de 3,46 mm e valores de espessura de gordura na garupa relatados por outros autores foram de 1,84 a 6,05 mm^{49,56,57,58,59,60,61,62,63}, indicando que o relatado no presente estudo encontra-se dentro da média da literatura. Salienta-se que neste estudo as medidas de ultrassonografia foram tomadas em idades que variaram de 360 a 709 dias, portanto, os valores médios de EG e EGP8 mostraram que os rebanhos estudados possuem bons índices de precocidade de acabamento.

Provavelmente as diferenças encontradas quando neste trabalho em relação aos resultados reportados pela literatura, 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 diminui para as características que foram tomadas em idades mais avançadas e também medidas em sexos distintos. 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 seleção¹⁹.

Os coeficientes de variação dos caracteres de crescimento, reprodutivos e de carcaça estão de acordo com os valores descritos na literatura para raça Nelore, sendo que apenas EG e EGP8 tiveram valores estimados maiores que os relatados nas pesquisas, provavelmente, devido à pressão de seleção exercida nos rebanhos e o tempo de seleção nas fazendas trabalhadas¹⁹.

As estimativas dos componentes de (co)variância direta e materna, variância fenotípica, além da herdabilidade dos caracteres de crescimento, reprodutivos e de carcaça analisadas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento, reprodução e carcaça de bovinos Nelore.

Caráter	Parâmetros Genéticos						
	σ_a^2	σ_m^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	σ_p^2	h_a^2	h_m^2
PN	3,66	0,59	0,77	8,44	13,46	0,27	0,04
P120	53,02	23,09	36,95	148,20	261,26	0,20	0,09
P210	98,12	45,74	63,52	276,40	483,78	0,20	0,09
P365	150,00	23,20	39,28	391,00	603,48	0,25	0,04
P450	260,46	-	-	458,59	719,05	0,36	-
PAV	495,40	-	-	2500	2995,40	0,17	-
PE365	1,01	-	-	1,71	2,7160	0,37	-
PE450	2,29	-	-	2,70	4,99	0,46	-
IPP	1,63	-	-	14,78	16,41	0,10	-
PAC	94,31	-	-	562,7	657,01	0,14	-
AOL	18,96	-	-	16,92	35,88	0,53	-
EG	0,12	-	-	0,49	0,60	0,19	-
EGP8	0,30	-	-	0,88	1,18	0,25	-

σ_a^2 : variância genética aditiva direta; σ_m^2 : variância genética aditiva materna; σ_{pe}^2 : variância dos efeitos de ambiente permanente materno; σ_e^2 : variância residual; σ_p^2 : variância fenotípica; h_a^2 : herdabilidade aditiva; h_m^2 : herdabilidade maternal; PN: peso ao nascimento; P120: peso calculado aos 120 dias de idade; P210: peso calculado aos 210 dias de idade; P365: peso calculado aos 365 dias de idade; P450: peso calculado aos 450 dias de idade; PAV: peso adulto da vaca; ; PE365: perímetro escrotal aos 365 dias de idade; PE450: perímetro escrotal aos 450 dias de idade; IPP: idade ao primeiro parto; PAC: Produtividade acumulada em kg de bezerros desmamados por ano; AOL: área de olho de lombo; EG: Espessura de gordura subcutânea e EGP8: Espessura de gordura subcutânea na garupa.

Os valores das estimativas de variância aditiva direta (σ_a^2), variância genética materna (σ_m^2), variância residual (σ_e^2) e fenotípica (σ_p^2) estão próximos dos valores reportados por outros autores^{26,29,32,33}.

Os valores das estimativas de herdabilidade dos caracteres de crescimento (PN, P120, P210, P365, P450) foram de magnitude moderada, variando de 0,20 a 0,36, sendo que apenas o caráter PAV se mostrou de baixa magnitude. Os caracteres reprodutivos obtiveram estimativas de herdabilidade de baixa magnitude para IPP e PAC (0,10 e 0,14, respectivamente) de moderada magnitude para PE365 (0,37) e para PE450 (0,46).

Já para os caracteres de carcaça (AOL, EG e EGP8) obtiveram valores de herdabilidade de moderada e alta magnitude, com exceção da EG que obteve valor de baixa magnitude, sendo 0,53; 0,19; e 0,25, respectivamente. Isto indica que a utilização desses caracteres como critério de seleção, em programas de melhoramento, pode promover progresso genético rápido, tanto para os caracteres de crescimento e reprodutivas (perímetros escrotais), como os caracteres de carcaça.

As estimativas de herdabilidade materna (Tabela 2) para os caracteres PN, P120, P210 e P365 confirmam a influência do efeito genético materno sobre o desempenho do animal. Portanto, os caracteres pré-desmame e P365, 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. Assim, a exclusão dos efeitos maternos nas avaliações genéticas para caracteres avaliados até o desmame pode superestimar o efeito genético aditivo do animal.

O valor da estimativa da herdabilidade maternal para peso ao nascimento também foi próximo aos encontrado na literatura, tais como: Cyrillo et al.⁶⁷; Marcondes et al.¹⁶; Gunski et al.¹⁷ e Silveira et al.⁴⁸, variando de 0,03 a 0,11.

A estimativa de herdabilidade materna para P120 dias está de acordo com as encontradas na literatura consultada para a raça Nelore, variando de 0,02 a 0,19^{22,23,26,30,33}.

Os resultados obtidos de herdabilidade maternal para P210 foram semelhante aos valores relatados nas pesquisas de Boligon et al.¹⁹; Boligon et al.⁵⁰; Garnerio et al.²²; Lacerda et al.³⁹; Laureano et al.³¹; Lira et al.²⁶; Koury Filho et al.⁴⁰ e Souza et al.³⁰, variando de 0,03 a 0,13.

Já para P365 a estimativa de herdabilidade materna, ficou dentro do intervalo encontrado de 0,01 a 0,14 nos estudos de Bertazzo et al.⁶⁹; Gunski et al.¹⁷; Lacerda et al.³⁹; Mercadante et al.³⁴; Mercadante et al.⁷⁰; Silva et al.³⁸ e Souza et al.³⁰, e foi inferior a Pimenta Filho et al.⁷¹ (0,28) e Ribeiro et al.⁷² (0,44).

A estimativa de herdabilidade materna para o caráter P365 demonstra que o efeito materno teve pouca importância, indicando a pequena dependência dos bezerros em relação às suas mães, sugerindo que a variação fenotípica total para esse caráter depende, em grande proporção, do efeito genético aditivo direto, porém, apesar da menor influência dos efeitos maternos nessa característica, ainda continua presente³⁸.

O valor da estimativa de herdabilidade para PN (0,27) foi próxima ao obtido por Albuquerque et al.⁶⁴; Boligon et al.¹⁹; Dias et al.⁶⁵; Gunski et al.¹⁷; Marcondes et al.¹⁶ e Sakaguti et al.⁶⁶ (0,26, 0,27, 0,27, 0,22, 0,24 e 0,26), consideradas de magnitude moderada, entretanto, menor que o reportado por Martins et al.¹⁵ (0,59) na raça Nelore.

Para o caráter P120 a estimativa herdabilidade (0,20) foi similar às descritas na literatura com baixa a moderada magnitude, que variaram 0,19 a 0,29^{19,22,23,26,30,68}, porém, foi de magnitude inferior ao obtido por Sakaguti et al.⁶⁶ encontrou herdabilidade valores para peso aos 120 dias de idade de 0,44.

