

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E TENDÊNCIAS GENÉTICA E  
FENOTÍPICA DA RAÇA GUZERÁ CRIADA NO NORDESTE DO  
BRASIL**

FORTALEZA  
CEARÁ – BRASIL  
2009

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E TENDÊNCIAS GENÉTICA E  
FENOTÍPICA DA RAÇA GUZERÁ CRIADA NO NORDESTE DO  
BRASIL**

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Zootecnia.

Área de Concentração: Melhoramento Animal

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sônia Maria Pinheiro  
de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique  
Mendes Malhado

FORTALEZA  
CEARÁ – BRASIL  
2009

S236e Santos, Leonardo Hualdo  
Estrutura populacional e tendências genética e fenotípica da raça Guzerá criada no Nordeste do Brasil / Leonardo Hualdo Santos, 2009.  
47 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profª. Dra. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira  
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado  
Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2009.

1. Bovinos de corte 2. Endogamia 3. Ganho genético 4. Parâmetros genéticos 5. Pedigree I. Oliveira, Sônia Maria Pinheiro (orient.) II. Malhado, Carlos Henrique Mendes (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia IV. Título

CDD 636.08

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**  
Biólogo

**ESTRUTURA POPULACIONAL E TENDÊNCIAS GENÉTICA E  
FENOTÍPICA DA RAÇA GUZERÁ CRIADA NO NORDESTE DO  
BRASIL**

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Zootecnia.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2009.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado (Co-Orientador)  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

---

Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo  
Pesquisador da EMBRAPA - Caprinos e Ovinos

---

Prof. Dr. Raimundo Martins Filho  
Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal - UNIDERP

## DEDICO

Ao Deus todo poderoso, por me conceder a dádiva da vida e por estar sempre comigo.

Aos meus pais, Domingos Moura dos Santos e Cleomildes Hunaldo dos Santos, por me apoiar em todos os momentos da minha vida, onde nunca mediram esforços para ajudar seus filhos, tendo papel fundamental na minha formação como homem.

Aos meus irmãos, Emerson Hunaldo dos Santos e Rafael Hunaldo dos Santos, pela amizade, torcida, incentivo e carinho em toda essa jornada.

À minha namorada Virlane Kelly (Laninha), por compartilhar todos os momentos dessa vitória, apoiando, dando carinho e amor sempre que precisei.

Aos meus queridos e inesquecíveis Tio Zé (*In memorium*) e meu Primo Dan (*In memorium*), que mesmo ausentes, se fazem presentes em meus pensamentos.

SAUDADES!!!

Aos meus demais familiares, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem em todos os momentos.

*“A cada dia que vivo mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-nos do sofrimento, perdemos também a felicidade”*

*Carlos Drummond de Andrade*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por estar sempre presente comigo e por me abençoar cada dia mais e mais.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em particular ao Departamento de Zootecnia – DZ, por ter me proporcionado esse curso e por ter me acolhido tão bem durante o período que fui Prof. Substituto, sendo estes, momentos muito construtivos em minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, pelos ensinamentos de Orientadora, conselhos e ajuda prestada no decorrer do curso e ter me ajudado muito durante o período em que fui Prof. Substituto do Departamento de Zootecnia - DZ.

Ao Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado, pela Co-orientação e oportunidade de ter realizado esse trabalho, além de todo companheirismo, amizade, ensinamento, paciência no decorrer de toda trajetória, possuindo papel fundamental durante as análises.

Ao Prof. Dr. Paulo Luiz de Souza Carneiro, por todo apoio nessa trajetória e pela amizade construída.

Ao Prof. Dr. Raimundo Martins Filho, pela concessão do Banco de Dados da ABCZ e por abrilhantar minha banca de defesa.

Ao Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo, por aceitar participar da minha Banca de Defesa, por todos os ensinamentos durante o período que foi meu professor e por se mostrar bastante atencioso sempre que precisei.

Ao Prof. Ph.D. Breno Magalhães, por toda sua presteza a frente da coordenação da pós Graduação em Zootecnia, pela sua amizade e conselhos.

