

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS JABOTICABAL

ESTRUTURA POPULACIONAL E PARÂMETROS
GENÉTICOS DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS GUZERÁ

Diego Gomes Freire Guidolin

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Danísio Prado Munari

Co-orientador: Dr. Raysildo Barbosa Lôbo

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS JABOTICABAL**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E PARÂMETROS
GENÉTICOS DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS GUZERÁ**

Diego Gomes Freire Guidolin

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Danísio Prado Munari

Co-orientador: Dr. Raysildo Barbosa Lôbo

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal.

2013

Guidolin, Diego Gomes Freire
G948e Estrutura populacional e parâmetros genéticos de uma
população de bovinos Guzerá / Diego Gomes Freire Guidolin
– Jaboticabal, 2013.
xi, 99p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Danisio Prado Munari
Co-orientador: Raysildo Barbosa Lôbo
Banca examinadora:, Sandra Aidar de Queiroz, Ruy
Alberto Caetano Correa Filho, João Ademir de Oliveira,
Claudia Cristina Paro de Paz
Bibliografia

1. Correlação genética. 2. Endogamia. 3. Herdabilidade. 4.
Tendência genética. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636. 082:636. 2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento
da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal.
Email: dguidolin@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTRUTURA POPULACIONAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS GUZERÁ

AUTOR: DIEGO GOMES FREIRE GUIDOLIN

ORIENTADOR: Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. RAYSIDO BARBOZA LOBO

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

Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI

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

Prof. Dr. JOAO ADEMIR DE OLIVEIRA

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

Profa. Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ

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

Profa. Dra. CLAUDIA CRISTINA PARO DE PAZ

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Prof. Dr. RUY ALBERTO CAETANO CORREA FILHO

Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul / Campo Grande/MS

Data da realização: 25 de janeiro de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIEGO GOMES FREIRE GUIDOLIN – nascido em 10 de Agosto de 1983, na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, filho de Carlos Henrique Guidolin e Edith Gomes Freire Guidolin. Iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Campo Grande, em Julho de 2001 e obteve o título de Zootecnista em Julho de 2005. Em março de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. João Ademir de Oliveira e co-orientação do Prof. Dr. Danísio Prado Munari e da Pesq. Dra. Claudia Cristina Paro de Paz. Foi bolsista CAPES no período de maio de 2008 a março de 2009. Concluiu o mestrado em Fevereiro de 2009 e em Março do mesmo ano iniciou o doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias –UNESP – Campus Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Danísio Prado Munari e coorientação do Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo. Fez estágio internacional junto ao Prof. Dr. Stephen Miller na University of Guelph entre Agosto de 2011 e Julho de 2012. Foi bolsista CAPES de Março de 2009 a Julho de 2012.

"Não sei o que possa parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me com o fato de encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente por descobrir à minha frente".

Sir. Isaac Newton

Ao meu pai Carlos, minha mãe Edith e meu irmão André, por toda a compreensão, paciência, carinho, amor e amizade, por estarem sempre me acompanhando, apoiando e incentivando em todos os momentos.

Ao meu avô Joaquim e minha avó Edith, as melhores lembranças da minha infância estão ligadas a vocês dois.

Ao meu avô Dercy, por ser exemplo de vida e de caráter.

A Carla, minha amiga e companheira, sempre me incentivando a melhorar.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Danísio Prado Munari, pela orientação, confiança e ensinamentos durante esse tempo de aprendizado e convivência.

Ao Prof. Dr. João Ademir de Oliveira e a Pesq. Dra. Claudia Cristina Paro de Paz, pelo apoio e pelas preciosas sugestões e conhecimentos a este trabalho.

A ANCP, na pessoa do Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo, que cedeu os dados dos animais.

Ao Prof. Dr. Raysildo Barbosa Lôbo pela Coorientação e ensinamentos durante o período que passei junto a ANCP.

A Profa. Dra. Sandra Queiroz pela ótima convivência e ensinamentos durante o estágio docência e pelas críticas e sugestões que enriqueceram meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Correa Filho, pela participação na banca e pelo inestimável apoio desde a graduação.

Aos Funcionários da Pós-graduação, e do Departamento de Ciências exatas, pela atenção dispensada.

Aos colegas de graduação Willian, Marcelo, Lu Shiotsuki, Fábio, Karina, Tati, Maurílio, Andréa, Fabíola, Larissa, Paola, Lu Reis e Ivan que sempre me incentivaram.

Ao amigo e colega Airon pela amizade e convivência desde os tempos de graduação.

Aos amigos de Campo Grande, César, Waldyr, João Guilherme, Theo, Maíra, Biga, Ricardo, Cesinha, Luciano, Luis Gustavo e Felipe, que sempre me apoiaram em todos os momentos.

As amigas: Dani “Pega-leve” e Fernanda “Bixete” “Teike-ryze”, pela enorme amizade, e por terem cuidado das minhas meninas enquanto estive fora.

Aos amigos da RKV e as meninas da republica Axa-Vask’s.

Aos meus amigos gaudérios Giovani, Xanxe e Tomás.

Aos colegas Guilherme, Marcos, Tati, Dani, Ismael, Val, Thiago, Salvador, Rodrigo, Guilherme Bio, Jaque, Natália, Priscila, Camila, Bruno, Sabrina e Bia companheiros de departamento, pela incalculável ajuda, disposição e pela excelente convivência.

A Denise, Rodrigo e Tati, o estágio sanduiche, mais do que propiciar conhecimento e cultura permitiu-me descobrir amigos que eu possuía bem do meu lado. Aos amigos que fiz durante a estada no Canadá: Gabriela, Glenn, Jéssica, Dona Cleide, Ricardo, Fabi, Rafa, Laila, Prof. Flávio, Sandra, Daniel, Mariana e Angel.

Dona Mara, por todo o carinho e atenção. E pelo melhor pudim de leite condensado de Americana e região, comparável ao da minha querida vó Edith.

Enfim, a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para minha formação e me ajudaram a tornar uma pessoa melhor, muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
1.Introdução.....	3
2.Revisão de literatura.....	5
2.1. Desenvolvimento ponderal.....	5
2.1.1. Peso ao nascer.....	5
2.1.2. Peso aos 120 dias de idade.....	6
2.1.3. Peso aos 210 dias de idade.....	7
2.1.4. Peso aos 365 dias de idade.....	7
2.1.5. Peso aos 450 dias de idade.....	8
2.1.6. Peso adulto da vaca.....	9
2.2 Características reprodutivas.....	10
2.2.1. Idade ao primeiro parto.....	10
2.2.2. Período de gestação.....	11
2.2.3. Perímetro escrotal.....	12
2.2.4. Produtividade acumulada.....	13
2.3 Características de carcaça.....	14
2.3.1. Área de olho de lombo.....	14
2.3.2. Espessura de gordura.....	15
2.3.3. Espessura de gordura na garupa.....	15
3 Referencias bibliográficas.....	16

CAPITULO 2 – ESTRUTURA POPULACIONAL E RELAÇÃO DO COEFICIENTE DE ENDOGAMIA COM VALORES GENÉTICOS E SELEÇÃO DE BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ.....	27
RESUMO.....	27
1.Introdução.....	28
2.Material e métodos.....	29
3.Resultados e discussão.....	31
4.Conclusões.....	43
5.Referencias bibliográficas.....	43
6.Apêndice.....	46
CAPITULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE QUALIDADE DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ.....	47
RESUMO.....	47
1.Introdução.....	48
2.Material e métodos.....	49
3.Resultados e discussão.....	52
4.Conclusões.....	75
5.Referencias bibliográficas.....	76
6.Apêndice.....	81

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2 – ESTRUTURA POPULACIONAL E RELAÇÃO DO COEFICIENTE DE ENDOGAMIA COM VALORES GENÉTICOS E SELEÇÃO DE BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

Tabela		Página
1	Número (N) e porcentagem (%) de indivíduos, coeficiente médio de endogamia (F) e respectivos desvios padrão (DP) e valores mínimos e máximos de endogamia para cada classe de F.....	32
2	Número de gerações, animais (N), coeficiente de endogamia (F), parentesco médio (PM) e tamanho efetivo da população (Ne) por geração.....	33

CAPITULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE QUALIDADE DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

Tabela		Página
1	Número de animais, pais, mães e de grupos de contemporâneos (GC) considerados para análises de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12 ^a e a 13 ^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC).....	51

2	Médias (M), desvio padrão (DP), valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) para as características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12 ^a e a 13 ^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC).....	53
3	Média das estimativas de herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações ambientais (abaixo da diagonal) para as características Área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12 ^a e a 13 ^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC), em rebanhos da raça Guzerá, participantes de um programa de avaliação genética.....	55

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 2 – ESTRUTURA POPULACIONAL E RELAÇÃO DO COEFICIENTE DE ENDOGAMIA COM VALORES GENÉTICOS E SELEÇÃO DE BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

Figura		Página
1	Variação observada no valor genético estimado de P120m em relação à classe de F.....	35
2	Variação observada no valor genético estimado de P365 em relação a classe de F.....	35
3	Variação observada no valor genético estimado de P450 em relação a classe de F.....	36
4	Variação observada no valor genético estimado de PG em relação a classe de F.....	37
5	Variação observada no valor genético estimado de IPP em relação a classe de F.....	37
6	Variação observada no valor genético estimado de PE365 em relação a classe de F.....	38
7	Variação observada no valor genético estimado de PE450 em relação a classe de F.....	38
8	Variação observada no mérito genético total estimado (MGT) em relação a classe de F.....	39
9	Variação observada na média dos valores fenotípicos para P365 em relação a classe de F.....	40

10	Varição observada na média dos valores fenotípicos para P450 em relação a classe de F.....	40
11	Varição observada na média dos valores fenotípicos para PG em relação a classe de F.....	41
12	Varição observada na média dos valores fenotípicos para PE365 em relação a classe de F.....	41
13	Varição observada na média dos valores fenotípicos para PE450 em relação a classe de F.....	42
14	Varição observada na média dos valores fenotípicos para IPP em relação a classe de F.....	42

CAPITULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE QUALIDADE DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

Figura		Página
1	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos diretos (A) e variação dos valores genéticos maternos (B) para peso ao nascer (PN), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (A).....	62
2	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 120 dias de idade (P120), no período de 1987 a 2009. Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	63
3	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso a desmama (P210), no período de 1987 a 2009. Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$) , pelo teste t de Student.....	64
4	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 365 dias de idade (P365), no período de 1987 a 2009. Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	65

5	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 450 dias de idade (P450), no período de 1987 a 2009. Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	66
6	Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos para peso adulto da vaca (PAV), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	67
7	Tendência genética (meses) da média dos valores genéticos para idade ao primeiro parto (IPP), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	68
8	Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	69
9	Variação (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), no período de 1987 a 2009 (A) e Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), do período de 1995 a 2009 (B). Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (B).....	70

10	Variação (dias) da média dos valores genéticos para período de gestação (PG), no período de 1987 a 2009...	71
11	Variação (kg) da média dos valores genéticos para produtividade acumulada (PAC), no período de 1987 a 2009.....	72
12	Variação (cm ²) da média dos valores genéticos para área de olho de lombo (AOL), no período de 1987 a 1999 (A) e Tendência genética (cm ²) da média dos valores genéticos para área de olho de lombo (AOL), no período de 1999 a 2009 (B). Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (B).....	73
13	Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para espessura de gordura (EG), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	74
14	Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para espessura de gordura na garupa (EGP8), no período de 1987 a 2009. Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.....	75

ANÁLISE GENÉTICA DE REBANHOS DE BOVINOS GUZERÁ

RESUMO - O monitoramento dos resultados de um programa de seleção de bovinos de corte serve para avaliar o progresso genético alcançado e para que os resultados obtidos sirvam de elementos orientadores de ações futuras. Neste trabalho, os objetivos foram estimar parâmetros genéticos e tendências genéticas para características de importância econômica em bovinos da raça Guzerá, estimar parâmetros populacionais e os coeficientes de endogamia e relaciona-los com valores genéticos e com o índice de seleção recomendado para a raça (MGT). Para isto, dados de 18.491 animais, oriundos de 43 fazendas foram cedidos pelo Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG). As características estudadas foram área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12^a e a 13^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), aos 120 (P120), aos 210 (P210), aos 365 (P365), aos 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC). Os parâmetros populacionais estimados foram taxa de endogamia por geração, tamanho efetivo da população, intervalo de gerações e o número efetivo de fundadores e de ancestrais. Os parâmetros genéticos e valores genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, em análises uni e bi-características. Tendências genéticas foram obtidas por regressão linear das médias dos valores genéticos anuais, em função do ano de nascimento. A estatística t foi usada e a hipótese nula considerava o coeficiente da regressão como sendo zero. As características apresentaram suficiente variação genética aditiva, sendo passíveis de seleção e estas se mostraram favoravelmente correlacionadas geneticamente, exceto PAC, EG e EGP8, as quais apresentaram baixas correlações genéticas com as demais. As tendências genéticas indicaram que está ocorrendo mudança no valor genético médio dos animais ao longo do tempo para as características estudadas, com exceção feita a PAC, PG e efeito genético materno para PN. É recomendada a inclusão da característica EGP8 no índice indicado para a raça. Foi observado que o aumento do grau de endogamia não influencia no valor genético estimado dos animais. Entretanto, o acasalamento de animais aparentados deve ser evitado.

Palavras-chave: correlação genética, endogamia, herdabilidade, tendência genética

GENETIC ANALYSIS OF GUZERAT BEEF CATTLE

ABSTRACT - Monitoring the results of a breeding program for beef cattle is used to evaluate the genetic progress achieved and the results serve as guiding elements for future actions. In this work, the objectives were to estimate genetic parameters and genetic trends for traits of economic importance in Guzerat beef cattle, estimate population parameters and coefficients of inbreeding and its relationship with breeding values and the selection index recommended for the breed (MGT). For this, data from 18,491 animals from 43 farms were granted by the Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG). The traits studied were rib eye area (REA), fat thickness between the 12th and 13th rib (FT), rump fat thickness (RF), age at first calving (AFC), scrotal circumference at 365 (SC365) and 450 (SC450) days of age, gestation length (GL), mature weight of the cow (MWC), body weight at birth (BWB), 120 (BW120), 210 (BW210), 365 (BW365) and 450 days of age (BW450) and cumulative productivity in females (AP). The population parameters estimated were rate of inbreeding per generation, effective population size, generation interval and the effective number of founders and ancestors. The genetic parameters, breeding values were estimated by restricted maximum likelihood, by one and two-trait analysis. Genetic trends were calculated from a linear regression of mean predicted breeding values (PBV) based on birth year. At-statistic was used to test the hypothesis that the regression coefficient for each equation is equal to zero. The traits showed sufficient additive genetic variation, being capable to respond to selection and proved to be genetically correlated among them, except AP, FT and RF, which showed low genetic correlations with other traits. The genetic trend indicated that the animal's mean breeding value has changed over time for the traits studied, unless AP, GL and the maternal genetic breeding value for BWB. RF should be included in the index indicated for the breed. It was observed that increasing the degree of inbreeding does not influence the animal's breeding value. However, the mating of related animals should be avoided.

Keywords: genetic correlation, genetic trend, inbreeding, heritability

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A raça Guzerá é originária do Estado de Gujarat, localizado no Oeste da Índia, fronteira com o Paquistão. No local, esta é conhecida como Kankrej e é uma raça milenar, dado que estudos arqueológicos descobriram imagens de animais com as mesmas características fenotípicas que o Guzerá em cerâmicas datadas com mais de 5000 anos (SANTIAGO, 1985). A raça é considerada a mais populosa nessa região, sendo muito utilizada para trabalho e produção leiteira. O Guzerá foi introduzido no Brasil em 1870 pelo Barão de duas Barras e por muitos anos foi a raça zebuína mais populosa no Brasil, sendo utilizada para duplo propósito, produzindo leite e carne. Seu contingente começou a diminuir por volta de 1920 quando principalmente as vacas da raça Guzerá foram usadas para a criação da raça Indubrasil. Com o declínio do Indubrasil e o grande aumento na utilização de animais Nelore, principalmente após as últimas grandes importações feitas na década de 1960, o Guzerá manteve-se com um número reduzido de indivíduos.

Por muitos anos, a raça Guzerá foi considerada uma raça de dupla aptidão, fato esse exaltado por grande parte dos produtores. Porém, essa característica com o passar dos anos definiu o insucesso da raça. As exigências do mercado moderno demandam alta produtividade. Por isto, as raças tidas como de dupla aptidão perderam competitividade, pois hoje é sabido que as características para produção leiteira são negativamente correlacionadas com as características de produção (VERCESI FILHO et al., 2007). Portanto, a seleção para produção leiteira provocará piora na produção de carne. Para um produtor manter-se competitivo na atual conjuntura é necessário que ele especialize-se. O uso de animais de desempenho medianos trará retorno econômico mediano e a longo prazo a descapitalização do produtor.

O crescimento da raça depende diretamente da competitividade da mesma em relação às demais, fazendo-se necessária a busca por animais mais produtivos. Nesse aspecto, o processo de melhoramento genético é de suma importância. Devido ao contingente reduzido de animais, é necessário ter cuidado durante o processo de seleção, pois tal prática pode levar a diminuição da variabilidade genética e ao aumento do coeficiente de endogamia na população. Segundo Mc Parland et al. (2007), à medida que o coeficiente de endogamia se eleva há diminuição no desempenho dos animais, além da consequente diminuição do progresso genético.

Trabalhos conduzidos com zebuínos da raça Guzará ainda são escassos quando comparados com a raça Nelore, Pimenta Filho et al. (2001), Malhado et al. (2002), Mucari & Oliveira (2003), Pelicioni et al. (2003), Souza et al. (2004) e Silva et al. (2006) relatam estimativas de parâmetros genéticos para características de desempenho corporal. Duarte & Bastos (2005) estimaram parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto e intervalo entre partos. O uso dessas informações pelos programas de avaliação genética da raça tem permitido desde organizar os dados de várias fazendas até classificar reprodutores quanto ao seu mérito genético. Estes programas oferecem também a possibilidade de orientação quanto à definição dos objetivos e critérios de seleção. Estes tipos de iniciativas ajudam no fomento da raça, não apenas incentivando os criadores já existentes, mas também trazendo novos produtores a se interessar pela raça Guzará. Com o crescente interesse dos fazendeiros, espera-se que mais trabalhos sobre a raça venham a ser publicados.

Os objetivos do presente estudo foram estimar parâmetros genéticos, tendências genéticas para características de importância econômica, estimar parâmetros populacionais e os coeficientes de endogamia e avaliar sua relação com valores genéticos e com o índice de seleção recomendado para a raça (MGT), visando monitorar e fornecer subsídios ao programa de melhoramento da raça Guzará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Desenvolvimento ponderal

Em sistemas de produção de gado de corte, a receita resulta principalmente da venda dos animais a desmama ou ao abate. Consequentemente, o ganho de peso nos períodos pré e pós-desmama são fatores determinantes da lucratividade na criação de bovinos, juntamente com o desempenho reprodutivo dos animais. Os pesos corporais, nas mais variadas idades, são características utilizadas nos programas de avaliação genética em razão da sua importância para a eficiência da cadeia produtiva de bovinos de corte.

2.1.1.Peso ao nascer

As características de interesse econômico sofrem influência não apenas do genótipo do animal, mas também do ambiente onde ele está inserido. No caso de características pré-desmama este ambiente é muito influenciado pela habilidade materna da vaca. Entre o nascimento e a desmama, a vaca pode influenciar o fenótipo de sua progênie devido a qualidade e quantidade de nutrientes fornecidos pela produção de leite, além da proteção proporcionada ao bezerro, sendo estes os fatores ambientais mais importantes para a determinação do crescimento do animal nesta fase. A expressão da habilidade materna no desempenho do bezerro pode ser confundida com a expressão dos genes para crescimento recebidos de seus pais. A separação dos efeitos genéticos aditivos direto e materno e de ambiente permanente da mãe não é simples, nem mesmo em análises unicaracterística, uma vez que são necessárias diversas relações de parentesco e medidas repetidas da vaca, o que nem sempre é possível obter em dados de campo (DIAS et al., 2005).

A característica peso ao nascer (PN) é de grande importância, pois é correlacionada positivamente com as demais características de peso, que são medidas posteriormente. Apesar do interesse em buscar animais mais pesados para o abate, do ponto de vista reprodutivo é importante não elevar demais os

pesos ao nascimento para evitar partos distócicos, o que pode levar a perda da matriz e do bezerro. Por isso, os programas de melhoramento genético buscam animais que possuam um valor de peso ao nascer intermediário, selecionando assim animais que não possuam peso ao nascer tão baixo, indicativo de animais mais leves nas idades seguintes, e animais que não possuam peso muito elevado ao nascer, que pode levar a problemas no momento do parto, principalmente em primíparas.

Devido sua importância, inúmeros são os trabalhos com zebuínos sobre peso ao nascer na literatura. Martins et al. (2000), Albuquerque & Meyer (2001), Pelicioni et al. (2003), Holanda et al. (2004), Pico et al. (2004), Dias et al. (2005), Silva et al. (2006), Boligon et al. (2009), Melucci et al. (2009) e Ribeiro et al. (2009) obtiveram estimativas de herdabilidade direta e materna que variaram de média a alta magnitude, indicando que esta característica é passível de seleção.

2.1.2 Peso aos 120 dias de idade

As características de crescimento são afetadas não somente pelo genótipo do animal, mas também, por fatores ambientais tais como ano e estação de nascimento e pelos ambientes pré e pós natal fornecidos pela mãe. A característica peso aos 120 dias de idade (P120) tem sua importância econômica, pois é medida logo após o pico da curva de lactação em bovinos, que acontece entre o segundo e terceiro mês de lactação. A estimativa das herdabilidades direta e materna é de grande interesse, pois indica animais que possuam qualidades tanto para ganhar peso quanto para produzir bezerros mais pesados.

Albuquerque & Meyer (2001), Pelicioni et al. (2003), Siqueira et al. (2003) e Cyrillo et al. (2004) obtiveram estimativas de herdabilidade direta e materna que variaram respectivamente de 0,02 a 0,29 e 0,05 a 0,14 em zebuínos. Essas estimativas indicam valores baixos, o que dificultaria a seleção para essa característica. Assim, a realização de outros estudos poderia contribuir para obter novas respostas quanto aos fatores que influenciam essa característica.

2.1.3 Peso aos 210 dias de idade

O peso aos 210 dias de idade (P210), que representa o peso a desmama, é correlacionado positivamente com as características de peso medidas em idades futuras e também com características indicativas de precocidade sexual e de qualidade de carcaça. Tanto do ponto de vista comercial quanto do melhoramento, a desmama é uma idade chave pois é nela que pode ocorrer a primeira seleção. Por isso, faz-se necessária a correta avaliação dos animais já nessa época. Os trabalhos relacionados a peso a desmama em zebuínos são abundantes: Martins et al. (2000), Albuquerque & Meyer (2001), Pimenta Filho et al. (2001), Malhado et al. (2002), Mucari & Oliveira (2003), Pelicioni et al. (2003), Cyrillo et al. (2004), Holanda et al. (2004), Pico et al. (2004), Souza et al. (2004), Jacinto et al. (2005), Silva et al. (2006), Boligon et al. (2009), Melucci et al. (2009) e Ribeiro et al. (2009). As estimativas de herdabilidades obtidas por esses autores são de média a alta magnitude, indicando que a característica sofre influência de caracteres genéticos de ação aditiva e responde bem a seleção, além de possuir correlação genética favorável com características de desenvolvimento corporal medidas mais tardiamente, perímetro escrotal, idade ao primeiro parto e área de olho de lombo (GUIDOLIN et al., 2010, GUIDOLIN et al., 2012), acarretando melhora no desempenho das demais.