O valor da estimativa de herdabilidade para P210 (0,20) foi próximo aos valores encontrados pelos autores Amaral et al.³³; Boligon et al.¹⁹; Garnero et al.²²; Lacerda et al.³⁹; Laureano et al.³¹; Souza et al.³⁰ e Pereira et al.²⁹ (0,19, 0,21, 0,19, 0,21, 0,23, 0,17 e 0,21, respectivamente), consideradas de baixa a moderada magnitude. No entanto, a estimativa encontrada neste estudo foi inferior ao encontrado por Boligon et al.⁶ (0,45); Lira et al.²⁶ (0,30); Mamede et al.³² (0,37); Martins et al.¹⁵ (0,42) e Santos et al.³⁶ (0,33).

O valor da estimativa de herdabilidade obtidos para P365 (0,25) foi similar àquelas relatadas na literatura para a raça Nelore^{30,33,37,39,43}, com valores entre 0,12 a 0,29, de baixa a média magnitude, no entanto menores que aqueles encontrados por Mamede et al.³² (0,33) e Santos et al.³⁶ (0,51).

Para o caráter P450 dias de idade a herdabilidade encontrada nesse trabalho (0,36) foi similar aos encontrados por Bittencourt et al.⁷⁴; Campêlo et al.⁷³; Gunski et al.¹⁷; Eler et al.⁷⁵; Ferreira et al.⁶⁸; Ferraz Filho et al.⁷⁶; Ferraz Filho et al.⁷⁷; Marcondes et al.¹⁶ e Silveira et al.⁴⁸, com valores de 0,24, 0,23, 0,26 e 0,40, respectivamente, porém os resultados deste trabalho foram de magnitude inferior com ao encontrado por Chud et al.⁴³ (0,44); Lira et al.²⁶ (0,42) e Mamede et al.³² (0,53).

A estimativa de herdabilidade do caráter peso adulto da vaca (PAV) obtida (0,17), está próximo do observado por Amaral et al.³³; Lacerda et al.³⁹; Silva et al.³⁸ e Souza et al.³⁰, que variam de 0,09 a 0,19, no entanto foi menor quando comparado com os valores encontrados por Lira et al.²⁶ (0,33), Santos et al.³⁶ (0,41) e Pedrosa et al.⁴² (0,43).

De modo geral, as estimativas de herdabilidade dos caracteres de crescimento, embora não possam ser consideradas altas, indicam que é possível ser alcançado ganho genético por seleção para todos os caracteres de pesos avaliados.

Salienta-se ainda que são esperadas variações nos valores de estimativas de herdabilidade encontradas na literatura, devido à grande variação dos manejos, das condições climáticas e nutricionais de cada rebanho, além da distribuição geográfica destes, com diferentes condições edafoclimáticas, que interferem diretamente no ganho de peso dos animais. Outra importante causa de variação é o emprego de diferentes metodologias e modelos adotados para as análises genéticas.

Nos caracteres reprodutivos, a estimativa de herdabilidade para PE365 foi de moderada magnitude (0,37) e próxima às obtidas por Boligon et al.⁵⁰; Borjas et al.⁷⁸; Chud et al.⁴³; Dias et al.⁴⁷; Mamede et al.³² e Moreira et al.⁴⁴, sendo 0,36, 0,37, 0,44, 0,35, 0,36, 0,41, respectivamente, sendo superior ao valor estimado por Araújo et al.³⁵, que foi de 0,17.

A estimação da herdabilidade para a característica PE450 (0,46) foi similar ao valor encontrado na literatura pelos autores Boligon et al.⁵⁰ (0,49); Chud et al.⁴³ (0,48); Dias et al.⁴⁷ (0,41 a 0,42); Moreira et al.⁴⁴ (0,44) e Pereira et al.²⁹ (0,44 a 0,50), e inferior aos relatados por Mamede et al.³² (0,54) e Marques et al.⁵¹ (0,55).

A seleção de animais para os caracteres de perímetro escrotal pode ser muito vantajosa, uma vez que o tamanho testicular está relacionado com características importantes, tais como, libido, precocidade reprodutiva e aspectos quantitativos e qualitativos do sêmen, que interferem na quantidade de fêmeas cobertas e consequente à lucratividade do sistema, além de ser indicador da precocidade sexual e de terminação dos animais⁴⁶.

O valor estimado para a herdabilidade da idade ao primeiro parto (IPP) foi semelhante aos obtidos por Boligon et al.⁵⁰; Dias et al.⁴⁷; Gunski et al.¹⁷; Grossi et al.⁴⁶; Pereira et al.²⁹ e Silveira et al.⁴⁸, que variaram entre 0,05 a 0,16, e inferior aos valores encontrados por Mercadante et al.³⁴ (0,28) e Moreira et al.⁴⁴ (0,20), mostrando que a IPP foi muito influenciada por efeitos ambientais, indicando que a expressão do caráter depende principalmente de condições adequadas de manejo.

O caráter IPP tem grande importância econômica, pois a antecipação da entrada das novilhas em reprodução proporciona maior vida útil às vacas, além de ser uma maneira de diminuir o intervalo de gerações das fêmeas⁴⁶. Lembrando que, apesar da estação de monta ser essencial para avaliação genética, a utilização de estação de monta de curta duração nos rebanhos estudados pode ter contribuído para que a estimativa de herdabilidade para IPP fosse de baixa magnitude⁶.

A estimativa herdabilidade observada para a PAC (0,14) foi semelhante ao encontrado na literatura por Azevêdo et al.⁸⁰; Baldi Rey⁷⁹ e Schwengber et al.⁵³, variando de 0,11 a 0,15, sendo de baixa magnitude. Estes valores indicam que a inclusão desse caráter nos objetivos de seleção pode melhorar a produção de quilogramas de bezerros desmamados por vaca, por ser índice que visa avaliar a produtividade da fêmea, considerando o peso do bezerro ao desmame e o número de progênes produzidas durante a permanência desta no rebanho. Assim, depende diretamente da idade ao primeiro parto (IPP), do intervalo entre partos (IEP) e do tempo de permanência da vaca no rebanho⁴⁶.

Em geral os índices reprodutivos apresentaram estimativas de herdabilidade de baixa a moderada magnitude, uma vez que as características reprodutivas são altamente influenciadas pelo ambiente, mostrando que o incremento nas práticas de manejos nutricionais e sanitários pode melhorar a eficiência reprodutiva dos animais. Com exceção do perímetro escrotal, que apresentou herdabilidade de moderada a alta magnitude, indicando que parte substancial da variação nesse caráter é determinada pela ação aditiva dos genes e, portanto, deve responder bem ao processo de seleção.

Nas características de carcaça, as estimativas de herdabilidade para AOL (0,53) foram semelhantes aquelas reportadas por Barbosa et al.⁴⁹; Gordo et al.⁵⁹; Lima Neto et al.⁶³; Marques et al.⁵¹; Yokoo et al.⁵⁶; Yokoo et al.⁸¹ e Murani et al.⁵⁸, variando de 0,33 a 0,69. Porém teve magnitude superior ao encontrado por Mamede et al.³² (0,28) e Yokoo et al.⁸² (0,29), mostrando que a AOL é de extrema importância nos programas de melhoramento por estar diretamente relacionada à quantidade de músculos da carcaça e que representa um bom indicador do desenvolvimento muscular e do rendimento de cortes de alto valor comercial.