Aos amigos Cutrim Júnior, William Mochel e Rômulo Augusto, por participado direta e indiretamente da realização desse trabalho e compartilhado tantos momentos durante esse período, mostrando sempre amizade e sinceridade, agradeço por tudo.

A todos os meus colegas de mestrado, pelos momentos de companhia e alegria vividos em todo esse período.

Às minhas amigas-irmãs Daliane e Kassiana do Melhoramento, por serem muito amigas em todos os momentos dessa jornada.

A todos os meus amigos da UFC, perfazendo uma lista muito grande de nomes que contribuíram para minha formação, onde tendo a possibilidade de esquecer algum nome, prefiro não cita-los.

À turma do “Mangue Puro”, William, Marquinhos e Luiz Neto, abraços.

A todos os meus ex-alunos da graduação, por me proporcionar tantos momentos felizes durante o período em que fui Prof. Substituto.

Às minhas amigas Rafaelle e Giselle pelos conselhos e amizade.

A toda turma das “Quatorze” e seus respectivos namorados, pelos momentos de descontração.

A Francisca Prudêncio, secretária do curso de Pós Graduação em Zootecnia, pelos serviços prestados no decorrer do curso.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pelos momentos vividos durante minha estadia como professor Substituto.

E a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu pudesse realizar esse trabalho.

**Muito Obrigado!!!**

# ESTRUTURA POPULACIONAL E TENDÊNCIAS GENÉTICA E FENOTÍPICA DA RAÇA GUZERÁ CRIADA NO NORDESTE DO BRASIL

## RESUMO

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar geneticamente os zebuínos da raça Guzerá de corte do Nordeste brasileiro, nascidos entre 1976 e 2007, por meio do estudo da estrutura populacional, estimação dos parâmetros genéticos aos 205(P205), 365(P365) e 550(P550) dias de idade e análise do comportamento das linhas de tendência genética, fenotípica e de ambiente. O programa ENDOG foi utilizado para a análise do pedigree e a estimação dos parâmetros baseados na probabilidade de origem do gene, tamanho efetivo ( $N_e$ ), intervalo de gerações e coeficiente de endogamia. Os componentes de (co)variância foram obtidos por meio da metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita, utilizando o programa computacional *MTDFREML*. O modelo utilizado para P205 incluiu os efeitos aleatórios genéticos, direto e materno, e de ambiente permanente, além do efeito fixo de grupo de contemporâneo. Para P365 e P550, foram considerados os mesmos efeitos fixos, porém, apenas o efeito genético direto como efeito aleatório. A estimativa das tendências genética, fenotípica e de ambiente para as características foram obtidas pela regressão linear ponderada da média da variável dependente (valores genéticos, pesos observados e solução dos GC) sobre o ano de nascimento. Os intervalos de gerações por passagem gamética foram:  $7,5 \pm 4,5$  (Pai-Filho),  $7,9 \pm 4,8$  (Pai-Filha),  $7,8 \pm 4,2$  (Mãe-Filho),  $7,9 \pm 3,9$  anos (Mãe-Filha), com intervalo médio de  $7,9 \pm 4,4$  anos. O tamanho efetivo sofreu um incremento entre os períodos 1976-78 a 1986-90 de 240% atingindo 674. Em seguida, houve uma redução de 110% atingindo 318 em 1994, a partir do qual houve nova ascensão, chegando a 532 em 2006. O coeficiente de endogamia apresentou o maior crescimento da segunda para a sétima geração, quando aumentou de 0,17% para 2,06%, contudo, a média de endogamia para animais endogâmicos diminuiu de 15,66% para 6,75% durante o mesmo período. As herdabilidades diretas foram iguais a  $0,11 \pm 0,02$ (P205),  $0,18 \pm 0,02$ (P365) e  $0,18 \pm 0,02$ (P550). A herdabilidade materna para P205 foi igual a  $0,01 \pm 0,02$ . A tendência genética direta para P205, significativa ( $p < 0,01$ ) e igual a 0,0094 kg por ano, enquanto a tendência genética materna foi significativa ( $p < 0,01$ ) e igual a -0,0013 kg/ano. P365 e P550 apresentaram tendências genéticas direta altamente significativas ( $p < 0,001$ ) e iguais a 0,0214 kg/ano e 0,0255 kg/ano, respectivamente. As tendências fenotípica e de ambiente foram altamente significativas ( $p < 0,001$ ) e respectivamente iguais a: 1,6584 e 1,6287(P205); 2,0829 e 2,0175 (P365); 3,3364 e 3,2237(P550) kg/ano. Existe baixa possibilidade de se selecionar os animais para o P205 devida a baixa herdabilidade, no entanto, P365 e P550 apresentaram herdabilidades moderadas, apresentando possibilidade de ganho. Os ganhos apesar de significativos devem ser atribuídos às melhorias no ambiente. O tamanho efetivo é ótimo e a população não apresenta riscos de extinção. Os intervalos de geração foram altos, o que ocasionou perdas genéticas, logo, a utilização de jovens touros avaliados por tempo limitado pode proporcionar redução nos intervalos de geração e consequentemente, aumento nos ganhos genéticos.