2.1.4. Peso aos 365 dias de idade

O peso aos 365 dias de idade (P365) é importante por ser a primeira medida tomada após o desmame, sendo utilizada como um dos principais parâmetros da avaliação do crescimento de animais criados a pasto. Estimativas de herdabilidade para peso aos 365 dias de idade em bovinos de corte zebuínos são amplamente encontradas na literatura. Pimenta Filho et al. (2001), Mucari & Oliveira (2003), Pelicioni et al. (2003), Souza et al. (2004), e Silva et al. (2006) estudando animais Guzerá e Bittencourt et al. (2002), Cyrillo et al. (2004), Toral et al. (2004), Frizzas et al. (2009) e Grossi et al. (2009) estudando rebanhos da raça Nelore, estimaram herdabilidades que variaram de 0,13 a 0,48. Estimativas com maior variação, de 0,05 a 0,51 foram

reportadas por Fridrich et al. (2005), analisando dados de animais da raça Tabapuã aos 365 dias de idade. Utilizando-se de meta-análise, envolvendo dados de 186 artigos publicados, Giannotti et al. (2005) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,27 para peso aos 365 dias de idade em bovinos da raça Nelore. Com a finalidade de estimar associação genética entre os pesos dos animais da raça Guzerá, criados no estado de São Paulo, Malhado et al. (2002), obtiveram correlações genéticas iguais a 0,75, entre os pesos corporais aos 205 e aos 365 dias de idade; 0,61, entre peso aos 205 e 550 dias de idade e 0,65, entre P365 e P550.

2.1.5. Peso aos 450 dias de idade

Conforme Lôbo et al. (2008), o peso aos 450 dias de idade (P450) expressa o potencial de ganho em peso no período pós-desmama. A mensuração do peso corporal aos 450 dias de idade como uma característica indicativa do peso ao abate é realizada com o intuito de reduzir o intervalo de gerações e maximizar o ganho genético anual, possibilitando um aceleração do progresso genético para a característica. Estudando bovinos da raça Nelore, Yokoo et al. (2007), estimaram herdabilidade para P450 de $0,48 \pm 0,04$. Siqueira et al. (2003), trabalhando com 51 rebanhos participantes do Programa Nelore Brasil, estimaram herdabilidade de 0,51. Estimativas semelhantes foram encontradas por Garnero et al. (2002) e Guidolin et al. (2012), sendo as estimativas de 0,48 e 0,51, respectivamente. Sirol (2007), trabalhando com 116406 bovinos, também participantes do Programa Nelore Brasil, obteve menor estimativa de herdabilidade (0,34). Pelicioni et al. (2003) estimaram valores de herdabilidade por volta de 0,2, utilizando registros de 5662 animais da raça Guzerá. De acordo com estes estudos, esta característica possui estimativas de herdabilidade de moderada a alta, demonstrando que pode responder bem à seleção, além de possuir correlações genéticas favoráveis com as demais medidas de peso corporal.

2.1.6 Peso adulto da vaca

Para se manter competitivo no mercado da pecuária atual, o produtor deve buscar formas de aumentar seu lucro de várias maneiras e um modo muito eficiente, mas comumente deixado de lado pela maioria é diminuir seus custos de produção. Nesse contexto, faz-se necessária a observação do peso corporal das matrizes de um rebanho, dado que o tamanho, do qual o peso corporal é um dos melhores indicadores, afeta os custos de manutenção e a eficiência biológica e econômica dos rebanhos.

Cerca de 71% do consumo de energia dos sistemas de produção é verificado na manutenção dos animais. Destes, 70% referem-se à manutenção de vacas de cria (ROSA, 1999). Portanto, praticamente metade de toda a energia utilizada na produção de carne é consumida na manutenção das vacas. A demanda desta energia, por sua vez, é dependente do biótipo dos animais e quanto maior este biótipo, ou mais produtivo, maior os seus requerimentos para manutenção e produção. O Brasil caracteriza-se por produzir carne bovina basicamente a pasto, sabendo que a oferta, tanto em qualidade quanto em quantidade de alimento, não é homogênea durante o ano inteiro. Assim, torna-se necessário buscar animais que tenham requerimento nutricional de manutenção menos elevado, para que suas exigências nutricionais sejam supridas mais facilmente e portanto possam utilizar a energia obtida por meio dos alimentos para produzir mais carne.

A busca por animais mais pesados para o abate pode acarretar em resultado desfavorável quando olharmos pela perspectiva que as vacas produzidas também serão maiores e necessitarão de maior porte nutricional para sua manutenção. O controle do peso adulto das vacas (PAV) faz-se importante nesse aspecto e deve-se controlar o tamanho corporal destas para que não ocorra um aumento no custo de produção. Rosa et al. (2001) verificaram que a herdabilidade para essa característica é em torno de 0,2 para animais da raça Nelore, criados a pasto. Os autores observaram também que o tamanho médio das vacas era em torno de 447kg e demonstraram que há variabilidade para a característica, indicando que para a seleção seria

interessante buscar vacas que se encontravam perto da média, evitando os extremos de peso corporal.

2.2 Características reprodutivas

Em geral, no Brasil, a seleção de características ligadas à reprodução apresenta, em sua maioria, dificuldades, tanto na colheita de dados, quanto na predição de valores genéticos, além de apresentarem baixa herdabilidade (SILVA et al., 2005). Todavia, a inclusão de características reprodutivas no objetivo de seleção é de grande importância para a lucratividade do produtor (KRUPA et al., 2005, WOLFOVÁ et al., 2005, BITTENCOURT et al., 2006 e BRUMATTI et al., 2011) já que a pecuária de ciclo longo já não é tão atrativa devido aos altos custos com os animais até que estes atinjam o peso de abate ou iniciem a reprodução.

2.2.1 Idade ao primeiro parto

A idade ao primeiro parto (IPP) está diretamente relacionada com a puberdade dos animais e é obtida pela diferença entre a data do primeiro parto e a data de nascimento da fêmea. Esta característica tem grande importância econômica, pois a antecipação da entrada das novilhas em reprodução proporciona maior vida útil às vacas, além de ser a única maneira de diminuir o intervalo de gerações das fêmeas (PELICIONI et al., 1999).

Apesar de ser de fácil mensuração, observada precocemente na vida da matriz e sua obtenção não implicar em custos extras para o sistema de produção, a IPP sofre influência direta do manejo adotado na fazenda. O manejo tradicional, de pré-estabelecer uma idade ou peso para as fêmeas entrarem em reprodução, diminui a variabilidade da característica, dificultando a identificação das fêmeas mais precoces. Desta forma, herdabilidades de diferentes magnitudes são relatadas para esta característica. A média observada na literatura para herdabilidade de IPP em animais zebuínos foi de 0,14, sendo que foram obtidas estimativas que variaram de 0,02 a 0,37

(GRESSLER et al., 2000; MERCADANTE et al., 2000; PEREIRA et al., 2001a; PEREIRA et al., 2001 b; GARNERO et al., 2002; PEREIRA et al., 2002; BERTAZZO et al., 2004; SILVEIRA et al., 2004; DIAS et al., 2004a, b; DUARTE; BASTOS 2005; GRESSLER et al., 2005, GROSSI et al., 2008 e GROSSI et al., 2009). Diversos autores sugerem que a seleção de novilhas com base em menores IPP poderia levar a progressos genéticos consideráveis (MERCADANTE et al., 2000; BERTAZZO et al., 2004 e DIAS et al., 2004a, b). Por estes motivos, a IPP vem sendo utilizada para avaliar a precocidade das fêmeas nos programas de melhoramento genético.

2.2.2 Período de gestação

O período de gestação (PG) é geralmente correlacionado com o peso ao nascer e com a facilidade de parto, não sendo esta considerada uma característica economicamente importante quando avaliada isoladamente, mas como uma característica reprodutiva auxiliar no processo de seleção. Rocha et al. (2005) verificaram variação genética entre animais Nelore para o período de gestação, principalmente quando o PG é considerado como característica do bezerro, sugerindo a inclusão desta em programas de seleção. Entretanto, essas informações ainda são escassas para animais zebuínos, principalmente para a raça Guzerá.

Koger (1980) e Browning Jr. et al. (1996) observaram gestações mais curtas nas mães de mestiços *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*. Segundo Baruselli et al. (2007), a gestação de *Bos taurus indicus* é em média 10 dias mais longa que a de *Bos taurus taurus*. Cavalcante et al. (2001) e Rocha et al. (2005) observaram que o período de gestação de bezerros macho era maior que o de fêmeas. Paz et al. (2010) observaram, por meio de análise bi-característica, estimativas de herdabilidade em animais da raça Nelore em torno de 0,20 e 0,22. Portanto, há indícios de um importante componente genético para esta variável.

Vários autores vêem com reservas a utilização do período de gestação como um critério de seleção. Bourdon & Brinks (1982) questionaram a eficácia

de redução da gestação como critério de seleção. A seleção para maior taxa de crescimento e moderado peso ao nascer seria mais efetiva do que a seleção para crescimento e gestação mais curta, pois a primeira opção poderia tanto diminuir a gestação como alterar a curva de crescimento. Martinez et al. (1983) observaram que a taxa de mortalidade em animais da raça Holandesa está diretamente ligada à duração da gestação, sendo que a média de duração foi 1,2 dias menor para as gestações cujos bezerros morreram logo após o nascimento em relação às que resultaram em bezerros sobreviventes. Silva et al. (1992) relataram que gestações mais curtas ou mais longas estão associadas com problemas de parto e, por essa razão, a alteração desse período pela seleção provavelmente não seria justificável. Porém, faz-se necessário o acompanhamento do desempenho do rebanho para esta característica, justamente para evitar valores extremos que possam levar a algum problema de parto e eventual perda da matriz e/ou do bezerro.

2.2.3 Perímetro escrotal

O perímetro escrotal (PE) observado à puberdade é uma medida de crescimento de fácil obtenção e de herdabilidade moderada que vem sendo utilizada como critério de seleção para fertilidade nos machos e precocidade nas fêmeas (GRESSLER et al., 2000 e PEÑA et al., 2001). Nos machos há um crescimento acentuado da massa testicular no início da puberdade, devido à ação de hormônios gonadotróficos. Faz-se necessária a mensuração nas idades corretas, pois quando o animal é jovem ou já está em uma idade avançada, a circunferência escrotal está mais ligada ao peso corporal, não sendo um bom indicativo de precocidade sexual. Estudos têm mostrado que maiores medidas de perímetro escrotal nos touros estão associadas a maior precocidade reprodutiva e menor IPP em suas filhas (PEREIRA et al., 2001a; PEREIRA et al., 2002 e SILVEIRA et al., 2004).

Vários são os estudos com animais zebuínos, tais como aqueles desenvolvidos por Gressler et al. (2000), Garnero et al. (2002), Gressler (2004), Frizzas et al. (2009) e Grossi et al. (2009), que obtiveram estimativas de herdabilidade que variaram de 0,24 a 0,52 para perímetro escrotal medido aos

365 dias de idade. Para perímetro escrotal medido aos 450 dias de idade, Grossi et al. (2009) estimaram valores de 0,65 enquanto que Garnero et al. (2002) e Gressler (2004) obtiveram estimativas de 0,52 e 0,59, respectivamente.

2.2.4 Produtividade acumulada

A Produtividade Acumulada (PAC) é um 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, esta depende diretamente da idade ao primeiro parto (IPP), do intervalo entre partos (IEP) e do tempo de permanência da vaca no rebanho. A PAC expressa a capacidade da fêmea em parir regularmente, com menor idade e de desmamar animais com maior peso (LÔBO et al., 2004).

O índice PAC é obtido com a seguinte expressão (LÔBO et al., 2000):

Em que:

$$PAC = \frac{P_d \times n_p \times C_{365}}{IVP_n - C_{550}}$$

PAC = produtividade acumulada;

P_d = peso médio dos bezerros a desmama padronizado para 210 dias de idade;

n_p = número total de bezerros produzidos;

C_{365} = constante igual a 365 dias que permite expressar a fertilidade em base anual;

IVP_n = idade da vaca ao ultimo parto;

C_{550} = constante igual a 550 dias considerando que a meta do Programa de melhoramento genético da raça Guzerá para IPP é de 30 meses.

Assim, a PAC obtida para uma primípara cuja IPP foi exatamente 30 meses (915 dias de idade), corresponde ao peso a desmama de sua primeira progênie.

$$PAC = \frac{P_d \times n_p \times C_{365}}{IVP_n - C_{550}} = \frac{P_d \times 1 \times 365}{915 - 550} = \frac{P_d \times 365}{365} = P_d$$

Schwengber et al. (2001), Azevêdo et al. (2005), Faria et al. (2007) e Grossi et al. (2008) obtiveram estimativas de herdabilidade que variaram de 0,11 a 0,19. Os autores afirmam que pelas estimativas de herdabilidade obtidas, a inclusão da PAC em um índice de seleção acarretaria em uma melhora na produção de kg de bezerro desmamado por vaca/ano.

2.3 Características de carcaça

As oportunidades de expansão do mercado de carne bovina brasileira estão intimamente associadas à qualidade da carne. Atualmente a produção de carcaça com peso e rendimento adequado e com quantidade mínima de gordura subcutânea, de forma a garantir a qualidade da carne durante o processo de resfriamento, é um dos pontos de interesse para os produtores de carne bovina. A variação da qualidade de carne bovina é devida a pouca padronização dos sistemas de produção, da genética do rebanho bovino, bem como da inabilidade em identificar as carcaças que produzem maior quantidade de carne com melhor qualidade (SHACKELFORD et al., 1991). Desta maneira, vários estudos estão sendo conduzidos buscando melhoria na qualidade da carne bovina produzida no mundo.

2.3.1 Área de olho de lombo

A área de olho de lombo (AOL) é uma característica medida transversalmente no músculo *Longissimus dorsi* (“contra-filé”) na região entre a 12^a e 13^a costelas, expressa em centímetros quadrados (cm²) e está relacionada à quantidade de músculo, com o rendimento da carcaça e, principalmente, com os cortes nobres. Yokoo et al. (2009), Yokoo et al. (2010) e Zuin et al. (2012) trabalhando com animais da raça Nelore, obtiveram estimativas de menor magnitude, iguais a 0,37, 0,29 e 0,28, respectivamente. Tanto a AOL como as espessuras de gordura subcutânea (EG e EGP8) devem ser ajustadas para peso ou idade do animal no dia da mensuração, sendo que os modelos que incluíram a covariável peso apresentaram nas análises coeficiente de determinação mais alto que aqueles que incluíram apenas idade.

2.3.2 Espessura de gordura

A deposição de gordura é considerada uma variável importante no contexto de crescimento animal, pois é determinante na precocidade do mesmo (SUGUISAWA, 2002). A quantidade de gordura corporal pode ser alterada pelo tipo da dieta fornecida aos animais, entretanto, o local de deposição e a eficiência do processo são características intrínsecas ao animal (BERG & BUTTERFIELD, 1976). A espessura de gordura subcutânea (EG) é uma característica mensurada na região entre a 12^a e 13^a costelas, a qual quantifica a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus dorsi* e é expressa em milímetros (mm).

A gordura subcutânea é importante para indústria da carne, pois atua como isolante térmico durante o processo de resfriamento da carcaça, que deve ser feito de forma lenta e gradual para não causar encurtamento das fibras musculares, e conseqüente endurecimento da carne. A falta de gordura também causa perda excessiva de água ocasionando, além da perda de peso, o escurecimento da carne durante o período de resfriamento. Segundo Prado et al. (2005), por afetar diretamente a velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como um isolante térmico, a espessura de gordura vem se tornando um importante indicativo de qualidade da carne.

2.3.3 Espessura de gordura na garupa

Em estudos realizados com animais da raça Nelore foi observado que a deposição de gordura na garupa ocorre mais precocemente que nas costelas (MAGNABOSCO et al., 2003 e YOKOO et al, 2008). A espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) também é medida em mm, entre a intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* localizada entre o ílio e o ísquio. Tais medidas se relacionam com a precocidade de crescimento e de acabamento. Yokoo et al. (2010) e Zuin et al. (2012) estudando bovinos da raça Nelore, observaram diferentes estimativas de herdabilidade para espessura de gordura na garupa (EGP8), 0,39 e 0,25, respectivamente. Vale ressaltar que Zuin et al. (2012) utilizaram para as análises o banco de dados previamente estudado por Yokoo et al. (2010) com a adição de mais animais,

pode-se esperar a obtenção de estimativas mais confiáveis a medida que se utiliza maior número de informações utilizadas.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.118, p. 83-92, 2001.

AZEVEDO, D. M. M. R.; FILHO, R. M.; LÔBO, R. N. B.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. A. A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MALHADO, C. H. M. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p. 54–59, 2005.

BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.205-211, 2007.

BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. First edition, New York, 1987. 240p.

BERTAZZO, R. P.; FREITAS, R. T. F.; GONÇALVES, T. M.; PEREIRA, I. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, A. I. G.; ANDRADE, I. F. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1118-1127, 2004.

BITTENCOURT, T. C. C.; ROCHA, J. C. M. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. 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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.3, p. 303-308, 2002.

BITTENCOURT, T. C. C.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. Objetivos de seleção para sistemas de produção de gado de corte em pasto: ponderadores econômicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.196-204, 2006.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2320-2326, 2009.

BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.55, p.543-553, 1982.

BROWNING JR. R.; LEITE-BROWNING, M. L.; LEWIS, A. W. Sire breed of calf influences peripartum endocrine profiles and postpartum anestrus in Brahman cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.13, n.6, p.511-517, 1996.

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

CAVALCANTE, F. A.; MARTINS FILHO, R. M.; CAMPELLO, C. C.; LOBO, R. N. B.; MARTINS, C. A. Período de gestação em rebanho Nelore na Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1451-1455, 2001.

CYRILLO, J. N. S. G.; ALENCAR, M. M.; RAZOOK, A. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; FIGUEIREDO, L. A. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1405-1415, 2004.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.370-373, 2004a.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade para a idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 97-102, 2004b.

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

DUARTE, M. L. P. R.; BASTOS, J. F. P. Avaliação de característica reprodutivas de um rebanho da raça Guzará. **Cultura Agronômica**, v.14, n.1, p.1-15, 2005.

FARIA, C. U. MAGNABOSCO, C. U. REYES, A. LÔBO, R. B. BEZERRA, L. A. F. SAINZ, R. D. Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nellore cattle (*Bos indicus*). **Genetic Molecular Biology**. v. 30, n. 2, p. 343–348, 2007.

FRIDRICH, A. B.; SILVA, M. A.; FRIDRICH, D.; CORRÊA, G. S. S.; SILVA, L. O. C.; SAKAGUTI, E. S.; FERREIRA, I. C.; VALENTE, B. D. Interação genótipo × ambiente e estimativas de parâmetros genéticos de características ponderais de bovinos Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57 n.5, p.663-672, 2005.

FRIZZAS, O. G.; GROSSI, D. A.; BUZANSKAS, M. E.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, J. A.; MUNARI, D. P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nellore cattle. **Animal**, v.3, n.3, p. 347–351, 2009.

GARNERO, A. D. V.; FERNANDES, M. B.; FIGUEIREDO, L. F. C.; LÔBO, R. B. Influência da Incorporação de Dados de Progênies na Classificação de Touros da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 918-923, 2002.

GIANNOTTI, J. D. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1173-1180, 2005.

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

GRESSLER, S. L. **Fatores ambientais e genéticos do perímetro escrotal e da idade ao primeiro parto em novilhas Nelore desafiadas tradicional ou precocemente**. 2004. 139f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

GRESSLER, S.L.; PEREIRA, J.C.C.; BERGAMANN, J.A.G.; ANDRADE, V.J.; PAULINO, M.F.; GRESSLER, S.L. Aspectos genéticos do peso à desmama e de algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.533-538, 2005.

GROSSI, D. A.; FRIZZAS, O. G.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, J. A.; MUNARI, D. P. Genetic associations between accumulated productivity, and reproductive and growth traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.139-146, 2008.

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

GUIDOLIN, D. G. F.; GRUPIONI, N. V.; CHUD, T. C. S.; URBINATI, I.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P. Genetic association for growth, reproductive and carcass traits in Guzerá beef cattle. In: World Congress of Genetics Applied to Livestock Production. **Resumos...** Leipzig, Germany, 2010.

GUIDOLIN, D. G. F.; BUZANSKAS, M. E.; VENTURINI, G. C.; RAMOS, S. B.; LÔBO, R. B.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P.; OLIVEIRA, J. A. Genotype-environment interaction for post-weaning traits in Nellore beef cattle. **Animal production science**, v.52. p.975-980, 2012.

HOLANDA, M. C. R.; BARBOSA, S. B. P.; RIBEIRO, A. C.; SANTORO, K. R. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.53. p.185-194, 2004.

JACINTO, E. J.; MARTINS FILHO, R.; MALHADO, C. H. M.; AZEVEDO, D. M. M. R.; CARNEIRO, P. L.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; MACHADO, C. H. C.; SOUZA, J. C. Adequação de modelos para estimativa de parâmetros genéticos relativos ao peso aos 205 dias de idade em bovinos da raça Tabapuã, criados na região Nordeste. **Ciência Agrícola**, v. 36. n. 2. p.221-226, 2005.

KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing zebu cattle. **Journal of Animal Science**, v.50, n.6, p.1215-1220, 1980.

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

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; GARNERO, A. V.; SCHWENGBER, E. B.; MARCONDES, C. R. (2000). Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes: Sumário 2000. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo/GEMAC.

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. U.; ZAMBIANCHI, A. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; BERGMANN, J. A. G.; SAINZ, R. D. (2004). Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo/GEMAC.

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C.; ALBUQUERQUE, L. G.; BERGMANN, J. A. G.; SAINZ, R. D.; OLIVEIRA, H. N. (2008). Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2008. Ribeirão Preto, ANCP, 124 p.

Mc PARLAND, S.; KEARNEY, J. F.; RATH, M.; BERRY, D. P. Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4411–4419, 2007.

MAGNABOSCO, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; MANICARDI F. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

MALHADO, C. H. M.; SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; FERRAZ FILHO, P. B. Correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente entre os pesos de várias idades em bovinos da raça Guzerá no estado de São Paulo. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.1, p.71-75, 2002.

MARTINEZ, M. L.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Genetic and relationship between calf livability and calving difficulty of Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.66, p.1494-1502, 1983.

MARTINS, G. A.; MARTINS FILHO, R.; LIMA, F. A. M.; LÔBO, R. N. B. Influência de fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.103-107, 2000.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Estimativas de (co) variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MELUCCI, L. M.; BIRCHMEIER, A. N.; CAPPA, E. P.; CANTET, R. J. C. Bayesian analysis of selection for greater weaning weight while maintaining birth weight in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.87. p.3089-3096, 2009.

MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise Genético-Quantitativa de Pesos aos 8, 12, 18 e 24 Meses de Idade em um Rebanho da Raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003.

PAZ, C. C. P. BUZANSKAS, M. E. MOREIRA, H. L. ZUIN, R. G. SAVEGNAGO, R. P. LÔBO, R. B. BEZERRA, L. A. F. MUNARI, D. P. (2010). Genetics association between reproductive traits in Nelore beef cattle. In: World Congress of Genetics Applied to Livestock Production. **Resumos...** Leipzig, Germany, 2010.

PELICIONI, L. C.; MUNIZ, C. A. S. D.; QUEIROZ, S. A. Avaliação do desempenho ao primeiro parto de fêmeas Nelore e F1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.729-734, 1999.