O valor da estimativa de herdabilidade para EG (0,19) foi próximo aos descritos por Barbosa et al.⁴⁹ (0,18); Gordo et al.⁵⁹ (0,24); Mamede et al.³² (0,26); Yokoo et al.⁵⁶ (0,22) e Murani et al.⁵⁸ (0,21), variando de baixa a alta magnitude, e foi inferior ao encontrado por Lima Neto et al.⁶³; Yokoo et al.⁸¹; Yokoo et al.⁸² e Marques et al.⁵¹, com valores entre 0,41 a 0,62.

Na característica EGP8, o valor da estimativa de herdabilidade foi de 0,25, sendo similar aos reportados por Gordo et al.⁵⁹; Mamede et al.³²; Lima Neto et al.⁶³; Yokoo et al.⁸² e Murani et al.⁵⁸, com valores entre 0,26 a 0,30, no entanto o valor encontrado no presente estudo foi inferior ao relatado por Barbosa et al.⁴⁹ (0,39); Yokoo et al.⁵⁶ (0,55 a 0,64) e Yokoo et al.⁸¹ (0,43).

As espessuras de gordura são indicativas de qualidade da carne e afetam diretamente a velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como isolante térmico. Carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e

encurtamento das fibras musculares, porém a porcentagem de gordura da carcaça eleva-se com o aumento do peso de abate. No entanto, não significa resultados favoráveis em relação aos cortes comerciais, pois o excesso de deposição de gordura na carcaça é o fator que mais contribui para reduzir o rendimento dos cortes⁵⁶.

Tais fatos demonstram que a inclusão dos caracteres (AOL, EG e EGP8) como critérios de seleção devem ser feitos com cautela, buscando sempre o equilíbrio entre o ganho de peso nas idades padrão, precocidade de acabamento e qualidade de carcaça, almejando assim produzir animais com melhor tipo morfológico (animais de *frame* moderado). Salienta-se ainda, que a inclusão destes caracteres em programas de melhoramento devem ser norteadas por ponderadores econômicos, o que determinaria o peso de cada uma delas em um índice de seleção⁵⁸.

As associações entre os caracteres PN, P120, P210, P365, P450, PAV, AOL, EG e EGP8 estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de crescimento e carcaça em bovinos Nelore.

	PN	P120	P210	P365	P450	PAV	AOL	EG	EGP8
PN		0,66	0,60	0,39	0,38	0,44	0,09	-0,17	-0,16
P120	0,24		0,94	0,80	0,77	0,41	0,39	0,22	0,14
P210	0,19	0,79		0,89	0,85	0,89	0,48	0,10	0,17
P365	0,18	0,66	0,78		0,97	0,75	0,50	0,58	0,31
P450	0,17	0,56	0,71	0,85		0,92	0,35	0,07	0,29
PAV	0,17	0,32	0,27	0,36	0,35		-0,07	-0,72	-0,50
AOL	0,13	0,38	0,40	0,42	0,67	0,00		0,34	0,38
EG	0,09	0,01	0,00	0,06	0,18	0,00	0,22		0,94
EGP8	0,19	0,06	0,05	0,07	0,21	0,00	0,23	0,00	

PN: peso ao nascimento; P120, P210, P365 e P450: Pesos calculados às idades padrão de 120, 210, 365 e 450 dias de idade, respectivamente; PAV: peso adulto da vaca; AOL: Área de olho de lombo; EG: espessura de gordura subcutânea; EGP8: espessura de gordura subcutânea na garupa.

A correlação da característica PN com os outros caracteres de peso (P120, P210, P365, P450 e PAV) são positivas e de moderada magnitude. Os valores obtidos nesse estudo são corroborados pelas estimativas de correlações reportadas por Boligon et al.⁶; Ferraz Filho et al.⁷⁶; Mucari et al.⁸⁶ e Santos et al.⁸⁷, variando de (0,08 a 0,81), mostrando que o PN, quando comparado com os outros caracteres de peso, possui menores associações, devido ao fato dessa mensuração ser realizada em balanças, geralmente, imprecisas. Em alguns casos esse peso é até

subjetivamente registrado por funcionários, ou então padronizado em 32 kg, prejudicando a qualidade na obtenção destes registros.

A característica P120 dias, em relação a outros caracteres de peso (P210, P365, P450 e PAV), mostrou correlações com valores de 0,94, 0,80, 0,77, e 0,41, respectivamente. Os resultados encontrados neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Boligon et al.⁶; Mercadante et al.³⁴; Malhado et al.⁸⁵; Mucari et al.⁸⁶ e Santos et al.⁸⁷, variando de 0,39 a 0,96, indicando que a seleção de animais com maior valor genético para P120 promoverá ganhos genéticos correlacionados nos pesos nas demais idades.

A correlação entre P210 com os pesos P365, P450 e PAV foram positivas e de alta magnitude. Resultados próximos foram reportados por Boligon et al.⁶; Mercadante et al.³⁴; Mucari et al.⁸; Faria et al.⁵⁷ e Santos et al.⁸⁷, variando entre 0,63 a 0,90, mostrando que a seleção de animais mais pesados aos 210 dias de idade resultará em animais mais pesados a um ano de idade, ao sobreano e conseqüentemente na vida adulta, reduzindo o tempo do animal chegar ao peso ideal de abate e conseqüentemente reduzindo os custos de produção e melhorando a qualidade de carne.

As correlações entre as características P365 e P450 e PAV, apresentaram-se positivas e de alta magnitude. Os valores obtidos neste estudo foram semelhantes ao encontrados por Boligon et al.⁶, Baldi et al.⁸⁴; Ferraz Filho et al.⁷⁶; Malhado et al.⁸⁵; Mucari et al.⁸⁶ e Santos et al.⁸⁷, que variam de 0,66 a 0,97. O alto valor estimado da correlação genética entre P365 e P450 demonstra que a maioria dos genes responsáveis pela expressão do peso a um ano de idade são também responsáveis pela expressão do peso aos 450 dias e peso adulto. Esta informação é muito importante para os programas de avaliação genética quanto à expectativa de ganhos genéticos diretos ou indiretos no processo de seleção e também na elaboração de índices de seleção em bovinos de corte.

A correlação do P450 com o PAV mostrou-se positiva e de alta magnitude, indicando a mesma relação de genes entre estes caracteres, indicando que ao selecionar-se para uma delas, serão apresentadas mudanças no mesmo sentido na outra. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferraz Filho et al.⁷⁶; Malhado et al.⁸⁵; e Mucari et al.⁸⁶, com valores entre 0,39 a 0,97.

Resumindo: ao selecionar as características ponderais em qualquer idade selecionar-se-á, conseqüentemente, para os demais pesos, indicando que os genes responsáveis por maiores pesos em idades mais precoces também atuam nas demais idades. Dessa forma pode-se dizer que pesos em idades adjacentes possuem maiores correlações genéticas e reduzem à medida que as idades se distanciam⁷⁹.

As estimativas de correlações genéticas entre AOL com EG e EGP8 foram positivas e de moderada magnitude, indicando que essas características são determinadas, em parte, por diferentes grupos de genes de ação aditiva, mostrando que se a quantidade de músculo na carcaça aumentar, esse mesmo aumento não será proporcional para a deposição de gordura, porém existe relação favorável. E mais, a seleção para AOL pode trazer alterações favoráveis para EG e EGP8, mesmo que discretas. Resultados semelhantes foram citados por Lima Neto et al.⁶³; Magnabosco et al.⁸⁹; Yokoo et al.⁸² e Yokoo et al.⁸⁸, variando de 0,06 a 0,49.