**Palavras chaves:** Bovinos de corte, endogamia, ganho genético, parâmetros genéticos, pedigree.

## POPULATION GENETIC STRUCTURE AND TRENDS AND RACE PHENOTYPE OF GUZERA CREATED IN NORTHEASTERN BRAZIL

### ABSTRACT

This research was carried out to assess genetically the breed Zebu Guzera beef cattle in Northeast of Brazil, borned between 1976 and 2007, through the estimation of genetic parameters for 205 (W205), 365 (W365) and 550 (W550) days of age, behavior analysis of the trend lines of genetic, phenotypic and environmental and inter-relationship of population structure with genetic progress. The components of (co) variance were obtained by the method of restricted maximum likelihood using the computer program *MTDFREML*. The model used for the W205 include random genetic effects, direct and maternal, and permanent environment, beyond the fixed effect of contemporary group. For W365 and W550, they were considered fixed effects, however, only the direct genetic effect as random effect. The trend estimate genetic, phenotypic and environmental characteristics were obtained for the linear regression weighted average of the dependent variable (genetic values, weights and solution of the observed GC on the year of birth. The ENDOG program was used for the analysis of pedigree and parameters estimation based on the probability of gene origin, effective size ( $N_e$ ), generation interval and coefficient of inbreeding. Direct heritability were estimated equal to  $0.11 \pm 0.02$  (W205),  $0.18 \pm 0.02$  (W365) and  $0.18 \pm 0.02$  (W550). The maternal heritability for W205 was to  $0.01 \pm 0.02$ . The genetic trend for direct W205, significant ( $p < 0.01$ ) and equal to  $0.0094$  kg/year, while the maternal genetic trend was significant ( $p < 0.01$ ) and equal to  $-0.0013$  kg/year. W365 and W550 showed highly significant direct genetic trends ( $p < 0.001$ ) and equal to  $0.0214$  kg/year and  $0.0255$  kg/year, respectively. The phenotypic and environmental trends were highly significant ( $p < 0.001$ ) and respectively:  $1.6584$  and  $1.6287$  (W205),  $2.0829$  and  $2.0175$  (W365),  $3.3364$  and  $3.2237$  (W550) kg/year. The intervals of generations:  $7.5 \pm 4.5$  (Father-Son),  $7.9 \pm 3.9$  (Father-Son),  $7.8 \pm 4.2$  (Mother-Son),  $7.9 \pm 4.8$  (Mother-Daughter), with a mean interval of  $7.9 \pm 4.4$  years. The effective size has increased between the periods 1976-78 to 1986-90 from 240% to reach 674. Then there was a reduction of 110% reaching 318 in 1994, from which there was another rise, reaching 532 in 2006. The inbreeding coefficient showed the greatest growth from the second to the seventh generation, when increased from 0.17% to 2.06%, however, the average inbreeding in inbred animals decreased from 15.66% to 6.75% during the same period. There is low possibility to select the animals for the W205 due to low heritability, however, W365 and W550 showed moderate heritability, presenting opportunity for gain. The significantly gains should be attributed to improvements in the environment. The effective size is great and the population has no risk of extinction. The ranges of generation were high, which caused losses genetic. The use of young bulls evaluated for a limited time can provide reduction in the intervals of generation and increases in genetic gains.