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

PEÑA, C. D. O.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 93-100, 2001.

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

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

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p. 703-708, 2002.

PICO, B. A.; NESER, F. W. C.; VAN WYK, J. B. Genetic parameters for growth traits in South African Brahman cattle. **South African Journal of Animal Science**, v. 34, supl. 2, p. 44-46, 2004.

PIMENTA FILHO, E. C.; MARTINS, G. A.; SARMENTO, J. L. R.; RIBEIRO, M. N.; MARTINS FILHO, R. Estimativas de Herdabilidade de Efeitos Direto e Materno de Características de Crescimento de Bovinos Guzerá, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p. 1220-1223, 2001.

PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; MOLETTA J. L.; MACEDO, L. M. A.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; SOUZA, N. E.; VISENTANER, J. Características da carcaça e da carne de novilhas búfalas terminadas em confinamento, em função do uso de promotor de crescimento ou de esferas de chumbo no útero. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2046-2056, 2005.

RIBEIRO, S. H. A.; PEREIRA, J. C. C.; VERNEQUE, R. S.; SILVA, M. A.; BERGMANN, J. A. G. Efeito da covariância genética aditivo-materna sobre estimativas de parâmetros genéticos e em avaliações genéticas de características de crescimento de animais Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.401-406, 2009.

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

ROSA, A. N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil**. 1999. 120p. Tese (Doutorado em Genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

ROSA, A. N.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N.; BEZERRA, L. A. F.; BORJAS, A. R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.3, p.1027-1036, (supl 1), 2001.

SANTIAGO, A. A. **O zebu na Índia, no Brasil e no mundo**. Instituto Campineiro de ensino agrícola, 1985. 744p.

SCHWENGBER, E. B.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. **Ciência rural**, v. 31, n. 3, p. 483–486, 2001.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. E.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. L. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 1, p.171, 1991.

SILVA, H. M.; WILCOX, C. J.; THATCHER, W. W.; BECKER, R. B.; MORSE, D. Factors affecting days open, gestation length and calving interval in Florida dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.288-293, 1992.

SILVA, J. A. V.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1568-1572, 2005.

SILVA, I. S.; PACKER, I. U.; SILVA, L. O. C.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; MELO, C. M. R. Avaliação de modelos para estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p. 1943-1950, 2006.

SILVEIRA, J. C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A. S.; SILVA, L. O. C.; SILVEIRA, A. C.; GARCIA, J. A. S.; LOUVANDINI, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

SIQUEIRA, R. L. P. G.; OLIVEIRA, J. A.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Análise da Variabilidade Genética Aditiva de Características de Crescimento na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 99-105, 2003.

SIROL, M. L. F. G. **Análise da heterogeneidade de variância em características de crescimento de bovinos da raça Nelore**. 2007. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2007.

SOUZA, J. C.; MALHADO, C. H. M.; SILVA, L. O. C.; LEAL, T. L.; GOMES, C. M.; JACINTO, E. J.; FERRAZ FILHO, P. B. Parâmetros e tendência genética em bovinos da raça guzerá na microrregião mata e agreste no nordeste do Brasil. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.2, n.2, p. 47-52, 2004.

SUGISAWA, L. **Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. 2002. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TORAL, F. L. B.; SILVA, L. O. C.; MARTINS, E. N. et al. Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1445-1455, 2004.

VERCESI FILHO, A. E.; MADALENA, F. E.; ALBUQUERQUE, L. G.; FREITAS, A. F.; BORGES, L. E.; FERREIRA, J. J.; TEODORO, R. L.; FARIA, F. J. C. Parâmetros genéticos entre características de leite, de peso e a idade ao primeiro parto em gado mestiço leiteiro (*Bos taurus* x *Bos indicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.983-990, 2007.

WOLFOVÁ, M.; WOLF, J.; ZHRÁDKOVÁ, R.; PŘIBYL, J.; DAÑO, J.; KRUPA, E.; KICA, J. Breeding objectives for beef cattle used in different production systems 2. Model application to production systems with the Charolais breed. **Livestock Production Science**, v.95, p.217–230, 2005.

YOKOO, M. J. I. ; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; SAINZ, R. D.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.

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

YOKOO, M. J. I. WERNECK, J. N. PEREIRA, M. C. ALBUQUERQUE, L. G. FILHO, W. K. SAINZ, R. D. LOBO, R. B. ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.

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

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

CAPITULO 2 – ESTRUTURA POPULACIONAL E RELAÇÃO DO COEFICIENTE DE ENDOGAMIA COM VALORES GENÉTICOS E SELEÇÃO DE BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

RESUMO - Os objetivos do presente estudo foram estimar parâmetros relacionados a estrutura populacional e os coeficientes de endogamia e sua relação com valores genéticos e com o índice de seleção recomendado para a raça Guzerá (MGT), com o intuito de fornecer subsídios ao programa de melhoramento genético mantido pela ANCP. Para isto, dados de pedigree de 26.160 animais, oriundos de 43 fazendas foram cedidos pelo Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG). Os parâmetros populacionais estimados foram o coeficiente médio de endogamia (F), a taxa de endogamia por geração (ΔF), tamanho efetivo da população (N_e), intervalo de gerações e o número efetivo de fundadores (N_f) e de ancestrais (N_a). As características estudadas foram idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, peso corporal aos 365 (P365), 450 (P450) e mérito genético direto e materno para peso aos 120 dias de idade (P120 e P120m, respectivamente). Ne apresentou-se abaixo de 100, indicando baixa diversidade genética no rebanho estudado. O intervalo entre gerações observado na população é considerado longo, 9,1 anos. O F médio encontrado foi de 0,93% e foi observado que ΔF vem aumentando na ordem de 0,64%, indicando aumento no coeficiente de endogamia da população ao longo das gerações. Foi observado que o aumento do grau de endogamia não influencia no valor fenótipo tampouco no valor genético estimado dos animais e consequentemente no MGT. Entretanto, o acasalamento de animais aparentados deve ser evitado.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação genética utilizando modernas técnicas de estimação dos parâmetros genéticos propiciou aumento na acurácia da seleção e também contribuiu para uma melhor resposta a seleção. Simultaneamente, técnicas de reprodução artificial permitiram aumentar a intensidade de seleção tanto nos machos quanto nas fêmeas bovinas, bem como tornaram possível a diminuição do intervalo de gerações. Apesar das vantagens citadas, o uso intensivo de um número reduzido de animais como reprodutores pode levar à diminuição na variabilidade genética e a um aumento no coeficiente de endogamia em uma população.

Alguns trabalhos relatam que à medida que o coeficiente de endogamia se eleva há diminuição no desempenho produtivo, reprodutivo e sanitário em bovinos, além da diminuição do progresso genético (Mc PARLAND et al., 2007; MAIWASHE et al., 2008; PANETTO et al., 2010). A diminuição na média do desempenho fenotípico é chamada de depressão endogâmica (FALCONER & MACKAY, 1996).

As raças zebuínas encontradas no Brasil tendem a possuir baixa variabilidade genética, devido o pequeno número de animais fundadores e às práticas de seleção aplicadas (PANETTO et al., 2010). Faria et al. (2009), Panetto et al. (2010) e Peixoto et al. (2010) relataram que o coeficiente de endogamia em populações de Guzerá está crescendo ao longo dos anos, o que pode vir a acarretar o aumento do número de animais menos produtivos.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a estrutura da população, tamanho efetivo da população, coeficientes de endogamia, taxa de endogamia por geração e verificar sua influência sobre o valor genético e o mérito genético total (MGT) em uma população de animais Guzerá selecionados para produção de carne, visando fornecer subsídios ao programa de melhoramento genético mantido pela ANCP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com dados de 26.160 animais participantes do Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG), sob gestão da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), com sede no município de Ribeirão Preto, SP. Os dados referem-se a animais de 43 fazendas, sendo 3 na Bahia, 1 no Espírito Santo, 5 em Goiás, 10 em Minas Gerais, 1 no Mato Grosso, 4 no Mato Grosso do Sul, 1 no Paraná, 17 em São Paulo e 1 no Tocantins. Do total de dados (26.160), 3.440 animais não possuíam informação genealógica dos pais, 195 não possuíam informação sobre o pai e 229 sobre a mãe e havia 22.296 animais com informação de ambos os pais.

Os parâmetros populacionais foram calculados utilizando-se o programa ENDOG v 4.0 (GUTIÉRREZ e GOYACHE, 2005). Para estimar o coeficiente de endogamia (F), o *software* calcula a probabilidade de um indivíduo ser portador de dois alelos idênticos por descendência em um determinado locus. A taxa de endogamia por geração (ΔF) é calculada pela fórmula $\Delta F = \frac{(F_t - F_{t-1})}{(1 - F_{t-1})}$, em que

F_t é o coeficiente médio de endogamia estimado na geração t .

Utilizando ΔF obtém-se o tamanho efetivo da população (N_e) sendo $N_e = \frac{1}{2} \times \Delta F$. O N_e está relacionado a variabilidade genética presente em uma população com número equivalente de animais não aparentados. O coeficiente de parentesco médio (PM), definido como a probabilidade de que um alelo escolhido ao acaso entre toda a população seja de um determinado animal, é calculado usando o vetor $c' = (1/n)1'A$, em que "A" é o numerador da matriz de parentesco (NMP) de tamanho $n \times n$. O NMP no presente estudo incluiu 26.160 indivíduos.

O número efetivo de fundadores representa o número esperado de animais que contribuiriam igualmente para produzir a mesma variabilidade genética da população estudada. Este parâmetro tem uma limitação devido ao

fato de ignorar possíveis gargalos genéticos no pedigree (FARIA et al., 2009).

O cálculo do número efetivo de fundadores (N_f) é dado pela fórmula $N_f = \frac{1}{\sum p_i^2}$,

em que p_i é a proporção de alelos da população de referência contribuída pelo i-ésimo fundador.

O número efetivo de ancestrais (N_a) é obtido por $N_a = \frac{1}{\sum p_k^2}$, em que p_k é

a contribuição marginal do k-ésimo ancestral da população. O número efetivo de ancestrais representa o número mínimo de ancestrais (fundadores ou não) que explicam toda a diversidade genética da população.

O cálculo do intervalo de gerações na população foi realizado utilizando apenas informações dos animais com data de nascimento conhecida (18492). Estes animais faziam parte do banco de dados com 26160 animais nascidos entre 1980 e 2009.

Após o cálculo do coeficiente de endogamia de cada animal, foram realizadas análises de regressão linear, utilizando o programa computacional SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), para verificar a associação entre coeficiente de endogamia e valor genético do animal. Assim, para as características consideradas foram utilizados os valores genéticos obtidos para cada animal pelo método da máxima verossimilhança restrita em análise uni-característica e foi verificado se havia qualquer influência do coeficiente de endogamia na variação do valor genético do animal para as características peso corporal aos 365 dias de idade (P365), peso corporal aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), idade ao primeiro parto (IPP), período de gestação (PG) e habilidade materna para peso aos 120 dias de idade (P120m). O índice proposto pela ANCP também foi utilizado nas análises de regressão com o coeficiente de endogamia, o qual é chamado de mérito genético total (MGT) e é composto pelas características acima citadas, na ponderação de 20% para P365, P450 e P120m, 15% para IPP, 10% para PE365 e PE450 e 5% para PG.

A mesma análise de regressão linear, utilizando o programa computacional SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA) foi utilizada para verificar a associação entre coeficiente de endogamia e valor fenotípico do animal para as características peso corporal aos 365 dias de idade (P365), peso corporal aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), idade ao primeiro parto (IPP) e período de gestação (PG). O intuito de realizar essa análise foi verificar a ocorrência de depressão endogâmica na população de animais da raça Guzerá participante do PAGRG

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente médio geral de endogamia da população (F) obtido foi de 0,93% e o coeficiente de parentesco médio (PM) da população foi de 1,09%. Estes resultados estão similares aos encontrados em uma população de animais Guzerá por Peixoto et al. (2010) de 0,9% e 1,1% para F e PM, respectivamente, porém inferiores aos relatados por Schenkel et al. (2002) e Panetto et al. (2010), os quais observaram um coeficiente de endogamia igual a 4% e 13,88% em animais Guzerá, respectivamente. O valor do coeficiente de endogamia obtido no presente estudo pode ter sido subestimado devido ao número considerável de pais desconhecidos (3864) e ao reduzido número de informações no pedigree (26160). Stachowicz et al. (2011) afirmam que quando o pedigree dos animais está incompleto as estimativas de endogamia tendem a ser subestimadas. A magnitude desta variação entre a endogamia real e a estimada varia conforme a quantidade de informação perdida no arquivo de pedigree (LUTAYA et al., 1999). Faria et al. (2009) observaram valor de F igual a 1,75% e utilizaram em suas análises um pedigree com dados de 123165 animais Guzerá, referente a 55% de todos os animais da raça Guzerá registrados pela Associação brasileira de criadores de zebu (ABCZ) a época da publicação do trabalho. Os valores encontrados no presente estudo são de baixa magnitude, todavia faz-se necessário o acompanhamento constante de

tais parâmetros para evitar valores maiores no futuro, os quais poderiam resultar em diminuição do potencial produtivo dos animais. Vale salientar que para controle dos acasalamentos, a ANCP possui uma ferramenta on-line chamada PAG, gestão da qualidade genética, em que o criador pode simular acasalamentos dos animais de seu rebanho levando em conta o seu mérito genético e o grau de parentesco entre os reprodutores, a fim de evitar acasalamentos endogâmicos.

Foram encontrados 14195 indivíduos com $F=0$ e a segunda classe mais frequente de F foi $0 < F \leq 0,032$, com 9873 animais (Tabela 1). As duas classes juntas correspondem por 92% da população estudada. A classe com menor número de animais foi $0,192 < F \leq 0,224$, com apenas 3 observações. Somente 5 indivíduos apresentaram $F > 0,288$ e o maior valor encontrado foi de 0,3125. Outros trabalhos com animais da raça Guzerá, também relatam valores de F , Panetto et al. (2010) encontraram um animal com $F=0,49$ e o maior valor de F relatado por Peixoto et al. (2010) foi de 0,31, resultante semelhante ao do presente trabalho.

Tabela 1. Número (N) e porcentagem (%) de indivíduos, coeficiente médio de endogamia (F) e respectivos desvios padrão (DP) e valores mínimos e máximos de endogamia para cada classe de F.

Classe de F	N	%	F	DP	Min	Max
($F=0$)	14195	54,26223	0	0	0	0
($0 < F \leq 0,032$)	9873	37,74083	8,30E-03	0,00828	0,000003	0,032988
($0,032 < F \leq 0,064$)	1137	4,34633	0,045158	0,01043	0,033008	0,064945
($0,064 < F \leq 0,096$)	453	1,731651	0,07455	0,00813	0,065018	0,096985
($0,096 < F \leq 0,128$)	235	0,898318	0,121533	0,00902	0,098145	0,128956
($0,128 < F \leq 0,16$)	180	0,688073	0,142464	0,01107	0,129028	0,167969
($0,16 < F \leq 0,192$)	5	0,019113	0,183081	0,00659	0,173828	0,188232
($0,192 < F \leq 0,224$)	3	0,011468	0,205729	0,00451	0,203125	0,210938
($0,224 < F \leq 0,256$)	60	0,229358	0,250139	0,00547	0,230469	0,256813
($0,256 < F \leq 0,288$)	14	0,053517	0,269019	0,01045	0,257813	0,287352
($F > 0,288$)	5	0,019113	0,308014	0,01003	0,290070	0,312500

O número de fundadores da população foi de 3864 animais e o tamanho efetivo da população base foi de 335,43 animais. O tamanho efetivo da população (N_e), o coeficiente de endogamia médio (F) e o parentesco médio

entre os indivíduos estão mostrados na Tabela 2. Os resultados indicaram uma tendência de aumento em F e PM e uma diminuição em Ne, resultado semelhante ao relatado por Faria et al. (2004) que estudaram a estrutura genética de um rebanho da raça Sindi. O Ne obtido no presente trabalho se mostra inferior ao limiar crítico estabelecido pela FAO, (1992), classificando o rebanho como vulnerável ($Ne < 100$). A heterozigose por geração começa a decrescer em uma taxa acelerada quando o Ne torna-se menor do que 100. Ne menor do que 50 diminui a heterozigosidade em 1% por geração (MAIJALA, 1990). Segundo o autor, o Ne serve para determinar os níveis de deriva genética e endogamia em uma raça. Devido ao grande número de animais existente e às técnicas modernas de reprodução que permitem introduzir genes de outras populações, é possível aumentar novamente o tamanho efetivo da população a patamares mais interessantes tendo em vista o aumento da diversidade genética na raça pela inclusão de material genético de outros rebanhos existentes de Guzerá.

Tabela 2. Número de gerações, animais (N), coeficiente de endogamia (F), parentesco médio (PM) e tamanho efetivo da população (Ne) por geração.

Geração	N	F	% Endogâmicos	F média de Endogâmicos	PM	Ne
1	5740	0,13	7,3	1,82	0,74	375,3
2	8832	1,04	57,91	1,8	1,24	54,9
3	5898	1,67	81,82	2,04	1,6	79,1
4	1724	2,48	87,53	2,83	1,91	60,6
5	102	2,26	94,12	2,4	2,33	78,59

O valor encontrado para ΔF no presente trabalho foi de 0,64. Esta estimativa pode ser considerada semelhante a Garnero et al. (2008), Faria et al. (2009) e Peixoto et al. (2010). Os resultados indicaram que o grau de endogamia nas populações de bovinos vem aumentando ao longo dos anos, diferentemente do que foi encontrado por Schenkel et al. (2002), os quais verificaram que o ΔF da população de Guzerá estudada era de baixa amplitude (0,01), indicando haver pouco ou nenhum aumento de F durante o período estudado. Pico et al. (2006), trabalhando com animais da raça Brahman na África do Sul, observaram aumento muito pequeno na estimativa de ΔF , aliado

ao baixo valor de F na população (1,31%). Os autores afirmaram não haver necessidade de maiores cuidados com o grau de endogamia na população. Todavia, estes ressaltaram que a utilização da metodologia BLUP para avaliação dos genótipos mais desejáveis implicaria em aumento do coeficiente de endogamia nas gerações futuras, o que pode trazer consequências indesejáveis do ponto de vista zootécnico aos produtores.

Os animais possuíam em média 3 gerações conhecidas e o intervalo médio de gerações estimado no presente trabalho foi de 9,7 anos. Isto evidenciou um intervalo de gerações demasiadamente longo, o que indica o uso de animais velhos para reprodução, diminuindo o ganho genético esperado ao longo dos anos. Comparando com outros valores encontrados na literatura, podemos observar que os resultados obtidos no presente trabalho foram muito superiores aos de Faria et al. (2002), Faria et al. (2010) e Malhado et al. (2010), estudando animais da raça Nelore (5 a 8 anos) e Brahman (5 a 6 anos), respectivamente. Faria et al. (2009) e Peixoto et al. (2010), estudando animais da raça Guzerá, observaram intervalos de geração no valor de 8 e 7,48 anos, respectivamente. Oliveira et al. (2011), estudando sub-populações de bovinos da raça Nelore, verificaram intervalo de geração relativamente próximo do presente estudo, de 9,1 anos.

O número de animais, os valores genéticos e os MGT estimados dos animais por classe de F estão apresentados no Apêndice 1. Nas figuras de 1 a 7 observa-se o valor genético médio dos animais para as características estudadas por classe de endogamia. Verificou-se que não houve alteração na média dos valores genéticos à medida que se aumenta a classe de F. A seleção pelo mérito genético dos animais pode estar favorecendo animais de alto valor genético independentemente do fato de serem endogâmicos. É sabido também que animais que possuam alguma deficiência física ou baixo desempenho produtivo, seja por motivo do grau de endogamia ou outro fator, são retirados dos rebanhos. Desta maneira, são selecionados animais que apesar de endogâmicos possuem baixa carga genética. Garnero et al. (2008) verificaram comportamento quadrático no desempenho de animais Nelore em relação ao grau de endogamia, ou seja animais não endogâmicos e os que

possuíam grau de endogamia entre 6 e 7% apresentavam maiores valores genéticos para peso corporal de 120 a 550 dias de idade. Os autores creditam esses resultados ao fato da seleção dos animais ser feita com base em seus valores genéticos.

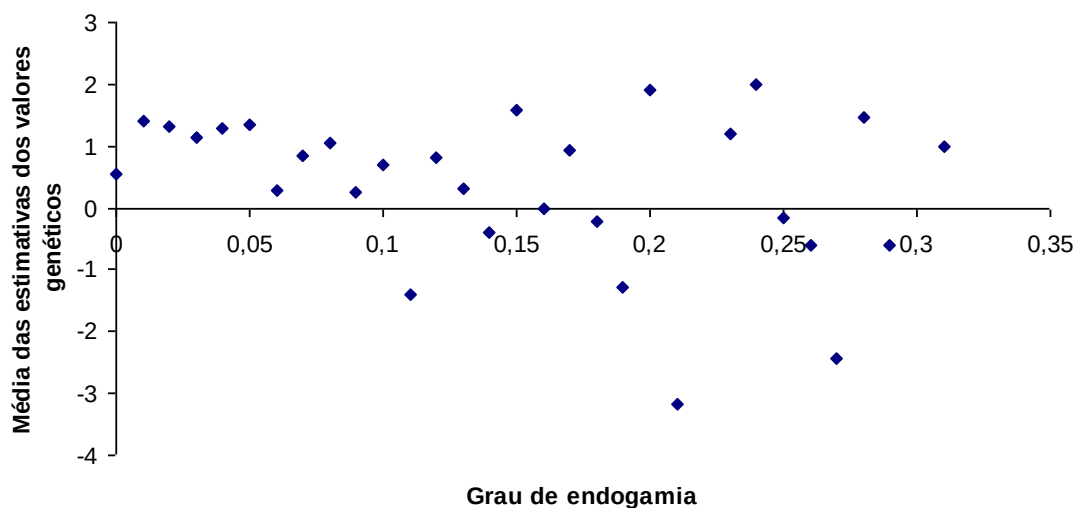


Figura 1. Variação observada no valor genético estimado de P120m em relação à classe de F.

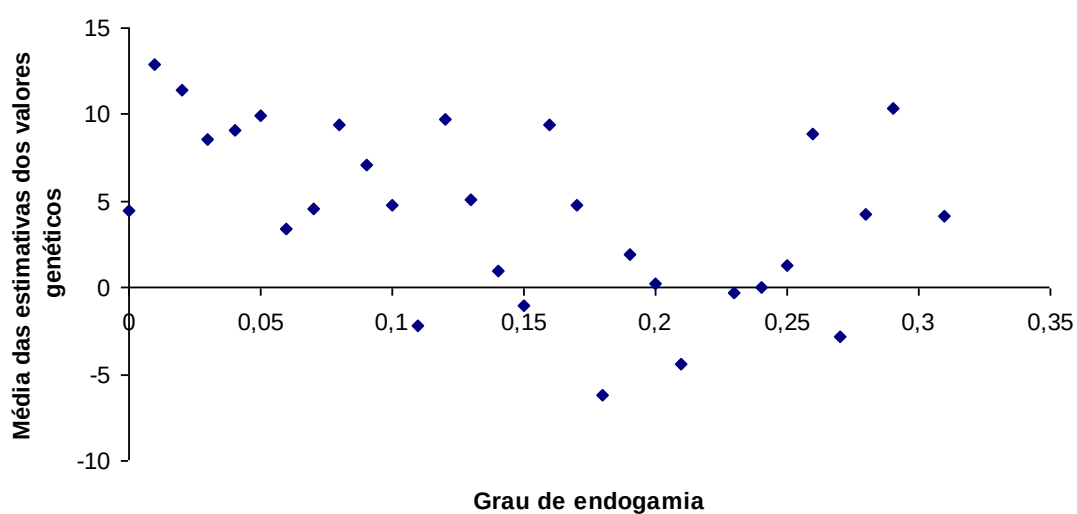


Figura 2. Variação observada no valor genético estimado de P365 em relação a classe de F.