A estimação da correlação entre EG e EGP8 foi positiva de alta magnitude, indicando que a gordura medida nas duas posições são associadas e determinadas pelos mesmos conjuntos gênicos. Assim, ao selecionar para o aumento da EG deve aumentar a EGP8, sendo a recíproca verdadeira. O valor encontrado neste estudo foi similar aos encontrados por Delehant et al.⁹²; Holloway et al.⁹⁰; Lima Neto et al.⁶³; Magnabosco et al.⁸⁹; Yokoo et al.⁸²; Yokoo et al.⁸⁸ e Wall et al.⁹¹, variando de 0,68 a 0,97.

A seleção para AOL, assim como as medidas de espessura de gordura, devem ser incorporadas nos programas de melhoramento genético, pois o sistema brasileiro de tipificação de carcaça remunera os produtores pelo acabamento de gordura subcutânea. Portanto, melhorando o acabamento da carcaça, melhora a maciez da carne, uma vez que esta é influenciada pela uniformidade de cobertura de gordura na carcaça, que evita o resfriamento excessivo da mesma, impedindo o encurtamento das fibras musculares e, assim, o endurecimento da carne. Lembrando que a maciez é uma característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores⁵⁹.

As estimativas de correlações genéticas entre os caracteres de crescimento e carcaça foram de baixa a moderada magnitude, sendo a maioria positiva, com exceção das correlações entre PN com EG, EGP8 e PAV. Esses resultados de correlação negativa são explicados pela curva de crescimento alométrico, uma vez que o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura e finalmente pelo tecido adiposo. Assim, animais mais jovens tendem a desenvolver primeiramente a musculatura e, posteriormente, depositar gordura subcutânea, sendo que ao chegar em determinada idade, atinge o ponto de inflexão da curva de crescimento e, a partir deste ponto, tem o crescimento muito lento ou praticamente inexistente, passando então a depositar lípidos².

Nas correlações genéticas com os demais pesos verificou-se que os pesos padronizado, apresentaram maior associação com o rendimento de AOL do que o acabamento de carcaça (EG, EGP8), mostrando que a seleção para os pesos contribui para maiores

rendimentos de cortes cárneos da carcaça e que, ao selecionar para aumento de peso, ganhos genéticos de mesmo sentido devem ser obtidos para as características de carcaça e vice-versa⁸⁹.

As estimativas de correlações desses caracteres (crescimento e carcaça) encontradas nesse trabalho foram semelhantes a encontradas por Lima Neto et al.⁶³; Magnabosco et al.⁸⁹; Meirelles et al.⁹³; Stelzleni et al.⁹⁴ e Yokoo et al.⁸², variando de - 0,18 a 0,25 para P210 com EG, de -0,21 a 0,62 para P210 com AOL, de -0,09 a 0,25 para P210 com EGP8, de 0,35 a 0,47 para P120 com AOL, de 0,49 a 0,69 para P365 e AOL, de 0,04 a 0,60 para P365 com EG, de 0,03 a 0,36 para P365 com EGP8, de 0,50 a 0,79 para P450 com AOL e de 0,05 a 0,35 para P450 e EG.

As correlação entre os caracteres PN, P120, P210, P365, P450, PAV, PE365, PE450, IPP e PAC estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore.

	PN	P120	P210	P365	P450	PAV	PE365	PE450	IPP	PAC
PN		0,66	0,60	0,39	0,39	0,44	0,02	- 0,05	0,21	- 0,18
P120	0,24		0,94	0,80	0,77	0,41	0,46	0,27	0,14	0,13
P210	0,19	0,79		0,89	0,85	0,89	0,53	0,40	0,24	0,15
P365	0,18	0,66	0,78		0,97	0,75	0,39	0,29	- 0,02	0,22
P450	0,17	0,56	0,71	0,85		0,92	0,29	0,24	0,02	0,31
PAV	0,17	0,32	0,27	0,36	0,35		- 0,31	- 0,33	- 0,09	0,08
PE365	0,05	0,36	0,41	0,52	0,48	0,00		0,95	- 0,32	0,69
PE450	0,05	0,37	0,42	0,53	0,54	0,00	0,72		- 0,32	0,61
IPP	- 0,001	- 0,14	- 0,45	- 0,12	- 0,13	0,02	0,00	0,00		- 0,70
PAC	- 0,01	- 0,02	- 0,09	0,07	0,09	- 0,22	0,00	0,00	- 0,35	19

PN: peso ao nascimento; P120, P210, P365 e P450: Pesos calculados às idades padrão de 120, 210, 365 e 450 dias de idade, respectivamente; PAV: peso adulto da vaca; PE365: perímetro escrotal aos 365 dias de idade; PE450: perímetro escrotal aos 450 dias de idade; IPP: idade ao primeiro parto; PAC: Produtividade acumulada em kg de bezerros desmamados por ano.

A correlação de PE365 com a PAC e a correlação entre PE450 com a PAC foram positivas e de moderada magnitude, indicando que esses caracteres são determinados, em parte, por diferentes grupos de genes de ação aditiva, sendo que ao se selecionar para PE365 e PE450, consequentemente ter-se-ia alterações favoráveis na característica PAC.

A correlação do caráter IPP com PE365 e PE450 possui moderada magnitude, porém negativa, indicando que ao selecionar para alguma dos caracteres de perímetro escrotal

estarão diminuindo a idade ao primeiro parto das fêmeas, sendo uma correlação de grande importância dentro do rebanho por melhorar a precocidade reprodutiva das fêmeas e, conseqüentemente, a produtividade e lucratividade do sistema de produção.

A correlação genética da caráter IPP com PAC foi negativa e de alta magnitude, indicando que vacas mais precoce produzem mais quilogramas de bezerros desmamados durante a vida do animal, devido às fêmeas com menores IPP terem mais tempo de vida útil no rebanho, melhorando seu desempenho produtivo total⁴⁶.

Os valores estimados nesse estudo se equiparam aos reportados por Borba et al³; Garnerio et al²²; Martins Filho et al⁹⁶; Mercadante et al³⁴; Moreira et al⁵; Pereira et al⁹⁷; e Silva et al⁹⁵, variando de -0,22 a -0,39 para IPP com PE, de -0,44 a 0,10 entre IPP com PE450, de 0,88 a 0,98 para P365 com PE450, de - 0,42 a -0,89 para IPP com PAC, de 0,08 a 0,72 para PE365 com PAC e de 0,07 a 0,69 para PE450 e PAC.

As correlações genéticas entre os caracteres de crescimento e reprodutivas foram positivas e de baixa a moderada magnitude, indicando que a seleção para um caráter de crescimento pode trazer ganhos de mesmo sentido para os caracteres de perímetro escrotal, principalmente para peso da desmama, que teve correlações maiores quando comparados com os outros pesos.

A correlação genética entre perímetros escrotais nos machos e peso adulto nas fêmeas foi de negativa e de moderada magnitude, resultado promissor, pois indica que a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos não interfere no peso adulto das fêmeas⁸⁵.

A correlação entre IPP e os caracteres de crescimento foram positivas e de moderada magnitude, indicando que a seleção para peso poderia prejudicar os animais quanto à precocidade reprodutiva. No entanto, a correlação desses caracteres indicaram resultados inconclusivos, mostrando que mais pesquisas devem ser realizadas para a estimação da correlação genética desses caracteres.

As correlações genéticas entre PAC e os pesos padronizados (P120, P210, P365, P450 e PAV) foram positivas e de baixa a moderada magnitude, indicando que as fêmeas com maiores pesos são as que produzem mais quilogramas de bezerros desmamados por ano. Entretanto, limites máximos de peso devem ser estabelecidos, pois se sabe que fêmeas muito pesadas podem apresentar a fertilidade diminuída e, por serem maiores, produzem bezerros maiores, o que poderia aumentar a taxa de partos distócicos.