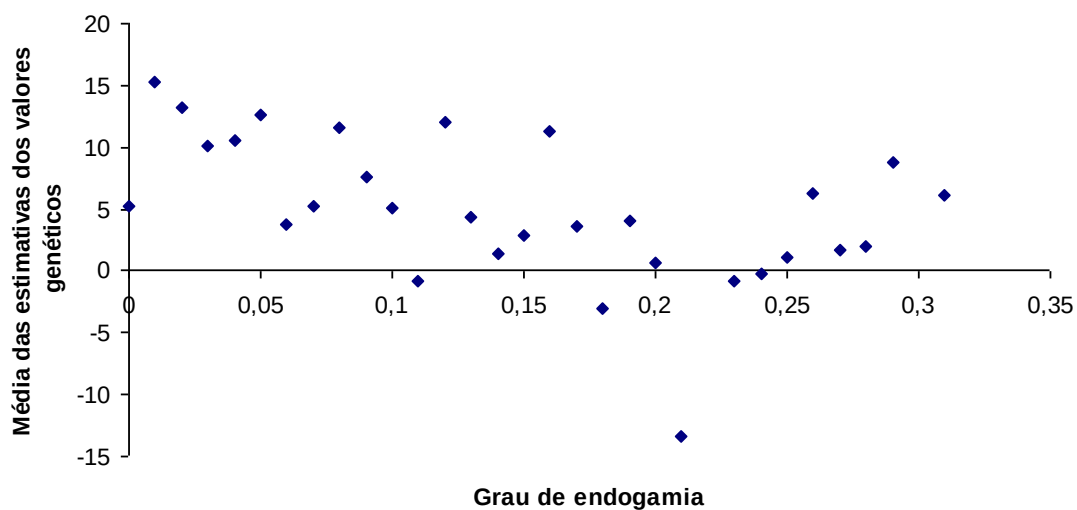


Figura 3. Variação observada no valor genético estimado de P450 em relação a classe de F.

Apesar de observar pequena magnitude nas estimativas das médias de endogamia, Queiroz et al. (2000) verificaram diminuição no desempenho de animais da raça Gir para peso a desmama e ao ano de idade quando se aumentava o grau de endogamia dos animais. Schenkel et al. (2002) observaram diminuição de 0,17% e de 0,21% para peso corporal aos 205 e 550 dias de idade, respectivamente, quando se aumentava o F em 1% em populações de animais zebuínos. Pico et al. (2006) relataram depressão endogâmica para peso ao nascer, aos 200, 400 e 600 dias de idade em bovinos da raça Brahman na África do Sul. Panetto et al. (2010) observando as características produção diária de leite, idade ao primeiro parto e intervalo entre partos em animais da raça Guzerá, relataram haver diminuição nos valores genéticos dos animais a medida que se aumentava o grau de endogamia.

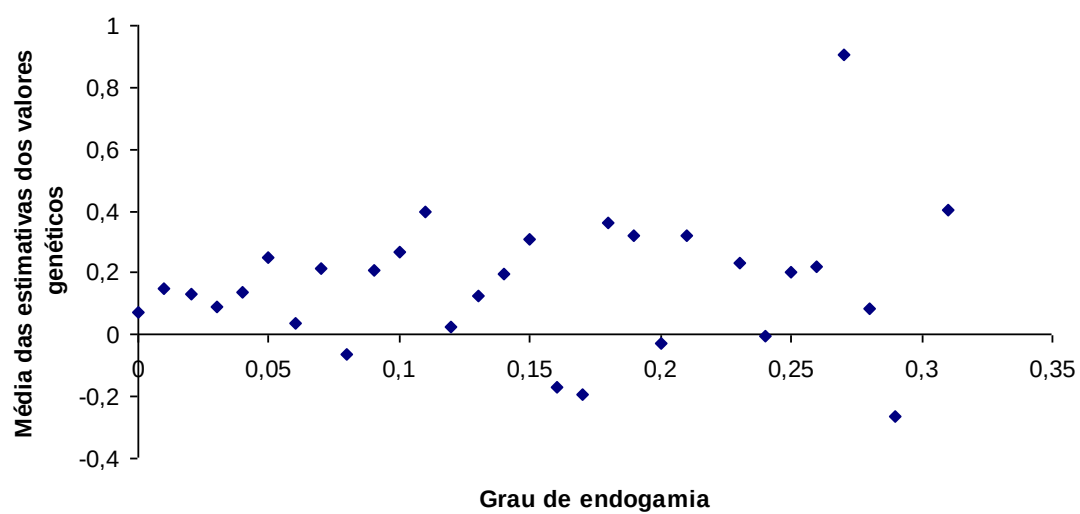


Figura 4. Variação observada no valor genético estimado de PG em relação a classe de F.

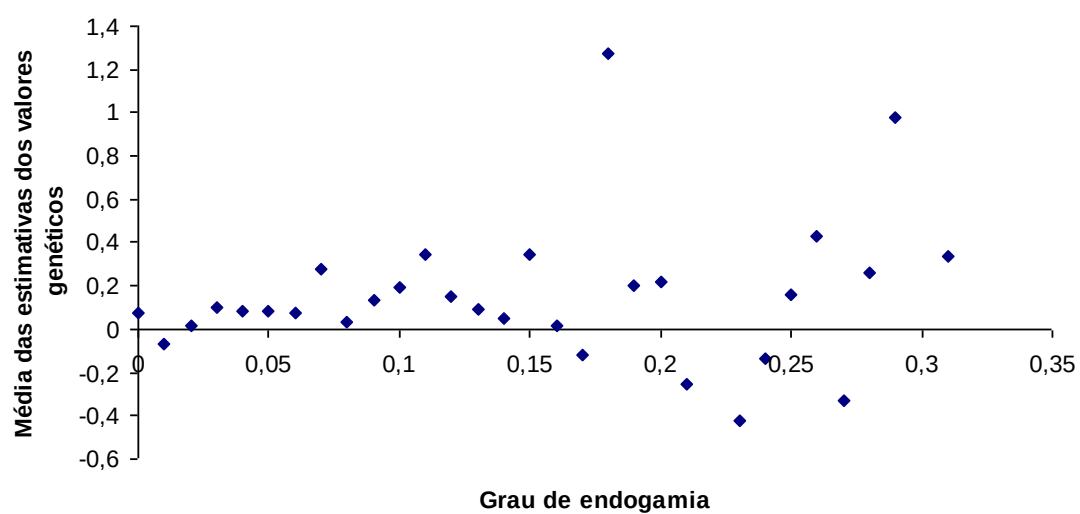


Figura 5. Variação observada no valor genético estimado de IPP em relação a classe de F.

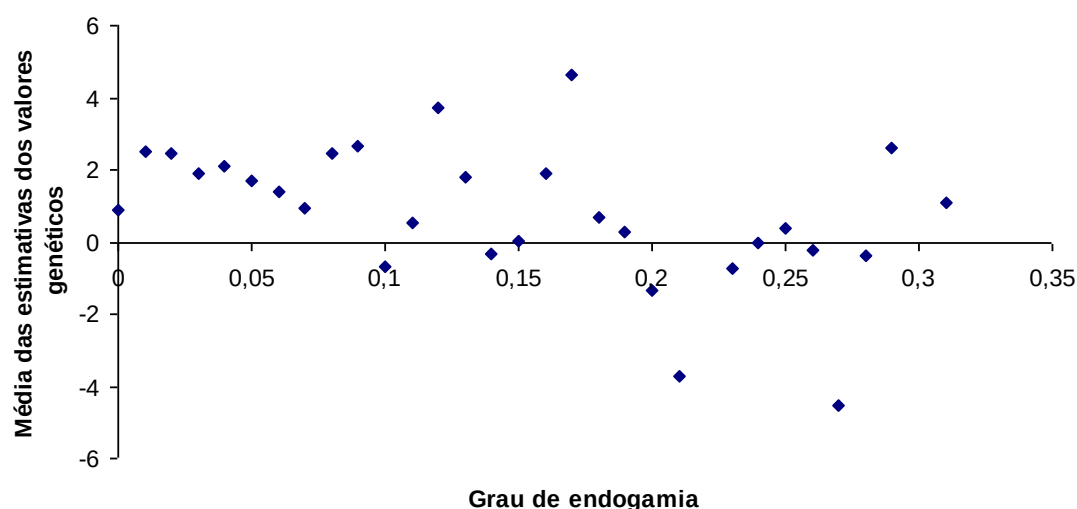


Figura 6. Variação observada no valor genético estimado de PE365 em relação a classe de F.

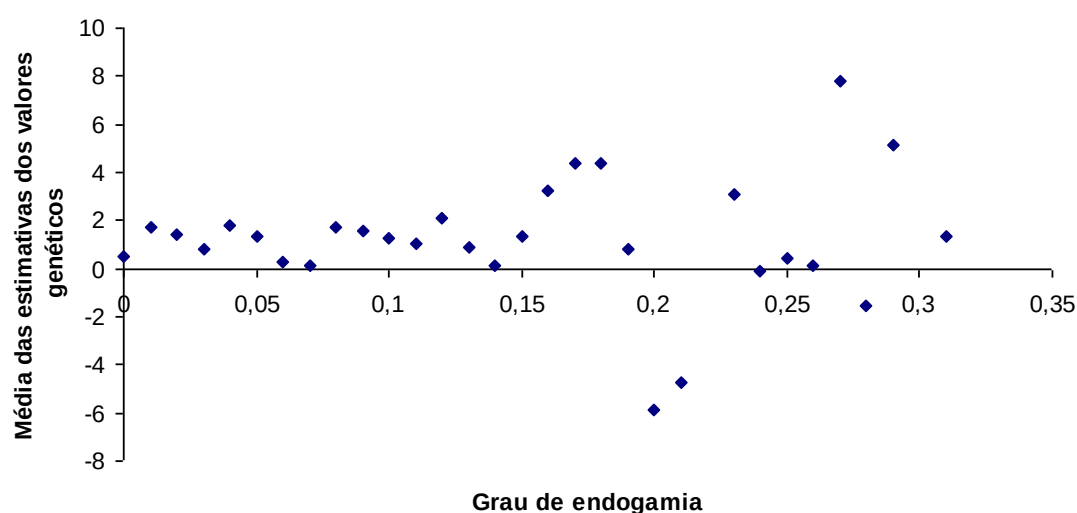


Figura 7. Variação observada no valor genético estimado de PE450 em relação a classe de F.

O programa de melhoramento genético da raça Guzerá conduzido pela ANCP possui o índice MGT. Este índice é indicado como critério de seleção para a maioria dos produtores do programa. Centrais de reprodutores contratam animais de acordo com sua avaliação e inúmeros leilões de

reprodutores levam em consideração o MGT dos animais, sendo o valor de venda desses reprodutores extremamente correlacionado com o MGT dos mesmos. Foi verificado nas figuras anteriores (1 a 7) que o grau de endogamia não influencia no valor genético dos animais participantes do programa. Todavia, faz-se necessário verificar também a influência do F em relação ao MGT dos animais. Os resultados indicaram que o aumento da endogamia não alterará o MGT dos animais, contudo vale ressaltar novamente que usualmente os animais que possuem algum problema, seja de conformação, racial, ou de desempenho, são retirados dos rebanhos. Logo, essa seleção dos animais pode retirar dos rebanhos animais endogâmicos que possuam desempenho inferior, diminuindo assim os dados para pesquisa.

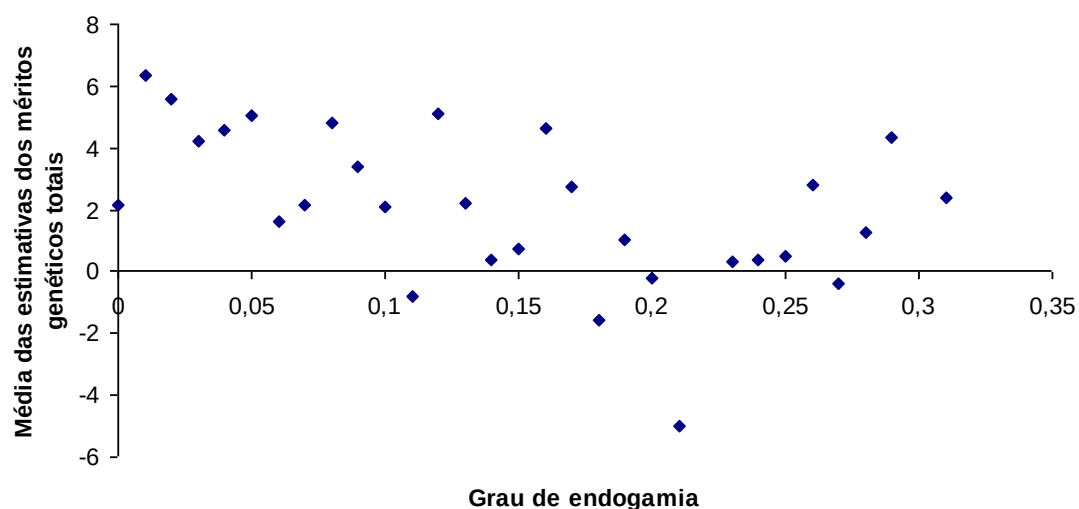


Figura 8. Variação observada no mérito genético total estimado MGT em relação a classe de F.

As figuras 9 a 14 apresentam o valor fenotípico médio dos animais para as características estudadas por classe de endogamia. Verificou-se que não houve alteração na média dos valores fenotípicos à medida que se aumenta a classe de F. Indicando não haver a ocorrência de depressão endogâmica na população estudada, uma vez que o desempenho dos animais não é influenciado negativamente pelo coeficiente de endogamia dos mesmos.

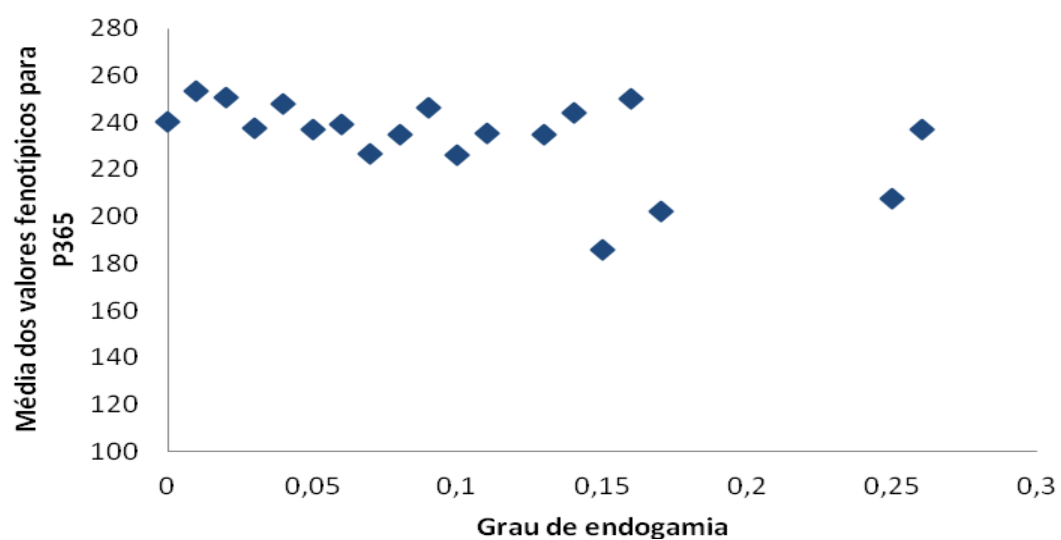


Figura 9. Variação observada na média dos valores fenotípicos para P365 em relação a classe de F.

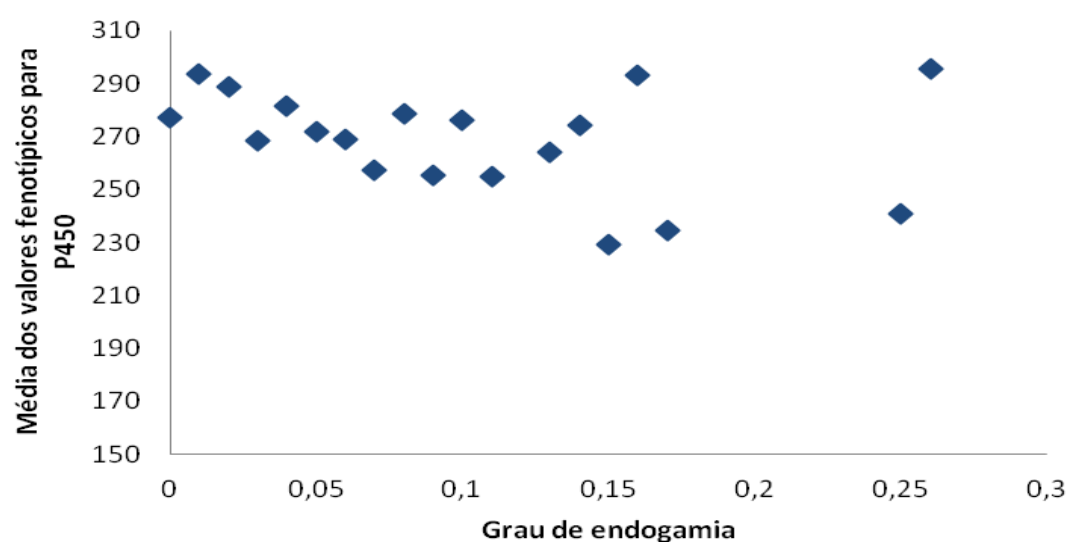


Figura 10. Variação observada na média dos valores fenotípicos para P450 em relação a classe de F.

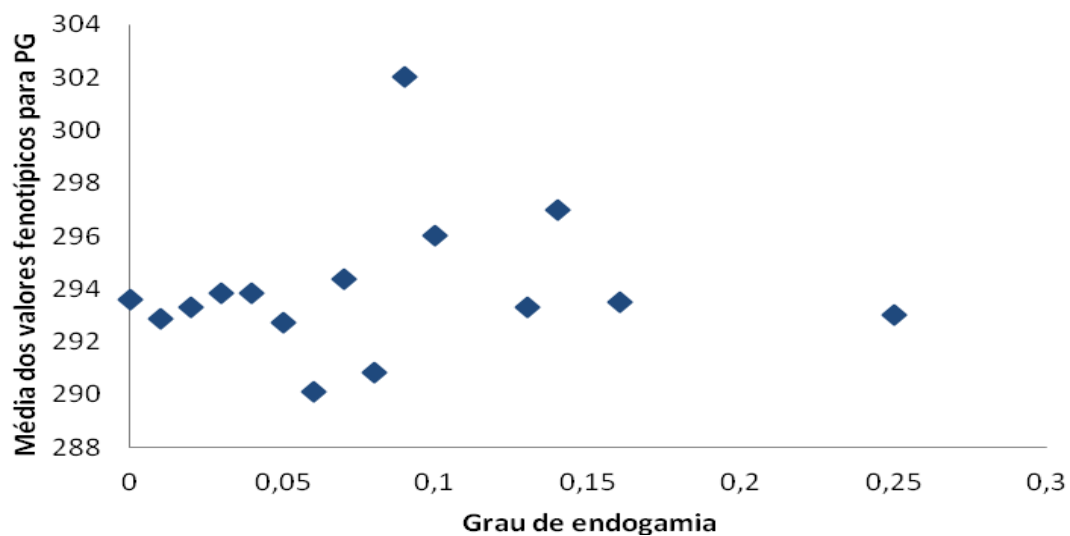


Figura 11. Variação observada na média dos valores fenotípicos para PG em relação a classe de F.

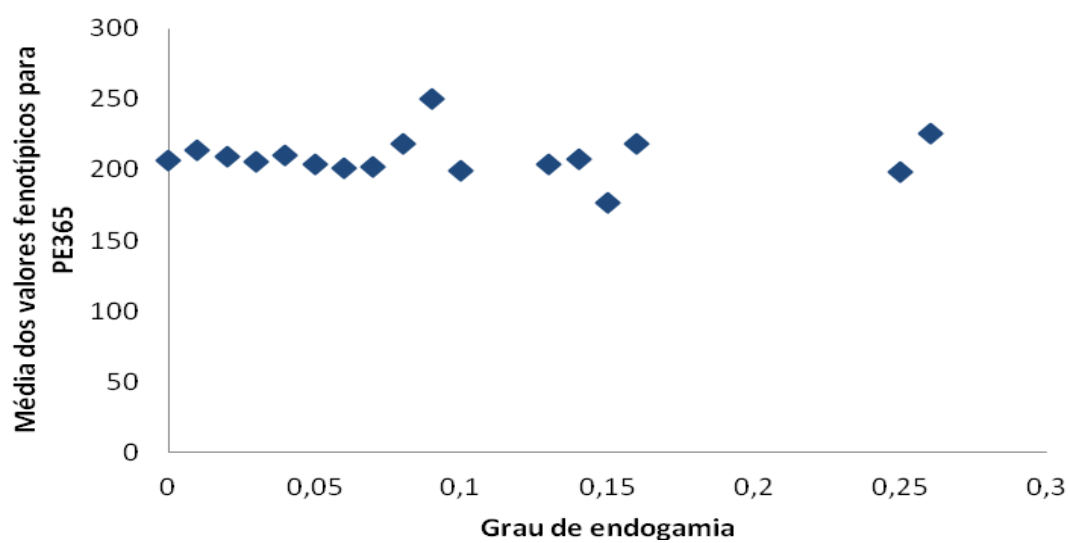


Figura 12. Variação observada na média dos valores fenotípicos para PE365 em relação a classe de F.

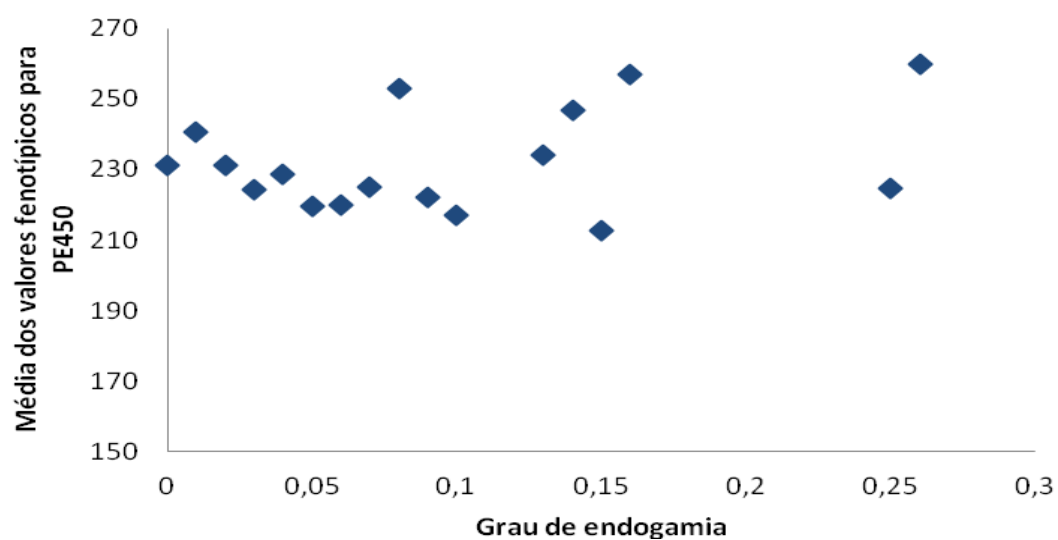


Figura 13. Variação observada na média dos valores fenotípicos para PE450 em relação a classe de F.

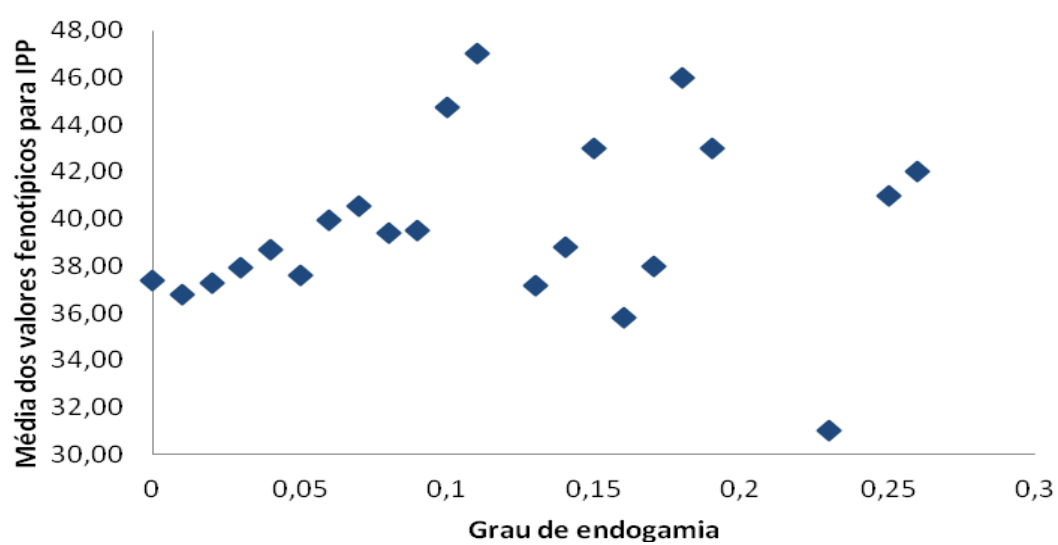


Figura 14. Variação observada na média dos valores fenotípicos para IPP em relação a classe de F.

4. CONCLUSÕES

O rebanho da raça Guzerá estudado possui um reduzido tamanho efetivo, logo práticas tal como a inclusão de material genético de outros rebanhos deverão ser tomadas a fim de aumentar a variabilidade genética da população. O coeficiente de endogamia mostrou-se dentro dos limites aceitáveis, não foi observada associação entre valores genéticos dos animais e coeficiente de endogamia dos mesmos. Tampouco foi relatada a ocorrência de depressão endogâmica nos animais de F mais elevado, considerando que os níveis de endogamia não foram associados com os valores fenotípicos das características estudadas. Contudo, o acasalamento entre parentes deve ser evitado.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th ed. Longman House, Harlow, UK. 464p, 1996.

FAO. **The Management of Global Animal Genetic Resources**. FAO Animal production. Health Paper. United Nations, Rome, 1992.

FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A. E.; MADALENA, F. E.; JOSAHKIAN, L. A. Estrutura populacional da raça Nelore Mocho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.5, p.501-509, 2002.

FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A. E.; MADALENA, F. E.; PENNA, V. M.; JOSAHKIAN, L. A. Variabilidade genética da raça Guzerá. In V Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. **Resumos...** Pirassununga, Brasil, 2004.

FARIA, F. J. C.; VERCESI FILHO, A. E.; MADALENA, F. E.; JOSAHKIAN, L. A. Pedigree analysis in the Brazilian Zebu breeds. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.126, p.148–153, 2009.

- FARIA, L. C.; QUEIROZ, S. A.; VOZZI, P. A.; LÔBO, R. B.; MAGNABOSCO, C. U.; OLIVEIRA, J. A. Variabilidade genética da raça Brahman no Brasil detectada por meio de análise de pedigree. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1133-1140, 2010.
- GARNERO, A. del V.; BERRUTI, A.; MARCONDES, C. R.; MARTINS, E. N.; LÔBO, R. B.; ARAUJO, R. O.; GUNSKI, R. J. Endogamia em rodeos seleccionadores de la raza Nelore em Brasil. **Livestock research for rural development**, v. 20. a.159, 2008.
- GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE, F. (2005). A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.122, p.172–176, 2005.
- LUTAYA, E.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J. K.; MARBY, J. W. Inbreeding in populations with incomplete pedigrees. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.116, p.475-480, 1999.
- MAIJALA, K. **Establishment of a World Watch List for Endangered Livestock Breeds**. FAO Anim. Prod. Health Paper 80. p.167–184, 1990.
- MAIWASHE, A.; NEPHANE, K. A.; THERON, H. E. Estimates of genetic parameters and effect in inbreeding on milk yield and composition in South African Jersey cows. **South African Journal of Animal Science**, v.38, p.119–125, 2008.
- MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, A. C. M.; MARTINS FILHO, R.; BOZZI, R.; LADLE, R. J. Genetic improvement and population structure of the Nelore breed in Northern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1109-1116, 2010.
- MC PARLAND, S.; KEARNEY, J. F.; RATH, M.; BERRY, D. P. Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4411–4419, 2007.
- OLIVEIRA, P. S.; SANTANA JUNIOR, M. L.; PEDROSA, V. B.; OLIVEIRA, E. C. de M.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Estrutura populacional de rebanho fechado da raça Nelore da linhagem Lemgruber. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.6, p.639-647, 2011.

- PANETTO, J. C. C.; GUTIÉRREZ, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; CUNHA, D. G.; GOLDEN, B. L. Assessment of inbreeding depression in a Guzerat dairy herd: effects of individual increase in inbreeding coefficients on production and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.10, p. 4902–4912, 2010.
- PEIXOTO, M. G. C. D.; POGGIAN, C. F.; VERNEQUE, R. S.; EGITO, A. A.; CARVALHO, M. R. S.; PENNA, V. M.; BERGMANN, J. A. G.; VICCINI, L. F.; MACHADO, M. A. Genetic basis and inbreeding in the Brazilian Guzerat (*Bos indicus*) subpopulation selected for milk production. **Livestock Science**, v.131, p.168-174, 2010.
- PICO, B. A.; Van WYK, J.B.; NESER, F.W.C. Inbreeding in the South African Brahman breed. **South African Journal of Animal Science**, v.36, n.5, suplemento 1, p. 103-106, 2006.
- QUEIROZ, S. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; LANZONI, N. A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1014-1019, 2000.
- SCHENKEL, F. S.; LAGIOIA, D. R.; RIBOLDI, J. (2002). Níveis de endogamia e depressão endogâmica no ganho de peso de raças zebuínas no Brasil. Em IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. **Resumos...** Campo Grande, Brasil, 2002.
- STACHOWICZ, K.; SARGOLZAEI, M.; MIGLIOR, F.; SCHENKEL, F. S. Rates of inbreeding and genetic diversity in Canadian Holstein and Jersey cattle. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.5160–5175, 2011.

6. APÊNDICES

Apêndice 1. Valores genéticos médios das características valor genético materno para peso aos 120 dias de idade (P120m), valor genético direto para peso aos 365 dias de idade (P365), valor genético direto para peso aos 450 dias de idade (P450), valor genético direto para período de gestação (PG), valor genético direto para idade ao primeiro parto (IPP), valor genético direto para perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365), valor genético direto para perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), mérito genético total (MGT) e número de animais (N) por classe de F.

	P120m	P365	P450	PG	IPP	PE365	PE450	MGT	N
F=0	0,372786	2,601233	2,931127	0,050686	0,086648	0,590047	0,302628	1,254765	14195
0<F≤0,032	1,243817	11,18018	13,21389	0,133236	-0,00308	2,148923	1,289684	5,465239	9873
0,032<F≤0,064	1,044615	7,443291	8,768997	0,153887	0,108853	1,702343	1,020565	3,699649	1137
0,064<F≤0,096	0,832186	5,963614	7,018372	0,141816	0,202652	1,465917	0,773604	2,949298	453
0,096<F≤0,128	0,072215	3,345745	2,547207	0,1116	0,165267	1,188878	0,620757	1,343627	235
0,128<F≤0,16	0,257076	5,595699	6,502225	0,169537	0,013861	1,166417	1,442661	2,721352	180
0,16<F≤0,192	-0,60893	-0,10861	1,775458	0,264106	0,349398	0,295141	1,355708	0,311052	5
0,192<F≤0,224	0,204092	-1,30857	-3,98699	0,085912	0,059113	-2,13884	-5,49547	-1,79489	3
0,224<F≤0,256	-0,32991	2,540624	1,37748	0,203942	0,18039	0,563152	1,236971	0,860396	60
0,256<F≤0,288	1,01884	6,627086	6,99752	0,144624	0,255572	-1,79081	-2,00936	2,503106	14
F>0,288	0,206663	3,180597	4,370963	0,403912	0,493102	0,899578	1,081497	1,655591	5

CAPITULO 3 – PARÂMETROS GENÉTICOS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO, REPRODUTIVAS E DE QUALIDADE DE CARCAÇA EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ

RESUMO - Neste trabalho, os objetivos foram estimar parâmetros genéticos e tendências genéticas para as características avaliadas pelo Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG), com o intuito de fornecer subsídios para o programa de melhoramento genético da raça. Para tal, foram utilizados registros de 18.491 animais, oriundos de 43 fazendas. As características estudadas foram área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12ª e a 13ª costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC). Os parâmetros genéticos e valores genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, em análises uni e bi-características cujo modelo geral incluiu o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC, para as características PAC, IPP, PE365, PE450 e PAC. Para as características PG, PN, P120, P210, P365 e P450, juntamente com o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC foram ainda incluídos no modelo o efeito aleatório genético aditivo materno e efeito fixo (linear e quadrático) da idade da vaca ao parto. E para as características de carcaça AOL, EG e EGP8 foi levado em consideração, além do efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC, o efeito fixo (linear) do peso à ultrassonografia. Tendências genéticas para as características estudadas foram obtidas por regressão linear das médias dos valores genéticos anuais (obtidos por análises uni-característica), em função do ano de nascimento (1987 a 2009). A estatística t foi usada e a hipótese nula considerava o coeficiente da regressão como sendo zero. As características mostraram suficiente variação genética aditiva, sendo passíveis de seleção e estas se mostraram favoravelmente correlacionadas geneticamente, exceto PAC, EG e EGP8, as quais apresentaram baixas correlações genéticas com as demais. Os

gráficos de tendência genética indicam que está ocorrendo mudança no valor genético médio dos animais ao longo do tempo, com exceção feita a PAC, PG e efeito genético materno para PN. Em função dos resultados obtidos, a inclusão da característica EGP8 no índice de seleção proposto pela ANCP é recomendada.

1. INTRODUÇÃO

A raça Guzzerá, introduzida no Brasil por volta de 1870 com as primeiras importações de zebuínos vindos da Índia, é responsável pela consolidação do zebu no país. Atualmente o Brasil é o maior centro criador de Guzzerá no mundo e um grande fornecedor de material genético da raça para diversos países (POGGIAN, 2008). Segundo Mucari & Oliveira (2003) a raça Guzzerá é considerada mais rústica que as demais raças zebuínas, os animais são adaptados a regiões de clima adverso e possuem grande tolerância a parasitas e ambientes áridos. A raça se destaca entre os animais zebuínos por ser de dupla aptidão, possuir alta habilidade materna, precocidade e também ser muito indicada para cruzamentos com raças européias.

O conhecimento das herdabilidades das características de interesse e das correlações genéticas entre estas é necessário para que o processo de seleção seja eficientemente conduzido em um programa de melhoramento genético de bovinos de corte. Estes parâmetros genéticos permitem a predição das respostas direta e correlacionada à seleção e a definição do método de seleção mais apropriado (MUCARI & OLIVEIRA, 2003). O monitoramento dos resultados de um programa de seleção serve para avaliar o progresso genético alcançado e para que os resultados obtidos sirvam de elementos orientadores de ações futuras. Para isto, tendências genéticas para características de importância econômica devem ser obtidas (EUCLIDES FILHO et al., 1997).

Na última década foram realizados muitos estudos com o intuito de estimar parâmetros em rebanhos de bovinos da raça Guzzerá, Pimenta Filho et al. (2001), Mucari & Oliveira (2003) e Souza et al. (2004) estimaram herdabilidade para peso aos 205 de idade que variaram de 0,14 a 0,35. Para a

característica peso aos 365 dias de idade os mesmos autores relataram estimativas entre 0,08 e 0,45. Duarte & Bastos (2005) estimaram herdabilidade para idade ao primeiro parto de 0,13 e intervalo entre partos de 0,095. Estes estudos apontam a variabilidade genética existente nessas populações para as características analisadas.

Neste trabalho, os objetivos foram estimar parâmetros genéticos bem como as tendências genéticas para características de crescimento, reprodutivas e de qualidade de carcaça em bovinos da raça Guzerá, para fornecer subsídios ao programa de avaliação genética da raça.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com dados de 18.491 animais, oriundos de 43 fazendas participantes do Programa de Avaliação Genética da Raça Guzerá (PAGRG), sob gestão da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), com sede no município de Ribeirão Preto, SP.

Foram utilizados registros de pesos ao nascer (PN), aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365) e 450 (P450) dias de idade, perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), idade ao primeiro parto (IPP), produtividade acumulada da vaca (PAC), peso adulto de vacas (PAV), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e a 13^a costelas (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8). Em 1999, com o início do PAGRG, um índice denominado mérito genético total (MGT) foi proposto pela ANCP para selecionar os reprodutores. Desde então o MGT tem sido alterado, tanto para as características consideradas quanto pelos ponderadores atribuídos a cada uma delas (GRUPIONI, 2012), Apêndice 1. Neste trabalho, considerou-se o MGT utilizado em 2008, quando este ponderava 20% para efeito materno de P120, P365 e P450, 10% de PE365 e PE450, 15% para IPP e 5% de PG.

Para mensuração das características de carcaça foram colhidas imagens de ultrassom por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm, de 3,5MHz e um acoplador acústico em conjunto com um

sistema de captura de imagens (Blackbox, Biotronics, Inc. Ames, IA, EUA). Essas imagens foram, posteriormente, interpretadas pelo laboratório responsável pela qualidade dos dados (Aval Serviços Tecnológicos S/S), com *software* apropriado e de precisão (duas casas decimais). Para colheita das imagens de AOL, EG e EGP8, utilizou-se óleo vegetal e um acoplante (*standoff*), para garantir o contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal. A mensuração foi realizada quando a média das idades dos animais era 550 dias.

Apenas animais com registros genealógicos de pai, mãe e data de nascimento conhecida fizeram parte das análises. Grupos de contemporâneos (GC) com menos de quatro observações e animais que morreram durante o controle zootécnico foram excluídos de todos os arquivos (Tabela 1).

Análises pelo método dos quadrados mínimos, utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), auxiliaram na definição dos efeitos fixos considerados nos modelos. Os GCs para PG, PN, P120, P210, P365 e P450 constituíram-se de animais pertencentes a mesma fazenda, sexo, nascidos no mesmo ano e estação de nascimento. Para IPP, PAC, PAV, PE365 e PE450, os GCs foram compostos por animais pertencentes a mesma fazenda, nascidos no mesmo ano e estação de nascimento. Quanto as características de carcaça (AOL, EG e EGP8) o GC foi constituído por animais do mesmo sexo, nascidos no mesmo ano e estação de nascimento. Definiram-se duas estações de nascimento: Águas, para animais nascidos de outubro a março e Seca, para animais nascidos de abril a setembro. O efeito linear e quadrático da idade da mãe ao parto afetou significativamente ($p < 0,05$) as características PG, PN, P120, P210, P365 e P450. A distribuição dos resíduos foi estudada para cada variável e observações cujos resíduos padronizados apresentaram-se acima de 3,5 ou abaixo de -3,5 foram excluídas. A matriz de parentesco foi constituída por 26.160 animais.

Tabela 1. Número de animais, pais, mães e de grupos de contemporâneos (GC) considerados para análises de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12^a e a 13^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC).

Característica	Animais	Pais	Mães	GC
AOL	616	98	521	6
EG	609	97	513	11
EGP8	603	96	510	11
IPP	3208	447	2376	187
PE365	1773	222	1332	97
PE450	2087	232	1531	107
PG	1779	122	1104	134
PAV	566	142	433	61
PN	7107	413	3975	255
P120	10899	560	5760	605
P210	9238	513	4944	528
P365	7681	473	4295	452
P450	6985	456	3870	285
PAC	787	179	643	63

As estimativas dos componentes de (co)variância, dos parâmetros genéticos e valores genéticos para as características estudadas foram obtidos utilizando-se o método da máxima verossimilhança restrita (REML), por meio do programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995). Foram realizadas análises uni e bi-característica, cujo modelo geral incluiu o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC, para as características PAC, IPP, PE365, PE450 e PAC. Para as características PG, PN, P120, P210, P365 e P450, juntamente com o efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC foram ainda incluídos no modelo o efeito aleatório genético aditivo materno e

efeito fixo (linear e quadrático) da idade da vaca ao parto. E para as características de carcaça AOL, EG e EGP8 foi levado em consideração, além do efeito aleatório genético aditivo direto e o efeito fixo de GC, o efeito fixo (linear) do peso à ultrassonografia.

O critério de convergência adotado no presente estudo foi de 10^{-9} . Os erros-padrão das herdabilidades foram estimados em análises uni-característica, enquanto que erros-padrão aproximados para as correlações genéticas e ambientais foram estimados segundo Robertson (1959).

Tendências genéticas para as características estudadas foram obtidas por regressão linear das médias dos valores genéticos anuais (obtidos por análises uni-característica), em função do ano de nascimento (1987 a 2009). A estatística t foi usada e a hipótese nula considerava o coeficiente da regressão como sendo zero. Devido ao baixo valor do coeficiente de determinação das equações de regressão linear das estimativas das médias dos valores genéticos encontrados para PE450 e AOL em função do ano de nascimento do animal. Foi estimada uma equação de regressão linear para os valores genéticos médios em função do ano de nascimento dos animais após 1999, data do início do programa de avaliação genética da raça Guzerá.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias observadas para AOL, EG e EGP8 (Tabela 2) foram superiores as encontradas por Yokoo et al. (2009), Yokoo et al. (2010) e Zuin et al. (2012), os quais estudaram essas características em animais da raça Nelore.

A média de IPP encontrada no presente estudo encontra-se próxima aos valores obtidos por Pereira et al. (2001), Bertazzo et al. (2004), Dias et al. (2004), Faria et al. (2007), Grossi et al. (2008) e Grossi et al. (2009) em vacas da raça Nelore. Duarte & Bastos (2005) estudaram o desempenho de animais da raça Guzerá e verificaram que o valor médio de IPP no referido rebanho era de $46 \pm 12,9$ meses, superior aquela encontrada no presente trabalho. A característica IPP é muito influenciada pelo manejo da propriedade. A

diminuição do valor da média poderia ser alcançada pela adoção de um manejo reprodutivo adequado.

Tabela 2. Médias (M), desvio padrão (DP), valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) para as características área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12^a e a 13^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em vacas (PAC).

Características	M	DP	Mín	Máx
AOL (cm ²)	60,09	10,79	30,19	94,90
EG (mm)	3,04	1,20	0,90	10,05
EGP8 (mm)	3,95	1,77	1,27	12,54
IPP (meses)	38,05	5,96	21,00	49,00
PE365 (mm)	212,13	26,16	152,00	299,00
PE450 (mm)	232,54	34,55	160,00	358,00
PG (dias)	293,33	5,71	274,00	314,00
PAV (kg)	482,52	90,55	240,00	732,00
PN (kg)	31,17	4,29	16,00	49,00
P120 (kg)	122,90	23,56	47,00	224,00
P210 (kg)	179,97	34,26	81,00	314,00
P365 (kg)	248,13	56,24	103,00	467,00
P450 (kg)	274,36	62,36	130,00	559,00
PAC (kg)	123,78	29,72	59,00	228,00

Comparando os resultados observados com outros estudos em animais zebuínos, pode-se verificar que a característica PE365 apresentou média superior a relatada por Torres Junior & Henry (2005), Faria et al. (2007), Frizzas et al. (2009) e Grossi et al. (2009). Para PE450, o resultado encontrado foi semelhante ao observado por Torres Junior & Henry (2005), Faria et al. (2007) e Grossi et al. (2009). Faria et al. (2007) e Grossi et al. (2009),

analisando bancos de dados de animais da raça Nelore, relataram valores para PAC superiores a do presente trabalho.

Poucos estudos recentes com animais de origem zebuína fazem menção ao PG. Cavalcante et al. (2001) verificaram PG de $284,73 \pm 3,65$ dias em um rebanho Nelore na Amazônia oriental. Rocha et al. (2005) observaram média de PG próxima a obtida no presente estudo, de $293,94 \pm 2,87$ dias.

A seleção para características ligadas ao peso corporal em idades jovens resulta em bovinos maiores e quanto maior um animal se torna, maiores são suas necessidades de manutenção. A seleção para pesos a desmama e ao sobreano em animais de reposição, procurando maximizar os pesos a desmama de bezerros, pode resultar em aumento do peso à maturidade das matrizes. Rosa et al. (2001) observaram uma média de 447 ± 50 kg para PAV em fêmeas da raça Nelore, observando uma tendência de aumento do peso adulto no decorrer do período estudado (1988-1997). Faria et al. (2007) observaram média para PAV de $450 \pm 36,22$ kg em vacas da raça Nelore, enquanto que no presente estudo obteve-se média de $482,52 \pm 90,55$ kg. As médias de PN, P120, P210, P365 e P450 foram semelhantes às encontradas na literatura para animais zebuínos por Mucari & Oliveira (2003), Frizzas et al. (2009), Grossi et al. (2009), Guidolin et al. (2012) e Zuin et al. (2012).

Neste estudo, estimativas de herdabilidade, correlações genéticas e ambientais (Tabela 3), variaram de 0,13 a 0,54, -0,63 a 0,98 e de -0,45 a 0,88, respectivamente. A estimativa de herdabilidade para PG foi inferior a encontrada por Rocha et al. (2005) e Chud et al. (2012) em animais da raça Nelore, de 0,21 e 0,40, respectivamente. Rocha et al. (2005) obtiveram estimativas de herdabilidade iguais a 0,71 para bovinos cruzados Hereford-Nelore. Estes resultados podem indicar a diversidade do material genético existente no Brasil, é sabido também que as práticas de manejo reprodutivo adotadas pelos criadores podem influenciar na variação da característica (GROSSI et al., 2008). Todavia, mais estudos envolvendo populações de bovinos da raça Guzerá são necessários.

Tabela 3. Média das estimativas de herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações ambientais (abaixo da diagonal) para as características Área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura entre a 12^a e a 13^a costela (EG), espessura de gordura na garupa (EGP8), idade ao primeiro parto (IPP), perímetro escrotal aos 365 (PE365) e 450 (PE450) dias de idade, período de gestação (PG), peso adulto da vaca (PAV), peso corporal ao nascimento (PN), 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450) dias de idade e produtividade acumulada em fêmeas (PAC), em rebanhos da raça Guzerá, participantes de um programa de avaliação genética.