Em geral, os resultados deste estudo indicam associações entre os caracteres de crescimento e reprodutivas no sentido desejável, entretanto, as correlações são de baixa a moderada magnitude, indicando resposta lenta à seleção. Assim, a inclusão de características

reprodutivas nos índices de seleção pode ser uma boa alternativa para melhorar, de forma mais rápida, a fertilidade e precocidade sexual nos rebanhos estudados.

Valores de estimação de correlações genéticas entre os caracteres de crescimento e reprodutivas obtidas neste trabalho foram semelhantes aos reportados por vários autores, tais como, Araujo et al.³⁵; Borba et al.³; Garnerio et al.²²; Grossi et al.⁴⁶; Moreira et al.⁵; e Pereira et al.⁹⁷, variando de -0,20 a 0,46 para todos pesos com a PAC, de -0,10 a 0,65 de pesos com perímetros, de 0,10 a 0,75 de pesos com a PAC e de -0,21 a 0,15 de pesos com IPP.

Na Tabela 6 estão apresentados a correlação das características AOL, EG, EGP8, PE365, PE450, IPP e PAC.

Tabela 6. Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e correlação residual (diagonal inferior) entre os caracteres de carcaça e reprodutivas em bovinos Nelore.

	AOL	EG	EGP8	PE365	PE450	IPP	PAC
AOL		0,34	0,38	- 0,05	- 0,05	- 0,13	0,02
EG	0,22		0,94	0,62	0,14	0,05	0,05
EGP8	0,23	0,00		0,28	0,18	0,12	0,63
PE365	0,32	- 0,99	- 0,20		0,95	- 0,32	0,69
PE450	0,29	- 0,05	- 0,04	0,72		- 0,32	0,61
IPP	0,01	- 0,02	- 0,08	0,00	0,00		- 0,70
PAC	- 0,31	0,99	0,19	0,00	0,00	- 0,35	

AOL: área de olho de lombo; EG: Espessura de gordura subcutânea; EGP8: Espessura de gordura subcutânea na garupa. PE450: perímetro escrotal aos 450 dias de idade; IPP: idade ao primeiro parto; PAC: Produtividade acumulada em kg de bezerros desmamados por ano;

As correlações genéticas entre os caracteres de carcaça e reprodutivas se mostraram de baixa, moderada e alta magnitude, sendo a maioria positiva, indicando que ao selecionar para carcaça, poderá melhorar as características reprodutivas do rebanho, principalmente entre as EG com PE365 e EGP8 com PAC, que obtiveram as maiores correlações apresentados. Dentro das correlações genéticas negativas, a correlação entre a AOL e IPP foi de baixa magnitude, mostrando que ao selecionar para AOL poderá melhorar a precocidade do rebanho. Já as outras correlações negativas foram baixas, próximas de zero, indicando que ao selecionar para um caráter poderá não ter ganho correlato em outro.

As correlações genéticas entre os caracteres de carcaça com perímetros escrotais mostram que a seleção de touros com maior perímetro escrotal não contribui com a seleção para área de olho de lombo, entretanto, para espessura de gordura subcutânea na costela e na garupa os resultados sugerem que ao selecionar para esses caracteres, estaremos selecionado também

para perímetro escrotal, sendo esses resultados importantes no sentido de orientar o produtor na escolha e definição dos critérios de seleção a serem aplicados na seleção dos animais.

Na raça Nelore os caracteres de carcaça (AOL, EG e EGP8) e de reprodução (PE) representam especial importância, considerando as exigências do mercado em relação à carne de qualidade. Neste caso, o acabamento de carcaça está relacionado intimamente com a espessura de gordura subcutânea e o perímetro escrotal com a precocidade dos animais e, conseqüentemente, à carne de melhor qualidade. Assim, a seleção direcionada para perímetro escrotal poderá levar à aumento de EG e de EGP8 considerando a população analisada⁵¹.

Para os caracteres PAC com AOL e EG, foram obtidas correlações genéticas de baixa magnitude, assim como as correlações entre IPP com EG, indicando que ao selecionar para ambos os caracteres poderá não ocorrer ganho correlacionado para o outro caráter.

Os resultados apresentados são semelhantes aos encontrados por Andrade et al.⁶⁰; Caetano et al.⁹⁸; Guidolin et al.⁹⁹ e Yokoo et al.⁵⁶ variando de -0,02 a 0,78 para PE365 com EG, de -0,03 a 0,12 para PE450 com AOL, de 0,09 a 0,31 de PE450 com EGP8, de -0,25 a 0,26 para AOL com IPP e de -0,17 a 0,10 para EG com IPP.

Salienta-se que os resultados deste estudo referem-se especificamente às condições ambientais em que cada rebanho estudado estava inserido. Sendo assim, a aplicação prática generalizada destas conclusões deve ser feita com cautela.

4. CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidade para os caracteres de produção (peso, reprodução e carcaça) obtidas neste estudo permitem concluir que existe variabilidade genética nos rebanhos estudados, indicando a possibilidade de progresso genético se os mesmos forem incluídas como critérios de seleção.

As estimativas de herdabilidade que obtiveram baixa magnitude mostraram que os resultados desse trabalho tiveram forte influência do meio ambiente, permitindo concluir que, nesses caracteres, devem ser corrigidos os efeitos do meio, visando-se a minimização destes na avaliação genética e na comparação dos animais no momento da seleção.

As correlações genéticas obtidas entre as características produtivas e reprodutivas foram favoráveis, indicando possibilidade da obtenção de ganho genético, ou seja, a seleção para aumento de uma acarretará a melhoria da outra.

A partir das informações dos efeitos ambientais e parâmetros genéticos dos caracteres de produção obtidos nesse estudo, poderão ser elaborados índices de seleção que serão utilizados para redirecionar os critérios de avaliação, buscando acelerar o progresso genético dos rebanhos de bovinos Nelore, além de determinar as tendências genéticas e, principalmente, promover ganho genético ao longo dos anos, com conseqüente aumento na produtividade dos rebanhos Nelore criados a pasto nos distintos sistemas de produção estudados.