Característica	PG	PN	P120	P210	P365	P450	PAV	PE365	PE450	IPP	AOL	EG	EGP8	PAC
PG	0,13 ± 0,018	0,53 ± 0,04	0,07 ± 0,09	0,06 ± 0,09	0,06 ± 0,09	0,05 ± 0,09	-0,04 ± 0,17	0,10 ± 0,12	0,00 ± 0,11	0,08 ± 0,01	0,2 ± 0,14	-0,04 ± 0,17	-0,17 ± 0,13	-0,04 ± 0,17
PN	-0,07 ± 0,1	0,27 ± 0,041	0,47 ± 0,07	0,48 ± 0,09	0,47 ± 0,08	0,40 ± 0,08	0,23 ± 0,16	0,23 ± 0,12	-0,02 ± 0,11	0,24 ± 0,06	0,19 ± 0,15	-0,11 ± 0,18	-0,09 ± 0,14	-0,01 ± 0,09
P120	-0,02 ± 0,09	0,16 ± 0,09	0,28 ± 0,036	0,86 ± 0,02	0,73 ± 0,04	0,69 ± 0,04	0,28 ± 0,15	0,46 ± 0,09	0,26 ± 0,10	-0,22 ± 0,12	0,53 ± 0,02	-0,03 ± 0,03	-0,13 ± 0,03	0,03 ± 0,16
P210	0,03 ± 0,09	0,11 ± 0,03	0,23 ± 0,08	0,33 ± 0,041	0,95 ± 0,02	0,93 ± 0,02	0,28 ± 0,14	0,50 ± 0,08	0,30 ± 0,09	-0,51 ± 0,10	0,48 ± 0,15	0,10 ± 0,17	-0,09 ± 0,03	0,09 ± 0,16
P365	0,02 ± 0,09	0,1 ± 0,04	0,17 ± 0,09	0,61 ± 0,02	0,37 ± 0,047	0,98 ± 0,00	0,27 ± 0,15	0,21 ± 0,13	0,21 ± 0,10	-0,36 ± 0,11	0,67 ± 0,02	0,04 ± 0,03	-0,01 ± 0,04	0,14 ± 0,16
P450	0,04 ± 0,09	0,1 ± 0,04	0,11 ± 0,09	0,54 ± 0,02	0,88 ± 0,01	0,39 ± 0,047	0,31 ± 0,14	0,53 ± 0,08	0,37 ± 0,09	-0,34 ± 0,11	0,64 ± 0,03	0,01 ± 0,04	0,02 ± 0,05	0,14 ± 0,15
PAV	-0,02 ± 0,17	0,08 ± 0,18	0,11 ± 0,16	0,21 ± 0,15	0,34 ± 0,14	0,40 ± 0,13	0,33 ± 0,138	0,13 ± 0,2	0,10 ± 0,19	-0,14 ± 0,22	0,02 ± 0,26	-0,13 ± 0,29	-0,03 ± 0,24	0,04 ± 0,29
PE365	0,08 ± 0,12	0,06 ± 0,13	0,20 ± 0,11	0,41 ± 0,1	0,56 ± 0,08	0,50 ± 0,12	0,07 ± 0,21	0,33 ± 0,071	0,90 ± 0,04	-0,23 ± 0,15	0,28 ± 0,05	0,17 ± 0,04	0,05 ± 0,05	0,14 ± 0,21
PE450	0,06 ± 0,11	0,01 ± 0,12	0,14 ± 0,11	0,32 ± 0,1	0,50 ± 0,08	0,61 ± 0,07	0,13 ± 0,19	0,49 ± 0,11	0,37 ± 0,072	-0,19 ± 0,14	0,24 ± 0,05	0,17 ± 0,05	0,11 ± 0,05	0,24 ± 0,18
IPP	0,13 ± 0,13	0,30 ± 0,13	-0,09 ± 0,13	-0,23 ± 0,03	-0,20 ± 0,12	-0,22 ± 0,12	-0,14 ± 0,23	-0,15 ± 0,16	-0,20 ± 0,15	0,15 ± 0,039	-0,63 ± 0,18	-0,37 ± 0,21	0,07 ± 0,19	-0,32 ± 0,21
AOL	0,09 ± 0,15	0,07 ± 0,16	0,26 ± 0,14	0,29 ± 0,04	0,32 ± 0,13	0,32 ± 0,13	0,01 ± 0,27	0,18 ± 0,19	0,20 ± 0,17	-0,26 ± 0,15	0,43 ± 0,146	0,09 ± 0,07	0,03 ± 0,22	-0,14 ± 0,16
EG	0,02 ± 0,17	-0,09 ± 0,18	0,14 ± 0,17	0,18 ± 0,04	0,24 ± 0,16	0,29 ± 0,15	-0,07 ± 0,30	-0,08 ± 0,22	-0,12 ± 0,2	-0,07 ± 0,15	0,47 ± 0,04	0,31 ± 0,138	0,66 ± 0,14	-0,11 ± 0,19
EGP8	-0,03 ± 0,14	-0,16 ± 0,14	0,05 ± 0,14	0,06 ± 0,13	0,21 ± 0,13	0,24 ± 0,12	-0,03 ± 0,25	0,01 ± 0,18	-0,05 ± 0,16	0,00 ± 0,19	0,28 ± 0,2	0,5 ± 0,19	0,54 ± 0,156	0,07 ± 0,22
PAC	-0,10 ± 0,17	0,04 ± 0,18	0,04 ± 0,16	0,20 ± 0,16	0,03 ± 0,17	0,01 ± 0,16	0,08 ± 0,3	0,13 ± 0,21	0,18 ± 0,19	-0,45 ± 0,19	-0,05 ± 0,27	-0,03 ± 0,31	0,02 ± 0,25	0,23 ± 0,099

Erro padrão das estimativas de herdabilidade oriundo das análises uni-característica. Erro padrão das correlações genéticas e ambientais obtidos de acordo com Robertson (1959).

As estimativas de herdabilidade para PN, P120, P210, P365 e P450 (Tabela 3) foram superiores as relatadas por Albuquerque & Meyer (2001), Mucari & Oliveira (2003), Pelicioni et al. (2003), Cyrillo et al. (2004) e Ribeiro et al. (2009). Apesar das estimativas de herdabilidade encontradas no presente trabalho serem superiores aos trabalhos citados, estas são de média magnitude; 0,27 (PN), 0,28 (P120), 0,33 (P210), 0,37 P(365) e 0,39 (P450). Os valores encontrados no presente estudo demonstram que as características de peso corporal em diferentes idades possuem suficiente ação genética aditiva e responderão bem a seleção. A PAV apresentou uma estimativa de herdabilidade média no valor de 0,33, superior a de Rosa et al. (2001), mas próxima a de Faria et al. (2007) 0,26 e 0,36, respectivamente. O resultado indica que o peso adulto das vacas pode ser alterado mediante seleção.

As estimativas de herdabilidade materna para PG, PN, P120, P210, P365 e P450 foram, respectivamente, $0,06 \pm 0,02$, $0,05 \pm 0,02$, $0,10 \pm 0,02$, $0,09 \pm 0,02$, $0,08 \pm 0,03$ e $0,02 \pm 0,02$. A estimativa de herdabilidade materna encontrada para PG está entre os valores obtidos por Gunski et al. (2001) e Mujibi & Crews (2009), 0,02 e 0,1, respectivamente. Uma estimativa maior de herdabilidade materna referente à PN foi encontrada por Mujibi & Crews (2009). A estimativa de herdabilidade materna para P210 foi semelhante à encontrada por Yokoo et al. (2007) e Laureano et al. (2011), de 0,08 a 0,13. Albuquerque & Meyer (2001) encontraram estimativas de herdabilidade materna semelhantes a do presente estudo para P120, P210, P365 e P450. Mucari & Oliveira (2003) trabalhando com dados de animais Guzerá, obtiveram estimativas de herdabilidade menores que do presente trabalho para P210 e P365. As estimativas de herdabilidade materna do presente trabalho indicam que pouca resposta a seleção deve ser esperada devido ao baixo componente genético aditivo materno das mesmas.

Estimativas de herdabilidade para PE365 (0,33) e PE450 (0,37) foram de moderada magnitude (Tabela 3), porém inferiores as relatadas em animais Nelore por Grossi et al. (2008), Frizzas et al. (2009) e Grossi et al. (2009). As estimativas de herdabilidade sugerem que ambas as características possuem suficiente influência genética aditiva e responderiam bem a seleção. A característica IPP apresentou estimativa semelhante a de Duarte & Bastos

(2005), que trabalharam com animais da raça Guzerá. Estudos feitos com Nelore não obtiveram estimativas tão elevadas. Gressler et al. (2000), Pereira et al. (2001), Grossi et al. (2008) e Grossi et al. (2009) estimaram herdabilidades que variaram de 0,01 a 0,10.

A característica PAC apresentou estimativa de herdabilidade moderada. Em geral as estimativas de herdabilidade encontradas para PAC são de baixa magnitude, conforme relatos de Schwengber et al. (2001), Azevêdo et al. (2005) e Grossi et al. (2008). Todavia, Faria et al. (2007) encontraram estimativa próxima a média do presente trabalho (0,25).

As elevadas estimativas de herdabilidade referentes às características de carcaça podem ser atribuídas pela estrutura das avaliações organizadas pela ANCP. No programa, a avaliação das características de carcaça não é compulsória e gera um gasto extra ao produtor que deseja realizá-las. Assim, o número de animais e fazendas que efetivamente fornecem dados para a avaliação dessas características é reduzido, podendo resultar em estimativas mais elevadas das herdabilidades e também diminuindo sua confiabilidade pelo aumento do erro-padrão. Yokoo et al. (2009), Yokoo et al. (2010) e Zuin et al. (2012) obtiveram estimativas para AOL nos valores de 0,37, 0,29 e 0,29, respectivamente. Zuin et al. (2012) utilizaram para as análises o banco de dados previamente estudado por Yokoo et al. (2010) com a adição de mais animais, pode-se observar a diminuição nas estimativas de herdabilidade para AOL, provavelmente em decorrência do maior número de registros utilizados. Uma diminuição das estimativas de herdabilidade para as características de carcaça é esperada na base de dados do programa de melhoramento genético da raça Guzerá, com a inclusão de mais animais de diferentes rebanhos. Os mesmos autores ainda obtiveram estimativas para EG e EGP8 que variaram de 0,21 a 0,55 e 0,23 a 0,45, respectivamente.

A característica com a maior associação genética com PG foi PN ($0,53 \pm 0,04$), resultado que condiz com o que era esperado (ROCHA et al., 2005), uma vez que é sabido que animais com um peso ao nascer maior tendem a serem os animais cuja gestação foi mais prolongada. A seleção para PG pode se mostrar pouco eficiente devido a baixa herdabilidade da característica, contudo pode se esperar uma diminuição no PG dos animais quando a seleção

for conduzida para PN menor. Foi encontrada associação genética favorável de PG com IPP (Tabela 3). Todavia como as duas são características de baixa herdabilidade e a correlação foi muito baixa, é possível dizer que pouca resposta devido à seleção indireta é esperada.

Altas correlações genéticas entre PN e as demais características de peso foram estimadas (Tabela 3). As correlações tenderam a diminuir conforme avançavam as outras idades, mas o resultado é suficiente para indicar que grande parte dos genes que determinam o crescimento corporal na fase de vida uterina continua influenciando o desempenho animal após o nascimento.

Além de estar positivamente correlacionada geneticamente com as demais características de peso (PN, P210, P365 e P450), P120 possui correlações genéticas favoráveis com PE365, PE450, IPP e AOL. Esses resultados, somados a alta herdabilidade da característica e a precocidade com que é medida, tornam-lhe de grande interesse em um programa de seleção.

P210 apresentou correlação genética mais favorável com IPP (-0,51), indicando que fêmeas mais pesadas a desmama tenderão a ter menor idade ao primeiro parto. Também foram observadas correlações genéticas positivas com AOL, P365, P450, PAV, PE365 e PE450. Na desmama, é comum ocorrer a primeira seleção de animais. O fato de haver várias características correlacionadas a P210 faz com que a escolha de animais mais pesados na desmama possa levar também a uma melhoria no desempenho dos animais em outras características tais como AOL, P365, P450, PE365 e PE450. Faz-se necessário o controle sobre as mudanças acarretadas na PAV em função da seleção para P210, pois vacas com peso adulto mais elevado tendem a consumir mais, aumentando o custo de produção.

P365 e P450 têm alta correlação genética entre si e ambas ainda possuem estimativas muito parecidas com as demais características, todavia a correlação genética entre P450 e PE365 é maior do que entre P365 e PE365. O fato das duas características possuírem herdabilidade parecida e correlações genéticas semelhantes com as demais pode indicar o uso na seleção da característica medida mais precocemente (P365) com o intuito de diminuir o intervalo de gerações como já foi realizado pelo Programa de Avaliação

Genética da Raça Guzará (PAGRG), quando foi decidido por encerrar com as medições de peso aos 550 dias de idade nas fazendas.

As estimativas das correlações genéticas de PAV com as demais características de peso corporal (PN, P120, P210, P365 e P450), apesar de não possuírem alta magnitude, fazem com que seja necessário o cuidado para que a seleção para peso corporal, visando à produção de animais para o abate, não acarrete no aumento exagerado das matrizes, podendo levar a um incremento nos custos de produção.

PE365 não só apresentou correlações genéticas favoráveis e de média magnitude com as características de peso corporal (PN, P120, P210, P365 e P450), mas também foi verificada associação com IPP, AOL e EG. PE365 e PE450 apresentaram correlação genética alta (0,90) indicando que a seleção para uma levará melhoria indireta à outra. PE450 apresentou associação genética com P120, P210, P365, P450, AOL e EG, mas ao contrário dos resultados obtidos com a característica medida mais precocemente, não houve correlação genética com PN. A estimativa de correlação genética obtida entre PE450 e IPP é de pouca confiabilidade devido ao elevado erro-padrão estimado. PE450 foi uma das poucas características estudadas que apresentou correlação genética com PAC.

A característica IPP apresentou correlação genética favorável com todas as características estudadas, com exceção de EGP8. Todavia, a estimativa apresenta-se pouco confiável devido ao alto erro-padrão encontrado. O resultado com PN indica que vacas que parem animais mais pesados possuem IPP maior. Por isso, é interessante selecionar por animais com IPP menor, pois dessa maneira o investimento feito na fêmea poderá ser pago mais rapidamente. A seleção para menor IPP poderá levar a diminuição do PN. O PN é uma característica em que se busca animais de desempenho médio, nem muito leves, o que aumenta a chance do animal não sobreviver, nem tão pesados que cause dificuldade na hora do parto e possa causar a perda tanto do bezerro quanto da vaca. Como IPP e PN são duas características importantes para o sistema de produção, possuindo correlações genéticas com as demais, seria interessante que ambas fizessem parte de um índice de seleção, podendo assim evitar resultados indesejáveis no futuro devido à

seleção indireta. IPP ainda apresentou correlação genética favorável com AOL, EG e as demais características de peso corporal (P120, P210, P365 e P450), indicando que animais mais pesados nessas idades tenderão a apresentar IPP mais baixo.

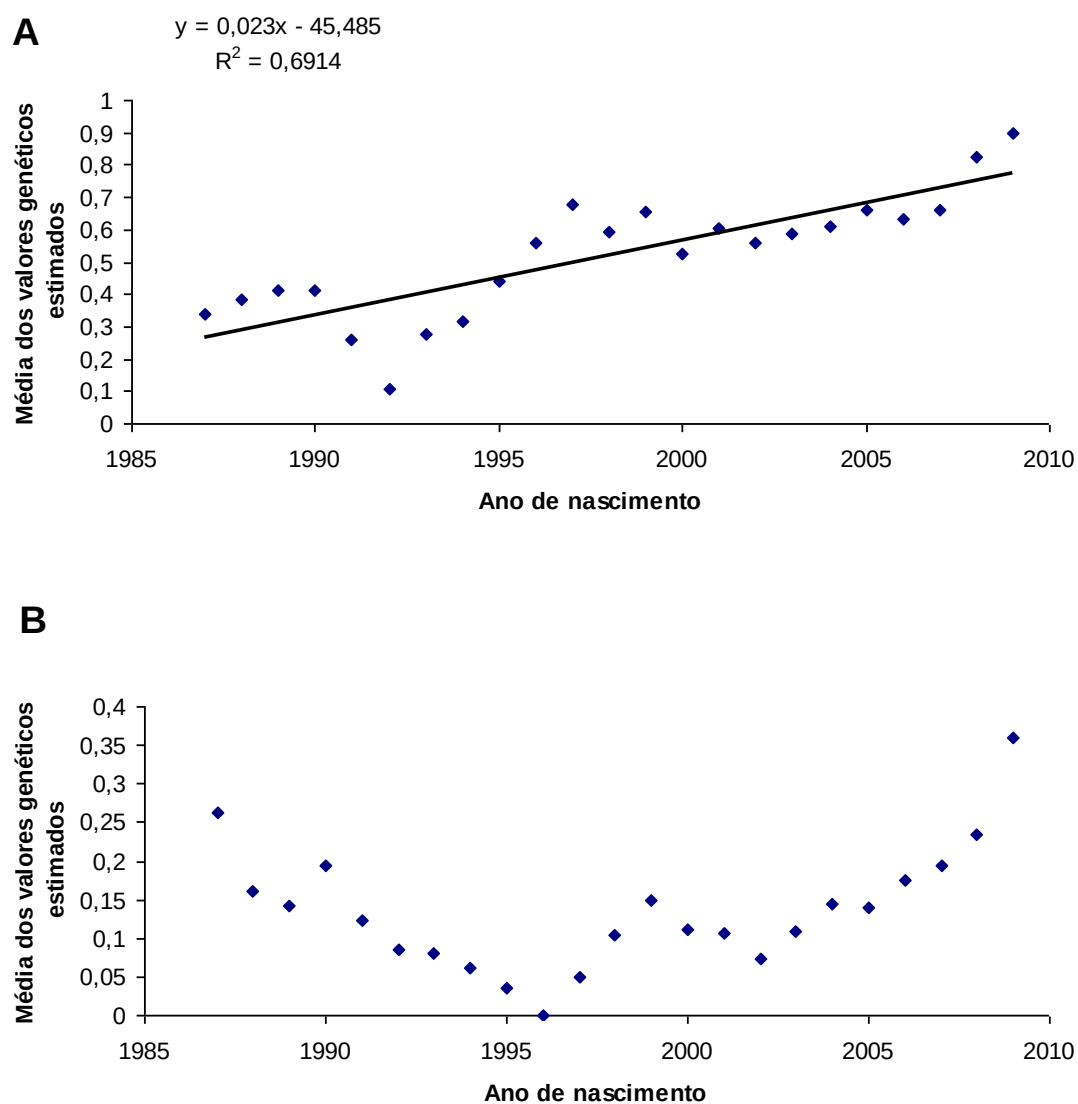
A característica que demonstrou a menor associação genética com as demais foi a PAC, apresentando apenas pequena correlação genética com PE450 e IPP. Conforme Lôbo et al. (2004), PAC é um índice que visa avaliar a produtividade da fêmea considerando o peso do bezerro ao desmame e o número de progênie produzidas durante a permanência desta no rebanho. Assim, esta depende diretamente da idade ao primeiro parto (IPP), do intervalo entre partos (IEP) e do tempo de permanência da vaca no rebanho. Talvez por ser um índice, isso tenha dificultado estimar alguma associação genética com as demais características e este índice apresentou a maior correlação justamente com IPP por ser uma das características que compõe a PAC.

AOL mostrou-se correlacionada geneticamente com as características de peso (P120, P210, P365 e P450), indicando que a seleção para peso corporal poderá levar a melhora correlacionada à quantidade de músculo e rendimento da carcaça. As características reprodutivas PE365 e PE450 também estão correlacionadas geneticamente, em menor magnitude, com AOL. Com IPP, foi observada uma alta correlação genética favorável sinalizando que seleção para algumas características reprodutivas podem levar a melhoria nesta característica de carcaça medida por ultrassonografia.

As tendências genéticas indicaram melhora linear significativa nos valores genéticos aditivos direto iguais a 0,02, 0,29, 0,57, 0,99 e 1,11 kg/ano, para PN, P120, P210, P365 e P450, respectivamente. Em termos de mudança genética anual, isto representa um aumento de 0,07, 0,24, 0,31, 0,4 e 0,41% sobre as médias dos cinco pesos (Tabela 2) em ordem crescente de idade, representando uma diferença de aproximadamente 0,5 kg no peso ao nascer, 6,38 kg no peso aos 120 dias, 12,54 kg no peso a desmama, 21,78 kg no peso ao ano e 24,42 kg no peso ao sobreano, como consequência do progresso genético oriundo do efeito genético aditivo direto nos 22 anos estudados. Nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 apresenta-se a evolução do valor genético aditivo direto e

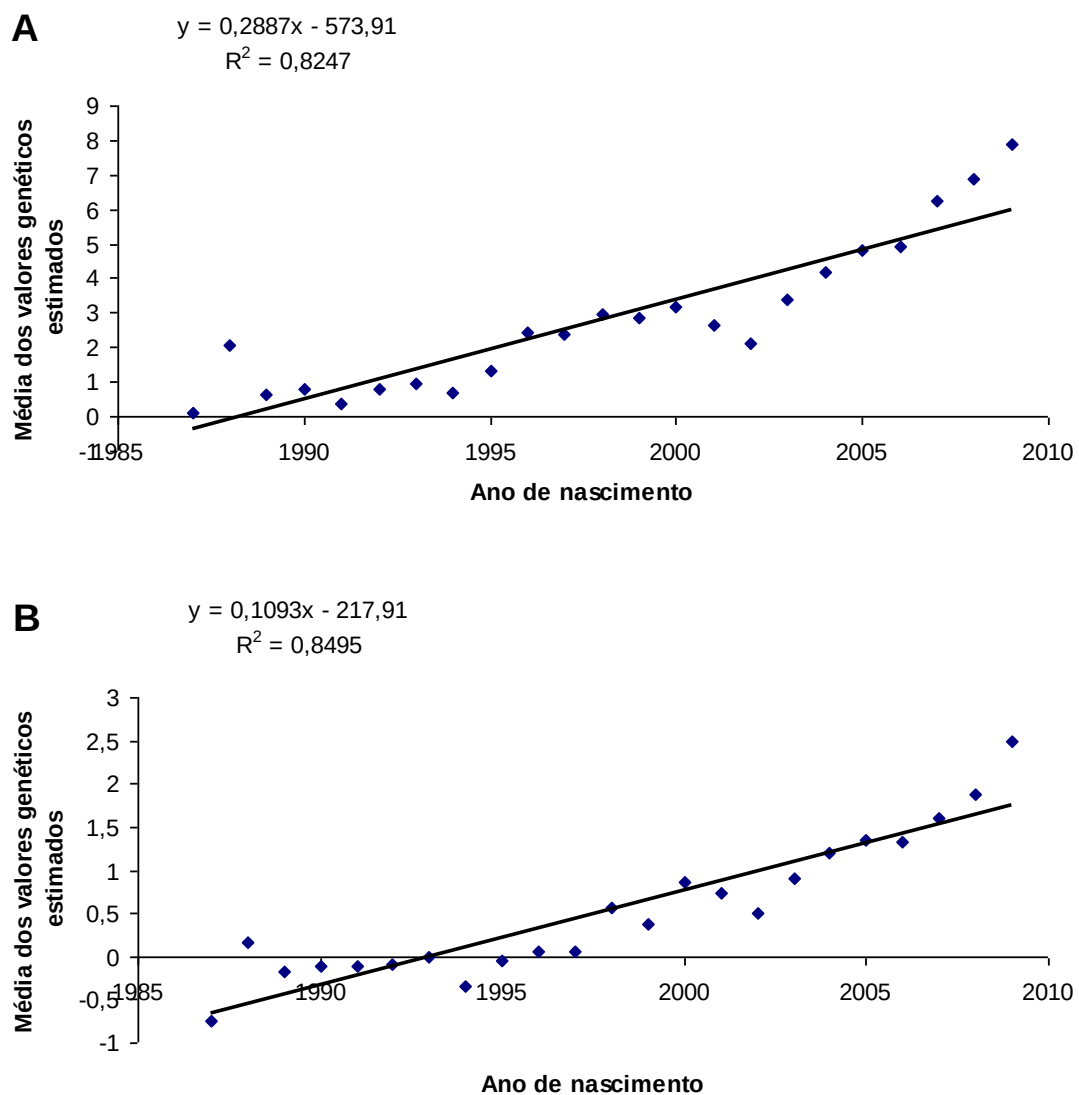
materno ao longo dos anos de nascimento para PN, P120, P210, P365 e P450.