5. REFERÊNCIAS

1. Sosnicki AA, Newman S. The support of meat value chains by genetic technologies. *Meat Sci.* 2010; 86(1):129–37.
2. Faria CU, Pires BC, Vozzi AP, Magnabosco CU, Koury Filho W, Viu MAO, Oliveira HN, Lôbo, RB. Genetic correlations between categorical morphological traits in Nelore cattle by applying Bayesian analysis under a threshold animal model. *J. Anim. Breed. Genet.* 2010;127:377-384.
3. Borba LHF, Rey FSB, Silva LOC, Boligon AA, Alencar MM. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. *Pesq. Agrop. Bras.* 2011;46:1570-78.
4. Lôbo RB. Bittneourt, TCBSC. Pinto LFB. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. *R. Bras. Zootec.* 2010; 39(supl. Especial):223-235.
5. Moreira HL, Canova EB, Munari DP, Bezerra LAF, Lôbo RB, Paz CCP. Parâmetros genéticos para período de gestação e características de crescimento pré e pós desmame em bovinos nelore. *B. Indústr. Anim.* 2015;72(2):130-35.
6. Boligon AA, Albuquerque LG, Rorato PRN. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2008;37:596-601.
7. Lopes FB, Santos GCJ, Marques EG, Silva MC, Ferreira JL. Tendência genética para características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. *Rev. Ciênc. Agro.* 2012;43(2):362-367.
8. Vicente IS, Souza FRP, Vaz RZ, Boligon AA. Associação genética do biótipo com o tamanho adulto de vacas na raça Nelore. XI Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 2015; Santa Maria, Brasil. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal; 2015. p.3.
9. Jenko J, Ducrocq V, Kovac M. Comparison of piecewise Weibull baseline survival models for estimation of true and functional longevity in Brown cattle raised in small herds. *Animal.* 2013;7:1583-91.
10. Ghiasi H, Javaremi AN, Pakdel A, Recio OG. Selection strategies for fertility traits of holstein cows in Iran. *Livest. Scien.* 2013;152:11-15.
11. Statistical Analysis System - SAS. SAS 9.1. Help and Documentation. Cary: SAS Institute, 2002.
12. Roso VM, Shenkel FS. AMC – A computer program to assess the degree of connectedness among contemporary groups. 8º World Congress on Genetics Applied to Livestock Production; 2006; Belo Horizonte, Brasil. Belo Horizonte: Livestock Production; 2006. p.27-26.
13. Mrode RA. Linear models for the prediction of animal breeding values. 2 ed. Wallingford: CAB International, 2005. 386p.
14. Misztal I. REMLF90 Manual. 2001. [acesso 21 jan 2016] Disponível em: <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/remlf90.pdf>.

15. Martins GA, Filho RM, Lima FAM, Lôbo RNB. Influência de Fatores Genéticos e de Meio sobre o Crescimento de Bovinos da Raça Nelore no Estado do Maranhão. *Rev. Bras. Zootec.* 2000;29(1):103-7.
16. Marcondes CR, Bergmann JAG, Eler JP, Ferraz JBS, Pereira JCC, Penna VM. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2000;52(1):83-9.
17. Gunski RJ, Garnero ADV, Bezerra LAF, Corrado MP, Lôbo RB. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça nelore. *Ciênc. Agro.* 2001;32(1):46-52.
18. Lopes JS, Rorato PRN, Weber T, Boligon AA, Comin JG, Dornelles MA. Efeito da interação genótipo ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. *R. Bras. Zootec.* 2008;37(1):54-60.
19. Boligon AA, Albuquerque LG, Mercadante MEZ, Lôbo RB. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2009;38(12):2320-6.
20. Jung LCS, Rezende LOF, Magnabosco CU, Lopes FB, Mamede MM. Efeito da idade da vaca sobre peso ao nascimento calculado aos 120 e 210 dias de idade de um rebanho de bovinos da raça Nelore. 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção animal no mundo em transformação; 2012; Brasília, Brasil. Distrito Federal: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2012. p.3.
21. Araújo CV, Lôbo RB, Figueiredo LGG, Mousquer CJ, Laureano MMM, Bittencourt TCBS, Araújo SI. Estimativas de parâmetros genéticos em características de crescimento de bovinos da raça Nelore na região centro-oeste do Brasil. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2014;15(4):846-53.
22. Garnero ADV, Lôbo RB, Bezerra LAF, Oliveira HN. Comparação entre Alguns Critérios de Seleção para Crescimento na Raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 2001;30(3):714-18.
23. Siqueira RLPG, Oliveira JA, Lôbo RB, Bezerra LAF, Tonhati H. Análise da Variabilidade Genética Aditiva de Características de Crescimento na Raça Nelore1. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(1):99-105.
24. Garnero AV, Muñoz M CCD, Marcondes CR, Lôbo RB, Lira T, Gunski RJ. Estimação de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore. *Arch. Zootec.* 2010;59(226):307-10.
25. Lopes FB, Silva MC, Marques EG, Ferreira JL. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 2011;12(3):607-17.
26. Lira TS, Pereira LS, Lopes FB, Ferreira JL, Lobo RB, Santos GCJ. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos nelore criados na região do trópico úmido do Brasil. *Ci. Anim. Bras.* 2013;14(1):23-31.
27. Bocchi AL, Teixeira RA, Albuquerque LG. Idade da vaca e mês de nascimento sobre o peso ao desmame de bezerros nelore nas diferentes regiões brasileiras. *Acta Sci. Ani. Sci.* 2004;26(4):475-82.

28. Souza JC, Perotto D, Abrahão JJ, Freitas JA, Ferraz Filho PB, Weaber RL, Lamberson WR. Estimativa das distâncias genéticas e componentes principais em bovinos de corte no Brasil. *Arch. Zootec.* 2010;59(228):479-85.
29. Pereira MC, Yokoo MJ, Bignardi AB, Sezana JC, Albuquerque LG. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. *Pesq. Agropec. Bras.* 2010;45(6):613-20.
30. Souza JC, Silva LOC, Gondo A, Freitas JA, Malhado CHM, Filho PBF, Sereno JRB, Weaber RL, Lamberson WR. Parâmetros e tendência genética e peso de bovinos criados á pasto no Brasil. *Arch. Zootec.* 2011;60(231):457-65.
31. Laureano MMM, Boligon AA, Costa RB, Forni S, Severo JLP, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2011.63(1)152-201.
32. Mamede MMS, Magnabosco CU, Lopes FB, Lôbo RB. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, fertilidade e carcaça de bovinos da raça Nelore em provas de ganho em peso a pasto. 49^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção animal no mundo em transformação; 2012; Brasília, Brasil. Distrito Federal: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2012. p.3.
33. Amaral RS, Carneiro PLS, Martins Filho R, Ambrosini DP, Malhado CHM. Tendências, parâmetros fenotípicos e genéticos de características de crescimento em bovinos Nelore mocho do Nordeste brasileiro. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2014;15(2):261-71.
34. Mercadante MEZ, Lôbo RB, Oliveira HN. Estimativas de (Co)Variâncias entre Características de Reprodução e de Crescimento em Fêmeas de um Rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 2000;29(4):997-1004.
35. Araujo RO, Gloria WP, Marcondes CR, Garnerio ADV, Gunski RJ, Lôbo RB. Índice perímetro escrotal-peso ajustado aos 365 e 450 dias de idade para bovinos Nelore. *Rev. Ci. Agra.* 2010;53(2):171-6.
36. Santos GCJ, Lopes FB, Marques EG, Silva MC, Cavalcante TV, Ferreira JL. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore da região norte do Brasil. *Acta Sci. Ani. Sci.* 2012;34(1):97-101.
37. Ambrosini DP, Carneiro PLS, Neto JB, Malhado CHM, Martins Filho R, Cardoso FF. Interação genótipo x ambiente para peso ao ano em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 2012;47(10)1489-95.
38. Silva RM, Souza JC, Silva LOC, Silveira MV, Freitas JA, Marçal MF. Parâmetros e tendências genéticas para pesos de várias idades em bovinos Nelore. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2013;14(1):21-8.
39. Lacerda JJD, Carneiro PLS, Martins Filho R, Malhado CHM. Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça Nelore no Estado da Bahia utilizando inferência bayesiana. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2014;15(1)10-9.

40. Koury Filho W, Albuquerque LG, Forni S, Silva JAV, Yokoo MJ, Alencar MM. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. *R. Bras. Zootec.* 2010;39(5)1015-22.
41. Júnior JJ, Cardoso VL, Albuquerque LG. Objetivos de seleção e valores econômicos em sistemas de produção de gado de corte no Brasil. *R. Bras. Zootec.* 2007;36(5)1549-58(supl.).
42. Pedrosa VB, Eler JP, Ferraz JBS, Silva JAV, Ribeiro S, Silva MR, Pinto LFB. Parâmetros genéticos do peso adulto e características de desenvolvimento ponderal na raça Nelore. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 2010;11(1)104-13.
43. Chud TCS, Caetano SL, Cardoso DF, Venturini GC, Bezerra LAF, Lôbo RB, Munari DP. Associações genéticas e fenotípicas entre as características de Peso Corporal e Perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 2010; Maringá, Brasil. Paraná: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 2010. p.3.
44. Moreira HL, Buzanskas ME, Munari DP, Canova EB, Lôbo RB, Paz CCP. Seleção para características reprodutivas em bovinos de corte da raça Nelore. *Ciênc. Agrotec.* 2015;39(4)355-62.
45. Marcondes CR, Araújo RO, Vozzi PA, Gunski RJ, Garner AV, Lôbo RB. Análise bayesiana do índice perímetro escrotal/peso de animais nelore do estado do Tocantins, Brasil. *Arch. Zootec.* 2011;60(232):871-82.
46. Grossi DA. Genetic associations between accumulated productivity and reproductive and growth traits in nelore cattle. *Livest. Sci.* 2008;117:400.
47. Dias LT, Faro LE, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça nelore. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(6)1878-82(supl. 2).
48. Silveira JC, Mcmanus C, Mascioli AS, Silva LOC, Silveira AC, Garcia JAS, Louvandini H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. *R. Bras. Zootec.* 2004;33:1432-44.
49. Barbosa V; Magnabosco CU, Trovo JBF, Faria CU, Lopes DT, Viu MAO; Lôbo RB, Mamede MMS. Estudo genético quantitativo de características de carcaça e perímetro escrotal, utilizando inferência bayesiana em novilhos nelore. *Biosci. J.* 2010;26(5):789-97.
50. Boligon AA, Albuquerque LG. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. *Pesq. Agropec. Bras.* 2010;45(12):1412-18.
51. Marques EG; Magnabosco CU, Lopes FB, Silva MC. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. *Biosci. J.* 2013;29(1):159-67.
52. Rosa AN. Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. [Tese] Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1999.
53. Schwengber EB, Bezerra LAF, Lôbo RB. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. *Ciênc. Rural.* 2001;31(3)483-86.

54. Azevêdo DMMR, Martins Filho R, Lôbo RNB, Lôbo RB, Moura AAAN, Pimenta Filho EC, Malhado CHM. Produtividade Acumulada (PAC) das Matrizes em Rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. *R. Bras. Zootec.* 2005;34(1):54-9.
55. Carvalho CVD, Bittencourt TCC. Breeding objectives for a Nelore cattle rearing system. *Pesq. Agropec. Bras.* 2015;50(9):814-20.
56. Yokoo MJI, Rosa GJM, Magnabosco CU, Sainz RD, Lôbo RB, Albuquerque LG. Efeitos genéticos que afetam as características de carcaça medidas por ultrassom, em duas diferentes idades, e suas correlações com outras características de importância econômica em rebanhos da raça Nelore. 46^o Reunião da sociedade brasileira de zootecnia; 2009; Maringá, Brasil. Paraná: Reunião da sociedade brasileira de zootecnia; 2009. p.3.
57. Alves DN, Faria CU, Lôbo RB. Correlações fenotípicas entre crescimento e características de carcaça medidas por ultra-sonografia em bovinos nelore mocho criados em bioma cerrado. Simpósio nacional em ciência animal universidade federal de Uberlândia; 2010; Uberlândia, Brasil. Minas Gerais: I SINCA; 2010. p.4.
58. Munari DP, Zuin RG, Buzanskas ME, Venturini GC, Paz CCP, Caetano SL, Lôbo RB, Bezerra LAF. Genetic Trends For Growth And Carcass Traits In Nelore Beef Cattle. 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production; 2010; Leipzig. Leipzig: Congress on Genetics Applied to Livestock Production; 2010. p.4.
59. Gordo DGM, Baldi F, Lobo RB, Koury Filho W, Sainz RD, Albuquerque LG. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. *J. Anim. Sci.* 2012;90:4223-29.
60. Andrade WBF, Faria CU, Vasconcelos RYG, Pereira CF, Lôbo RB. Estimativas de herdabilidade para características de carcaça medidas por ultra-sonografia em bovinos da raça Nelore Mocho criados em bioma Cerrado. IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal; 2012; João Pessoa, Brasil. Paraíba: SBMA; 2012. p.4.
61. Lobato JFP, Freitas AK, Devincenzi T, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR, Castro I. Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. *Meat Sci.* 2014;98:336-45.
62. Faria CU; Andrade WBF, Pereira CF, Silva RP, Lôbo RB. Análise bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma Cerrado. *Ciênc. Rural.* 2015;45(2):317-22.
63. Lima Neto HR, Bergmann JAG, Gonçalves TM, Araújo FRC, Bezerra LAF, Saiz RD, Lôbo RB, Silva MA. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2009;61(1):251-58.
64. Albuquerque LG, Meyer K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 2001;118:83-92.
65. Dias LT, Albuquerque LG, Tonhati H. Estimativa de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. *R. Bras. Zootec.* 2005;34(6):1914-19.
66. Sakaguti ES, Silva MA, Quaas RL. Avaliação do crescimento de bovinos jovens da raça Tabapuã, por meio de análises de funções de covariância. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(4):864-74.

67. Cyrillo JNSG, Alencar M, Razook AG, Mercadante MEZ, Figueiredo LA. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2004;33(6):1405-15.
68. Ferreira VCP, Penna VM, Bergmann JAG, Torres RA. Interação genótipo-ambiente em algumas características produtivas de gado de corte no Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2001;53(3)1.
69. Bertazzo RP, Freitas RTF, Gonçalves TM, Pereira IG, Eller JP, Ferraz JBS, Oliveira AIG, Andrade IF. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 2004;33(5)1118-11.
70. Mercadante MEZ, Lôbo RB. Estimativas de (co)variâncias e parâmetros genéticos dos efeitos direto e materno de características de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. *R. Bras. Zootec.* 1997;26(6)1124-33.
71. Pimenta Filho EC, Martins GA, Sarmiento JLR, Ribeiro MN, Martins Filho R. Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de característica de crescimento de bovinos Guzerá, no estado da Paraíba. *R. Bras. Zootec.* 2001;30(4):1220-23.
72. Ribeiro MN, Pimenta Filho EC, Martins GA, Sarmiento JLR, Martins Filho R. Herdabilidade para efeitos diretos e maternos de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *R. Bras. Zootec.* 2001;30(4):1224-27.
73. Campêlo JEG, Lopes PS, Torres RA, Silva LOC, Euclides RF, Araújo CV, Pereira CS. Maternal effects on the genetic evaluation of Tabapuã beef cattle. *Genet. Mol. Biol.* 2004;27(4):517-21.
74. Bittencourt TCC, Rocha JCMC, Lôbo RB, Bezerra LF. Estimação de componentes de (co)variâncias e predição de DEP's para características de crescimento pós-desmama de bovinos da raça Nelore, usando diferentes modelos estatísticos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2002;54(3):303-8.
75. Eler JP, Ferraz JBS, Silva PR. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 1996;48(2):203-13.
76. Ferraz Filho PB, Ramos AA, Silva LOC, Souza JC, Alencar MM. Herdabilidades e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para pesos em diferentes idades de bovinos da raça Tabapuã. *Arch. Vet. Sci.* 2002;7(1):65-9.
77. Ferraz Filho PB, Ramos AA, Silva LOC, Souza JC, Alencar MM. Alternative animal models to estimate heritabilities and genetic correlations between direct and maternal effects of pre and post weaning weights of Tabapuã cattle. *Arch. Latinoam. Prod. Animv.* 2004;12(3):119-25.
78. Borjas ARB, Elzo MA, Lôbo RB, Bezerra LAF, Magnabosco CU. Variabilidad genética de medidas alternativas del perímetro escrotal em ganado Nelore. *Livest Res Rural Dev.* 2003;15(10)1.