No presente estudo, não foi verificada mudança na média dos valores genéticos aditivos maternos ao longo dos anos de nascimento para PN. A contribuição do efeito genético materno foi menor que a do efeito genético direto, representando 0,09, 0,06, 0,03 e 0,02% de incremento anual na média de P120, P210, P365 e P450, respectivamente, (Figuras 2 a 5). Isto representa respectivamente aumento de 2,42, 2,42, 1,54 e 1,32 kg, aproximadamente, como resultado de contribuições do efeito genético materno, durante o período estudado. O efeito genético materno aos 120 dias de idade é levado em consideração no índice proposto pela ANCP e considerando suas estimativas de herdabilidade, responde eficientemente ao processo de seleção.



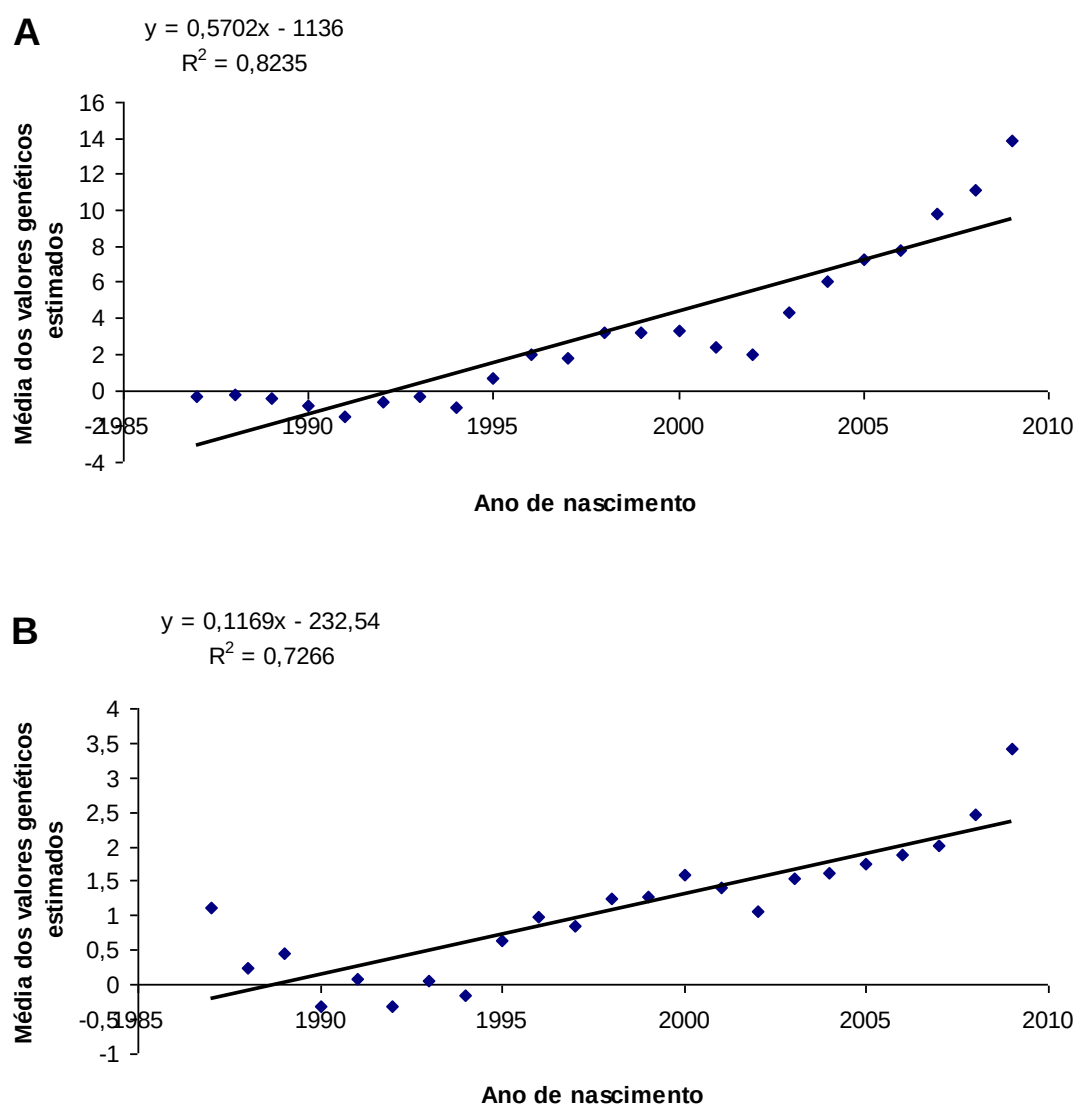
Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (A).

Figura 1. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos diretos (A) e variação dos valores genéticos maternos (B) para peso ao nascer (PN), no período de 1987 a 2009.



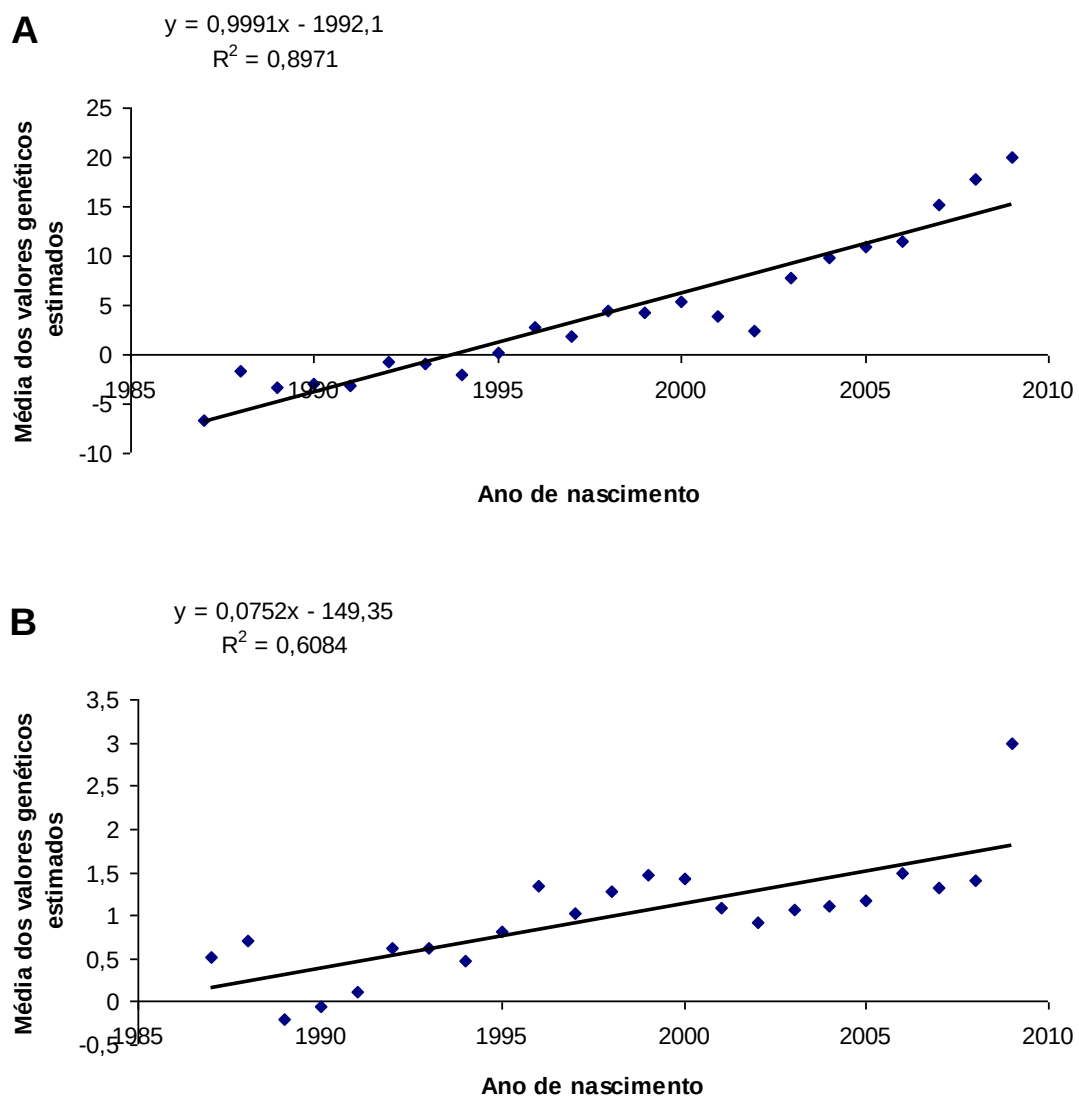
Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 2. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 120 dias de idade (P120), no período de 1987 a 2009.



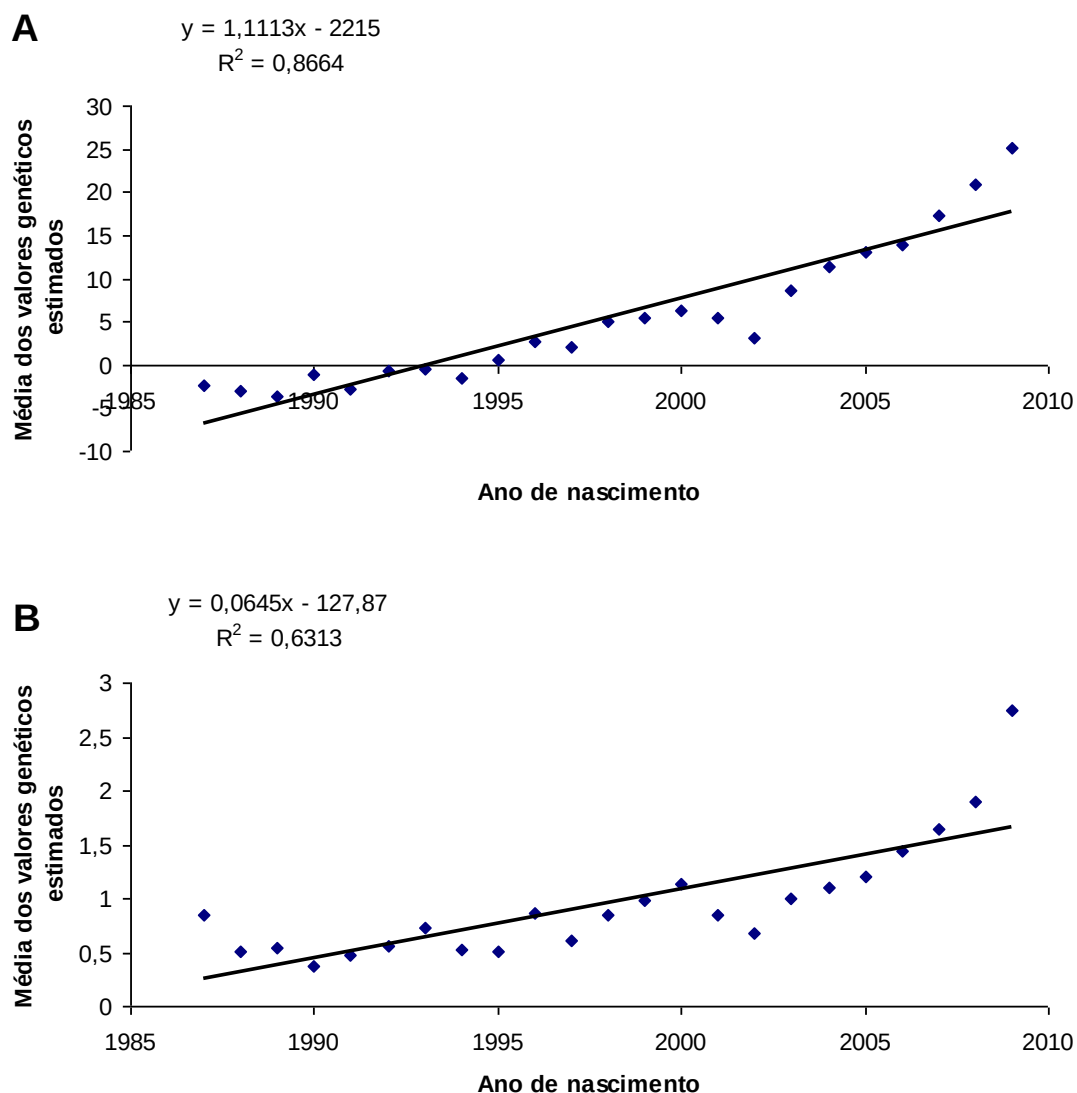
Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 3. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso a desmama (P210), no período de 1987 a 2009.



Coeficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

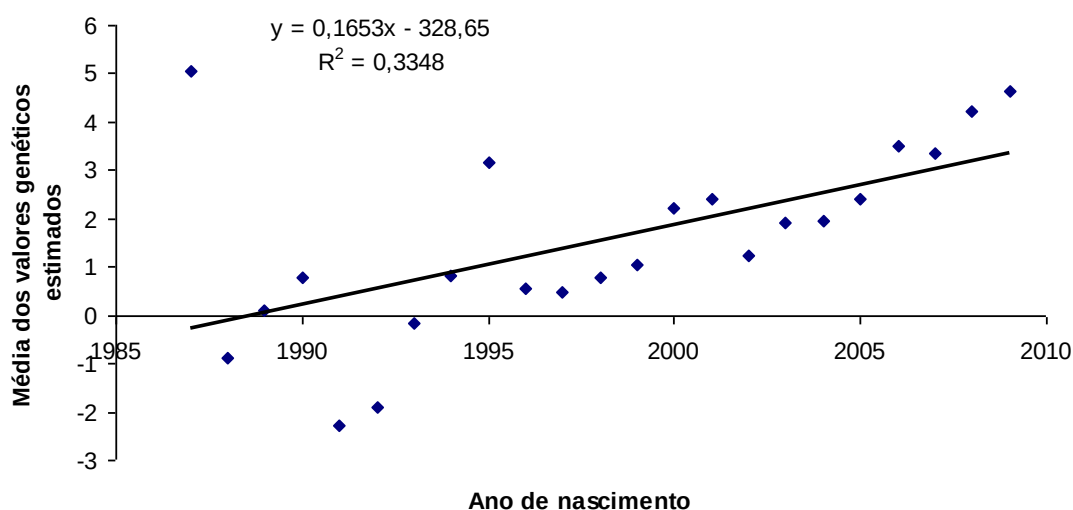
Figura 4. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 365 dias de idade (P365), no período de 1987 a 2009.



Coefficientes de regressão significativamente diferentes de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 5. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos direto (A) e materno (B) para peso aos 450 dias de idade (P450), no período de 1987 a 2009.

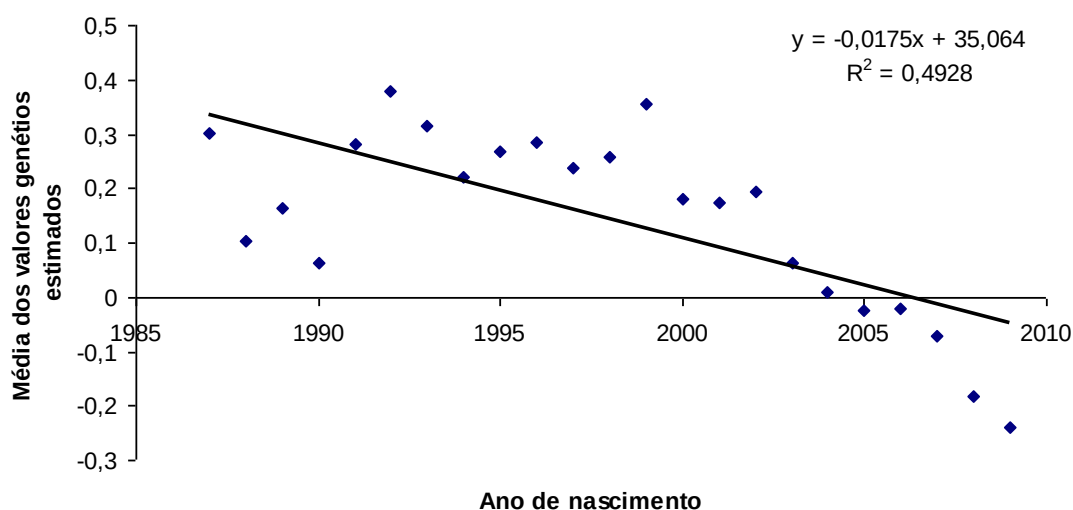
A tendência genética estimada para PAV (Figura 6) demonstrou que tem ocorrido uma seleção indireta para a característica, quando se faz seleção para peso corporal a idades inferiores. As características P365 e P450 compõem o MGT do programa de melhoramento genético de bovinos da raça Guzerá, tendo uma importância de 20% cada uma. Esta ponderação pode estar levando ao aumento dos valores genéticos para peso adulto das vacas.



Coefficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 6. Tendência genética (kg) da média dos valores genéticos para peso adulto da vaca (PAV), no período de 1987 a 2009.

A característica IPP apresentou uma tendência genética decrescente e favorável durante os anos estudados (Figura 7), indicando que as vacas estão tendo o seu primeiro parto mais jovens. Esses resultados indicam resposta correlacionada devido a seleção feita com base no MGT, devido a correlação genética favorável entre IPP e as características que compõem o índice (Tabela 3), -0,36 (P365), -0,34 (P450), -0,23 (PE365) e -0,19 (PE450). Grossi et al. (2008) observaram uma tendência similar em animais Nelore que não eram selecionados para IPP, revelando que a característica responde favoravelmente e indiretamente a seleção realizada nos rebanhos. Desde 2008, o IPP é levado em consideração na formação do MGT e dessa maneira é esperado um melhor desempenho nas próximas gerações.

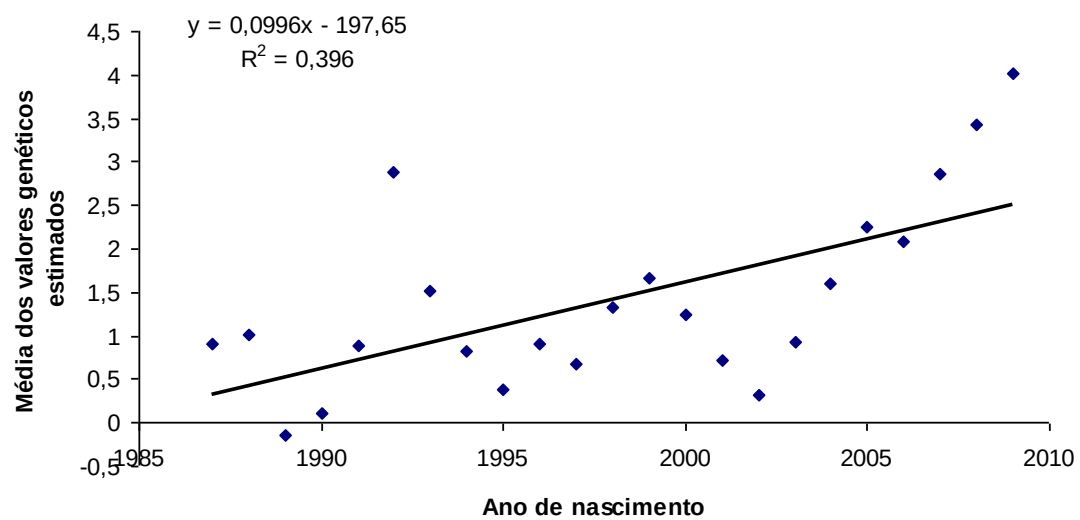


Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 7. Tendência genética (meses) da média dos valores genéticos para idade ao primeiro parto (IPP), no período de 1987 a 2009.

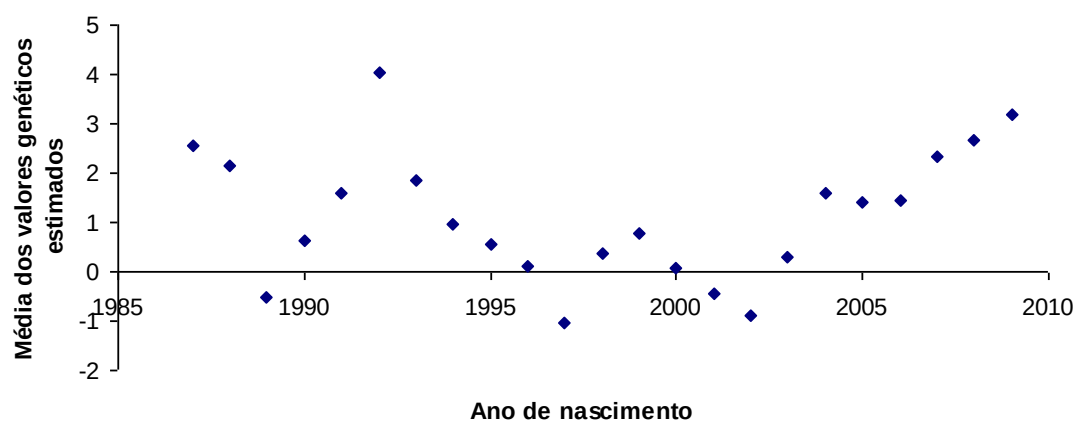
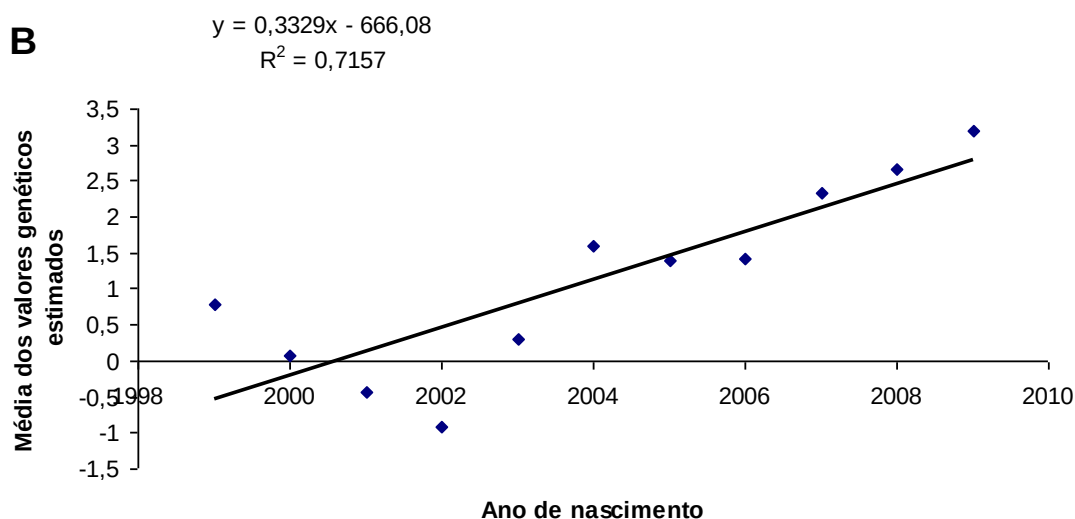
A tendência genética das médias dos valores genéticos estimados para PE365 (Figura 8) apresenta-se crescente durante o período estudado. Observa-se maior alta a partir do ano 2000, o que pode ser explicado pela criação do programa de melhoramento de bovinos da raça Guzerá em 1999, que começou a ponderar os valores genéticos de PE365 na avaliação dos animais. O resultado dos últimos anos aponta que a seleção para a característica vem obtendo resposta e a medida de PE365 nos animais vem se alterando ao longo dos anos.