79. Baldi Rey FS. Relação genética de características de tamanho corporal com características de eficiência reprodutiva e produtiva de fêmeas da raça Canchim. [Dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2006.
80. Azevêdo DMMR, Filho RM, Lôbo RNB, Moura AAAN, Pimenta Filho EC, Malhado CHM. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. R. Bras. Zootec. 2005;34(1):54-9.
81. Yokoo MJ, Werneck JN, Pereira MC, Albuquerque LG, Kouy Filho W, Sainz RD, Lobo RB, Araujo FRC. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. Pesq. Agrop. Bras. 2009;44:197-202.
82. Yokoo MJ, Lôbo RB, Araujo FRC, Bezerra LAF, Sainz RD, Albuquerque LG. Genetic associations between carcass traits measured by realtime ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. J. Anim. Sci. 2010;88(1):52-8.
83. Ritchie H. Available technology tools to produce and deliver final products. Symposium: Using Science and Marketing in Producing and Delivering Value- Added Products in the New Economy. Western Section of the American Society of Animal Science, Bozeman, Montana, 2001.
84. Baldi F, Alencar MM, Albuquerque LG. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita. R. Bras. Zootec. 2010;39(11):2409-17.
85. Malhado CHM, Souza JC, Silva LOC. Correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente entre os pesos de várias idades em bovinos da raça Guzerá no estado de São Paulo. Arch Vet Sci. 2002;7(1):71-5.
86. Mucari TB, Oliveira JA. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. R. Bras. Zootec. 2003;32(6):1604-13.
87. Santos PF, Malhado CHMM, Carneiro PLS. Correlação genética, fenotípica e ambiental em características de crescimento de bovinos da raça Nelore variedade mocha. Arch Vet Sci. 2005;10(2):55-60.
88. Yokoo MJI, Albuquerque LG, Lôbo RB, Bezerra LAF, Araujo FRC, Silva JAV, Sainz RD. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and back fat thickness in Nelore cattle. Livest Sci. 2008;117: 147-54.
89. Magnabosco CU, Sainz RD, Faria CU, Yokoo MJ, Manicardi F, Barbosa V, Guedes CF, Leme PR, Pereira ASC, Araújo FRC, Sanches AC, Lôbo RB. Avaliação Genética e Critérios de Seleção para Características de Carcaça em Zebuínos: Relevância Econômica para Mercados Globalizados. V Simpósio de Produção de Gado de Corte e I Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte; 2006; Viçosa, Brasil. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2006. p.271.
90. Holloway JW, Savell JW, Hamby PL, Baker JF, Stouffer JR. Relationships of empty-body composition and fat distribution to live animal and carcass measurements in *Bos indicus*-*Bos taurus* crossbred cows. J. Anim.Sci. 1990;68:1818-26.

91. Wall, P.B.; Rouse, G.H.; Wilson, D.E.; Tait JR. R.G.; Busby, W.D. Use of ultrasound to predict body composition changes in steers at 100 and 65 days before slaughter. *J. Anim. Sci.* 2004;82:1621-29.
92. Delehant TM, Dahlke GR, Hoffman MP. Using real-time ultrasound during feeding period to predict cattle composition. *Beef Research Report*. Ames: Iowa State University; 1997. 9p.
93. 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. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1437-1442, 2010.
94. Stelzleni AM, Perkins TL, Brown AHJR, Pohlman FW, Johnson ZB, Sandelin BA. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.* 2002;80(12):3150-53.
95. Silva AM. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça canchim. *R. Bras. Zootec* 2000;29(6):2223-30(supl. 2).
96. Martins Filho R, Lôbo RB. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Rev. Bras. Genet.* 1991;14:209-12.
97. Pereira E, Eler JP, Ferraz JBS. Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações como o desempenho ponderal na raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2001;53(6):720-27.
98. Caetano SL, Savegnago RP, Boligon AA, Ramos SB, Chud TCS, Lôbo RB, Munari DP. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nelore cattle. *Livest. Sci.* 2013;155(1):1-7.
99. Guidolin DGF, Grupioni NV, Chud TCS, Urbinati I, Lôbo RB, Bezerra LAF, Paz CCP, Munari DP. Genetic association for growth, reproductive and carcass traits in Guzerá Beef Cattle. 9th World Congresson Genetics Applied to Livestock Production; Leipzig, Germany. Leipzig: Genetics Applied to Livestock Production; 2010. p.4.
100. Falconer DS, Mackay TFC. Introduction to quantitative genetics. 4a ed. New York: Longman Scientific Technical; 1996. 464p.

CAPITULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização da eficiência produtiva e reprodutiva do rebanho é de fundamental importância na bovinocultura de corte nacional, que atualmente vem buscando animais precoces, que se desenvolvam com maior velocidade e, conseqüentemente, permaneçam menos tempo nas pastagens ou nos confinamentos, reproduzindo-se mais precocemente e tendo um ótimo rendimento de carcaça, com carne de boa qualidade.

O mercado produtivo de carne tem levado os programas de melhoramento de bovinos de corte à procura de novas características de interesse econômico com potencial para se tornarem critérios de seleção. No entanto, existem poucos estudos que realizaram estimativas das associações entre características inovadoras e não convencionalmente usadas nos programas de seleção em rebanhos da raça Nelore.

No presente estudo, foram estimados as herdabilidades de caracteres importantes para os sistemas de produção realizando-se as correlações não usuais pelos programas de melhoramento, em busca de respostas para auxiliar os sistemas de produção a serem mais eficientes produtivamente, pela otimização dos recursos ambientais, socioeconômicos e genéticos em cada um dos três componentes do ciclo produtivo (reprodução, produção e produto) com as práticas de manejo.

As estimativas de herdabilidade para os caracteres de produção obtidas neste estudo indicam a existência da variabilidade genética nos rebanhos estudados. Assim, ao utilizarem-se esses caracteres como critérios de seleção, deverá ocorrer rápida resposta à seleção individual, sem causar prejuízo nos outros caracteres.

A herdabilidade dos componentes reprodutivos das fêmeas sofre uma grande influência do meio ambiente, permitindo concluir que para a expressão desses caracteres deve ser corrigida, primeiramente, a influência do meio ambiente, visando minimizar impacto deste na avaliação genética dos animais no momento da seleção.

Nos caracteres de carcaça, a seleção para espessura de gordura subcutânea, tanto entre a 12ª e 13ª costela como na garupa, pode ser realizada através de um desses componentes, não tendo a necessidade de utilizar os dois caracteres nos índices de seleção devido à alta magnitude de correlação entre elas. O mesmo ocorre com os caracteres de perímetro escrotal e as de pesos, uma vez que ao selecionarmos para um desses, conseqüentemente, selecionar-se-á para os outros caracteres.

Contudo, espera-se que os resultados obtidos neste trabalho contribuam, no futuro, para a definição de um índice de seleção a ser utilizado nas avaliações genéticas da raça Nelore, a fim de ponderarem os caracteres de acordo com sua importância econômica, respeitando-se sempre os padrões raciais.