Durante o período total considerado (1987 a 2009) não foi observada mudança na média dos valores genéticos para PE450 ao longo dos anos (Figura 9. A). Quando se faz os cálculos de tendência genética a partir do início do programa de avaliação genética (1999), pode-se observar aumento linear nas estimativas das médias dos valores genéticos ao longo dos anos (Figura 9. B).



Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 8. Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 365 dias de idade (PE365), no período de 1987 a 2009.

A**B**

Coefficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (B).

Figura 9. Variação (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), no período de 1987 a 2009 (A) e Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450), do período de 1995 a 2009 (B).

Os resultados para a característica PG não mostram alteração linear significativa dos valores genéticos ao longo do tempo (Figura 10). Essa característica começou a ser levada em consideração no MGT a partir de 2008. Antes dessa data, PG só poderia ser selecionada de maneira indireta, mas sua fraca correlação genética com as demais características, principalmente as de peso, impediu um resultado satisfatório. Apesar da baixa herdabilidade

apresentada no estudo (Tabela 3), é esperado que ocorra uma queda na média das estimativas dos valores genéticos futuramente devido à inclusão dessa característica no índice de seleção da ANCP.

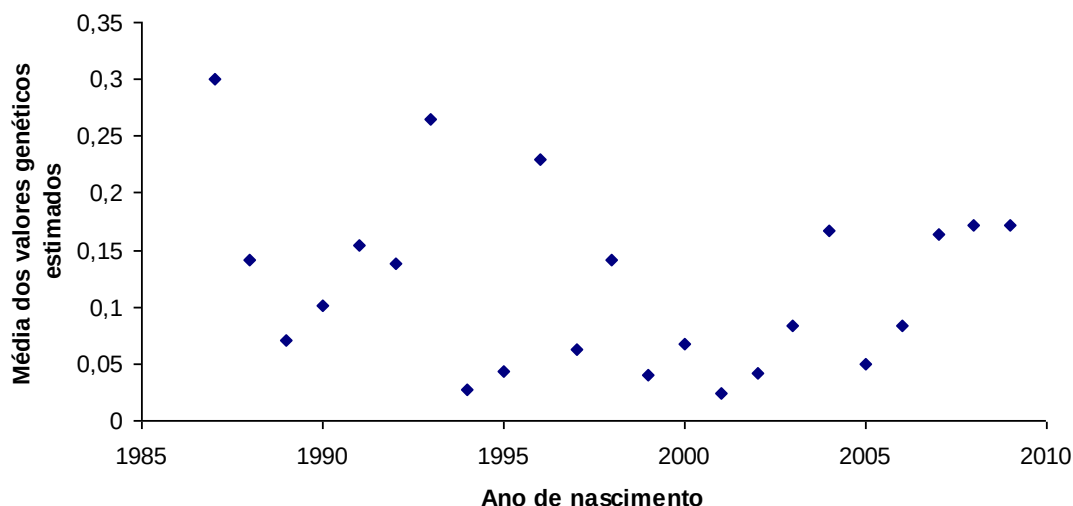


Figura 10. Variação (dias) da média dos valores genéticos para período de gestação (PG), no período de 1987 a 2009.

A variação da média dos valores genéticos estimados para PAC demonstra que não houve alteração durante o período estudado (Figura 11). A característica não é contemplada no atual índice e a sua baixa correlação com as demais características faz com que apesar de sua importância esta não apresente resultados expressivos aos criadores.

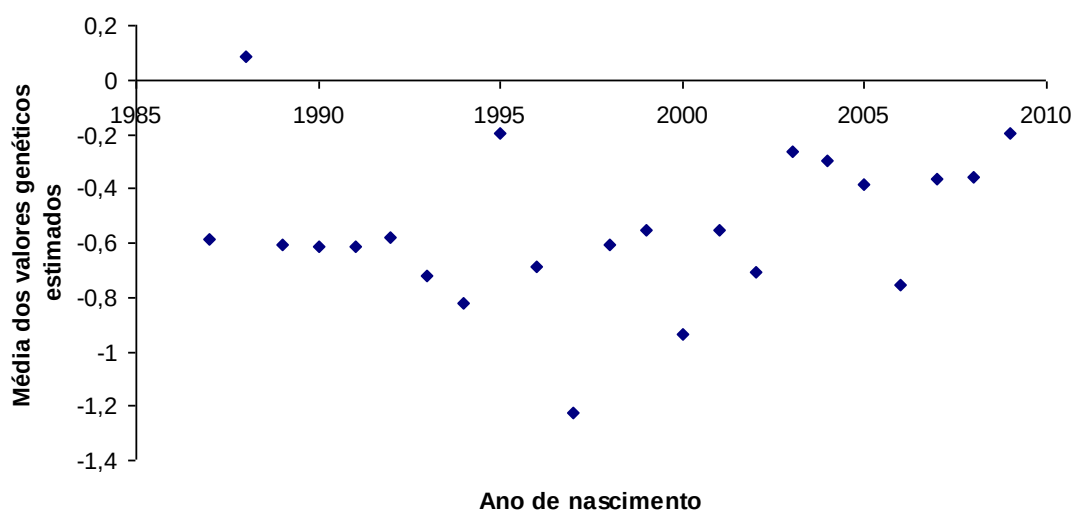
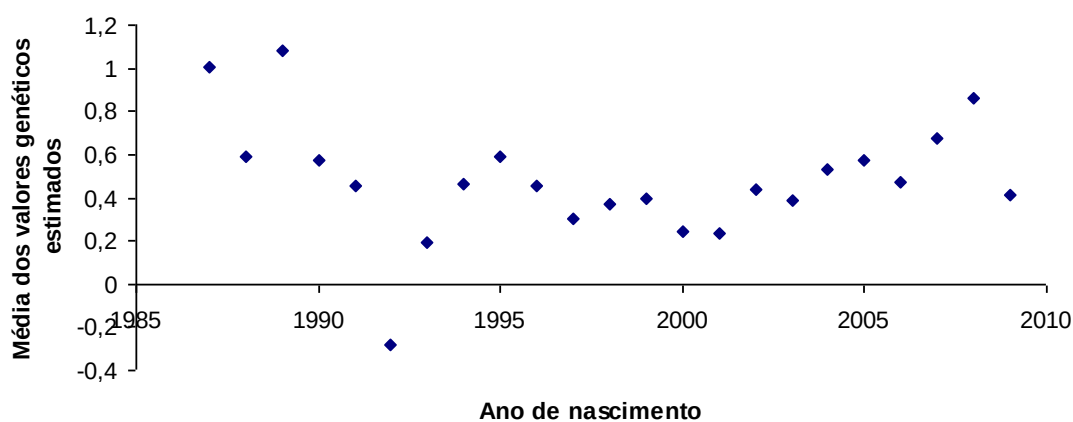
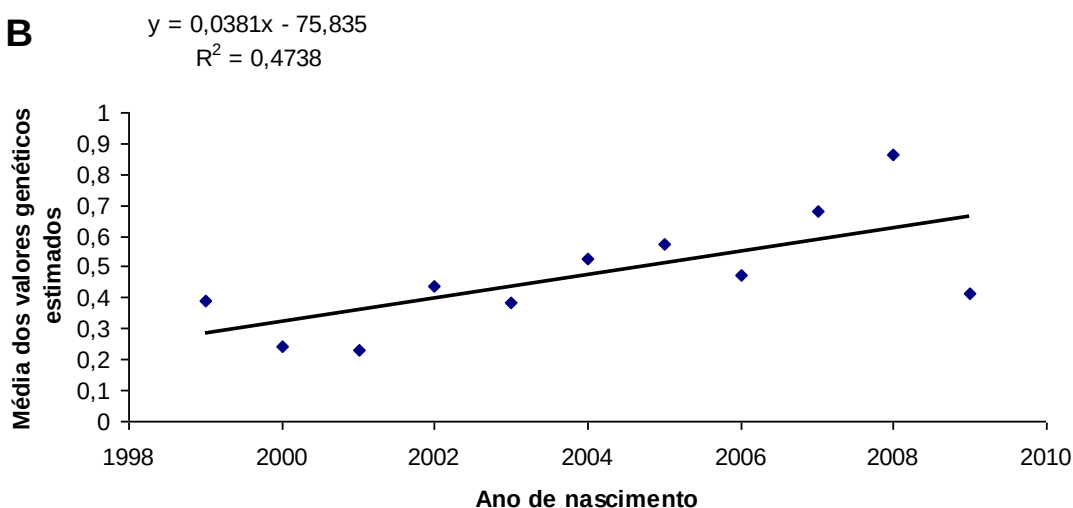


Figura 11. Variação (kg) da média dos valores genéticos para produtividade acumulada (PAC), no período de 1987 a 2009.

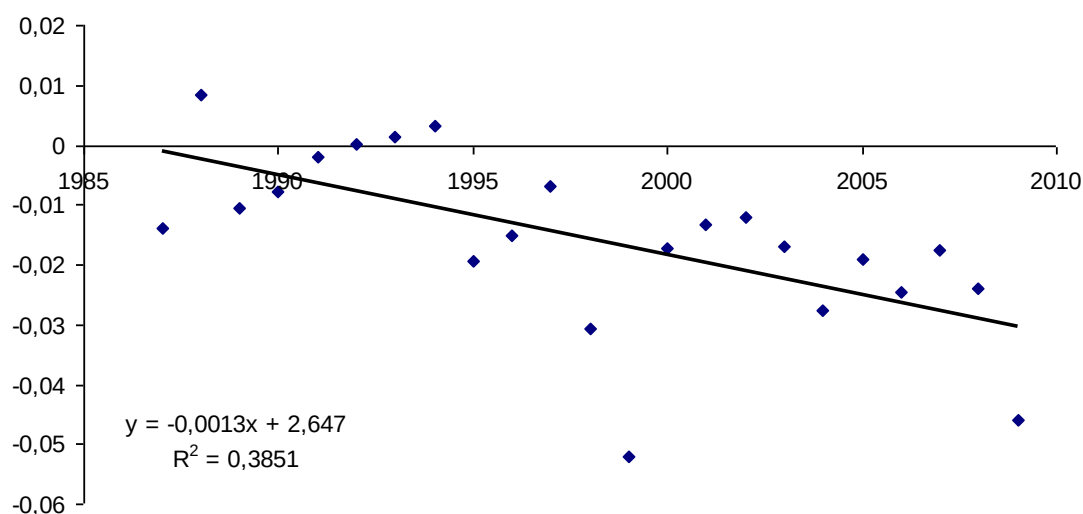
A tendência genética para AOL (Figura 12. A) indicou que entre 1987 e 2009 não houve alteração na média dos valores genéticos. Entretanto, a média anual dos valores genéticos aumentou significativamente entre 1999 e 2009 (Figura 12. B). Isso pode ter ocorrido devido ao início da avaliação dos animais no programa de avaliação genética da raça Guzerá. A seleção para as características que compõem o MGT pode ter levado a uma resposta correlacionada à seleção. Zuin et al. (2012) encontraram diferentes tendências para AOL, em animais da raça Nelore, quando consideraram um longo período (1978-2008) e quando dividiram esse período em dois (1978-1994) e (1994-2008). Naquele caso a diferença entre as tendências foi atribuída ao uso de diferentes índices de seleção ao longo dos anos.

A**B**

Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student em (B).

Figura 12. Variação (cm²) da média dos valores genéticos para área de olho de lombo (AOL), no período de 1987 a 1999 (A) e Tendência genética (cm²) da média dos valores genéticos para área de olho de lombo (AOL), no período de 1999 a 2009 (B).

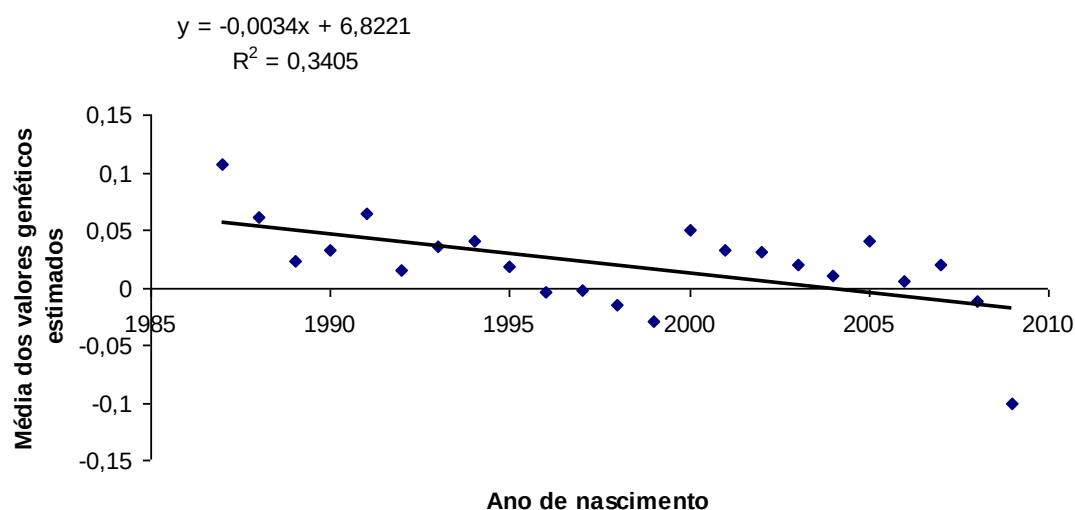
EG apresentou tendência genética decrescente (Figura 13). Isso significa que apesar da baixa correlação genética com as demais, a seleção visando à melhoria de outras características está de alguma maneira levando a diminuição no valor genético para espessura de gordura da população analisada.



Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 13. Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para espessura de gordura (EG), no período de 1987 a 2009.

A característica EGP8 apresentou tendência genética significativa (Figura 14) ao longo dos anos, possuindo pouca correlação genética com as demais características, com exceção de EG. A EGP8 apresentou resposta semelhante a que vem ocorrendo com EG. A partir dos resultados e sabendo da importância das duas características para o produtor, faz-se necessário indicar a inclusão de uma das duas características que avaliam a deposição de gordura no animal no índice de seleção recomendado pela ANCP. Devido possuir maior herdabilidade do que EG, a característica EGP8 é a mais indicada para compor o índice.



Coeficiente de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), pelo teste t de Student.

Figura 14. Tendência genética (mm) da média dos valores genéticos para espessura de gordura na garupa (EGP8), no período de 1987 a 2009.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram que as características estudadas possuem suficiente componente genético aditivo e podem responder a seleção. Todavia, espera-se menor eficiência quando selecionar-se para PG e IPP por possuírem estimativas de herdabilidade mais baixas. As correlações genéticas entre as características permitem resposta indireta a seleção quando se utiliza o MGT, com exceção feita a PAC, EG e EGP8 as quais não apresentam associação genética forte suficiente com as demais características. A inclusão da característica EGP8 no índice de seleção proposto pela ANCP é recomendada.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.118, p. 83-92, 2001.

AZEVEDO, D. M. M. R.; FILHO, R. M.; LÔBO, R. N. B.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. A. A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MALHADO, C. H. M. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p. 54–59, 2005.

BERTAZZO, R. P.; FREITAS, R. T. F.; GONÇALVES, T. M.; PEREIRA, I. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, A. I. G.; ANDRADE, I. F. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1118-1127, 2004.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; KACHMAN, S. D. **A manual for use of MTDFREML**. Clay Center, NE:USDA-ARS, 1995, 121p.

CAVALCANTE, F. A.; MARTINS FILHO, R. M.; CAMPELLO, C. C.; LOBO, R. N. B.; MARTINS, C. A. Período de gestação em rebanho Nelore na Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1451-1455, 2001.

CHUD, T. C. S.; CAETANO, S. L.; BUZANSKAS, M. E.; GROSSI, D. A.; GUIDOLIN, D. G. F.; SOUZA, C. G.; LÔBO, R. B.; MUNARI, D. P. Genetic parameters for gestation length, body weight at birth and at 210 days of age and accumulated productivity in Brazilian Nelore beef cattle. In: 4th International Conference of Quantitative Genetics. **Resumos...** Edimburgo, Escócia, 2012.

CYRILLO, J. N. S. G.; ALENCAR, M. M.; RAZOOK, A. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; FIGUEIREDO, L. A. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1405-1415, 2004.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade para a idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 97-102, 2004.

DUARTE, M. L. P. R.; BASTOS, J. F. P. Avaliação de característica reprodutivas de um rebanho da raça Guzerá. **Cultura Agronômica**, v.14, n.1, p.1-15, 2005.

EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L. O. C.; FIGUEIREDO, G. R. Tendências genéticas na raça Guzerá. In: 34^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, p.173, **Resumos...** Juiz de Fora, Brasil, 1997.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; REYES, A.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D.; Bayesian inference on field data for genetic parameters for some reproductive and related traits of Nellore cattle (*Bos indicus*). **Genetic Molecular Biology**, v. 30, n. 2, p. 343–348, 2007.

FRIZZAS, O. G.; GROSSI, D. A.; BUZANSKAS, M. E.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, J. A.; MUNARI, D. P. Heritability estimates and genetic correlations for body weight and scrotal circumference adjusted to 12 and 18 months of age for male Nellore cattle. **Animal**, v.3, n.3, p. 347–351, 2009.

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

GROSSI, D. A.; FRIZZAS, O. G.; PAZ, C. C. P.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, J. A.; MUNARI, D. P. Genetic associations between accumulated productivity, and reproductive and growth traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.139-146, 2008.

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

GRUPIONI, N. V. **Associações genéticas entre características reprodutivas e de crescimento em bovinos da raça Guzerá**. 2012 59p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Julio de Mesquita Filho”, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GUIDOLIN, D. G. F.; BUZANSKAS, M. E.; VENTURINI, G. C.; RAMOS, S. B.; LÔBO, R. B.; PAZ, C. C. P.; MUNARI, D. P.; OLIVEIRA, J. A. Genotype-environment interaction for post-weaning traits in Nellore beef cattle. **Animal Production Science**, v.52. p.975-980, 2012.

GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. V.; BEZERRA, L. A. F. CORRADO, M.; LÔBO, R. B. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agronômica**, v.32, n.1/2, p.46-52, 2001.

LAUREANO, M. M. M.; BOLIGON, A. A.; COSTA, R. B.; FORNI, S.; SEVERO, J. L. P.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, p. 143-152, 2011.

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. U.; ZAMBIANCHI, A. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; BERGMANN, J. A. G.; SAINZ, R. D. (2004). Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: sumário 2004. Ribeirão Preto, GEMAC – Departamento de Genética – FMRP – USP.

MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise Genético-Quantitativa de Pesos aos 8, 12, 18 e 24 Meses de Idade em um Rebanho da Raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003.

MUJIBI, F. D. N.; CREWS, D. H. Genetic parameters for calving ease, gestation length, and birth weight in Charolais cattle. **Journal of Animal Science**. v.87, p. 2759–2766, 2009.

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

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

PIMENTA FILHO, E. C.; MARTINS, G. A.; SARMENTO, J. L. R.; RIBEIRO, M. N.; MARTINS FILHO, R. Estimativas de Herdabilidade de Efeitos Direto e Materno de Características de Crescimento de Bovinos Guzerá, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p. 1220-1223, 2001.

POGGIAN, C. F. **Variabilidade genética e endogamia na população guzerá sob seleção para produção de leite**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

RIBEIRO, S. H. A.; PEREIRA, J. C. C.; VERNEQUE, R. S.; SILVA, M. A.; BERGMANN, J. A. G. Efeito da covariância genética aditivo-materna sobre estimativas de parâmetros genéticos e em avaliações genéticas de características de crescimento de animais Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.401-406, 2009.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v. 15, n. 3, p. 469-485, 1959.

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

ROSA, A. N.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N.; BEZERRA, L. A. F.; BORJAS, A. R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1027-1036, (supl 1), 2001.

SCHWENGBER, E. B.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. **Ciência rural**, v. 31, n. 3, p. 483–486, 2001.

SOUZA, J. C.; MALHADO, C. H. M.; SILVA, L. O. C.; LEAL, T. L.; GOMES, C. M.; JACINTO, E. J.; FERRAZ FILHO, P. B. Parâmetros e tendência genética em bovinos da raça guzerá na microrregião mata e agreste no nordeste do Brasil. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.2, n.2, p. 47-52, 2004.

TORRES JUNIOR, J. R. S.; HENRY, M. Sexual development of Guzarat (*Bos taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. **Animal Reproduction**, v.2, n.2, p.114-121, 2005.

YOKOO, M. J. I. ; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; SAINZ, R. D.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.

YOKOO, M. J. I. WERNECK, J. N. PEREIRA, M. C. ALBUQUERQUE, L. G. FILHO, W. K. SAINZ, R. D. LOBO, R. B. ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2009.

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

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

Apêndice 1. Histórico das ponderações para as características consideradas no índice Mérito Genético Total (MGT), desenvolvido pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) para avaliação genética dos animais de raças zebuínas, por ano e sexo.

Características												
Ano	Sexo	P240	MP120	P120	P365	P450	P550	PE365	PE450	PE550	IPP	PG
1995	Ambos	0,10	-	-	0,30	-	0,30	0,15	-	0,15	-	-
1996	Macho	0,10	0,10	-	0,25	-	0,25	0,15	-	0,15	-	-
	Fêmea	0,15	0,15	-	0,35	-	0,35	-	-	-	-	-
1997	Macho	0,10	0,10	-	0,25	-	0,25	0,15	-	0,15	-	-
	Fêmea	0,15	0,15	-	0,35	-	0,35	-	-	-	-	-
1998	Macho	0,10	0,10	-	0,25	-	0,25	0,15	-	0,15	-	-
	Fêmea	0,15	0,15	-	0,35	0,35	-	-	-	-	-	-
1999	Ambos	-	0,10	0,20	0,20	0,20	-	0,15	0,15	-	-	-
2000	Macho	-	0,15	0,20	0,20	0,20	-	0,125	-	-	-	-
	Fêmea	-	0,30	0,20	0,25	0,25	-	-	0,125	-	-	-
2001	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2002	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2003	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2004	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2005	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2006	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2007	Ambos	-	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	-	-
2008	Ambos	-	0,20	-	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	0,15	0,05
2009	Ambos	-	0,20	-	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	0,15	0,05
2010	Ambos	-	0,20	-	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	0,15	0,05
2011	Ambos	-	0,20	-	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	0,15	0,05
2012	Ambos	-	0,20	-	0,20	0,20	-	0,10	0,10	-	0,15	0,05

P240: peso aos 240 dias; MP120: habilidade maternal; P120: Peso aos 120 dias; P365: Peso aos 365 dias; P450: Peso aos 450 dias; P550: Peso aos 550 dias; PE365: Perímetro escrotal aos 365 dias; PE450: Perímetro escrotal aos 450 dias, PE550: Perímetro escrotal aos 550 dias; IPP: Idade ao primeiro parto; PG: Período de gestação. Grupioni (2012).