Keywords: Beef cattle, inbreeding, genetic gain, genetic parameters, pedigree.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1.</b> Animais da Raça Guzerá.....	16
<b>Figura 2.</b> Número de animais nascidos da raça Guzerá do nordeste brasileiro no período de 1976-2006.....	32
<b>Figura 3.</b> Tamanho efetivo no período de 1976 a 2006, em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro .....	33
<b>Figura 4.</b> Tendência genética para o efeito direto para características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro .....	38
<b>Figura 5.</b> Tendência genética para o efeito materno para a característica P205 em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.....	39
<b>Figura 6.</b> Tendências fenotípicas para as características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro .....	41
<b>Figura 7.</b> Tendências de ambiente para as características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro .....	42

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1.</b> Distribuição de registros de nascimento (RGN) e definitivo (RGD) das raças zebuínas na ABCZ .....	17
<b>Tabela 2.</b> Rebanho de Bovinos de Corte e produção de carne no Brasil.....	18
<b>Tabela 3.</b> Valores de Intervalos de Gerações (anos) por passagem gamética para diversos rebanhos de bovinos .....	21
<b>Tabela 4.</b> Número de observações (N), herdabilidade direta ( $h^2_a$ ) e materna ( $h^2_m$ ), para o P205, P365 e P550 para animais da Raça Guzerá .....	24
<b>Tabela 5.</b> Estimativas das tendências genéticas anuais para características P205, P365 e P550 obtidas em diversas raças .....	26
<b>Tabela 6.</b> Estrutura de dados no arquivo analisado para as três características de zebuínos da raça Guzerá do Nordeste Brasileiro.....	27
<b>Tabela 7.</b> Medidas descritivas de peso aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em bovinos Guzerá do Nordeste do Brasileiro .....	31
<b>Tabela 8.</b> Intervalos de gerações das quatro passagens gaméticas e intervalos médios.....	33
<b>Tabela 9.</b> Valores de coeficiente de endogamia e média de F para animais endogâmicos da raça Guzerá do Nordeste.....	34
<b>Tabela 10.</b> Estimativas dos componentes de variâncias e herdabilidades para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.....	36

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1. A RAÇA GUZERÁ.....	16
2.2. PRODUÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE.....	17
2.3. MEDIDAS DE DESENVOLVIMENTO PONDERAL .....	19
2.4. ESTRUTURA POPULACIONAL DOS REBANHOS .....	20
2.5. COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E HERDABILIDADE .....	23
2.6. ESTIMATIVAS DE TENDÊNCIAS GENÉTICAS .....	24
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
4.1. ANÁLISE DESCRITIVA.....	31
4.2. ESTRUTURA POPULACIONAL.....	31
4.3. COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E HERDABILIDADES .....	35
4.4. TENDÊNCIAS GENÉTICAS, FENOTÍPICAS E DE AMBIENTE.....	37
4.4.1. <i>Tendências Genéticas</i> .....	37
4.4.2. <i>Tendências Fenotípicas</i> .....	40
4.4.3. <i>Tendências de Ambiente</i> .....	42
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos comercial de bovinos do mundo, sendo que a maioria é destinada à produção de carne. A bovinocultura possui grande importância para o país desde a época da colonização, quando ainda eram explorados para outros fins, que não a produção em si.

Dentre suas regiões, a Nordeste é pioneira na criação de bovinos no Brasil, apresentando áreas de alta e de baixa densidade, como a zona da mata e o sertão, respectivamente. Merece destaque o fato de novas forrageiras e tecnologias terem propiciado o avanço da pecuária nas áreas de agreste e sertão, valorizando a terra e melhorando os plantéis, tanto com vistas ao leite como à carne. (ARRUDA & SUGAI, 1994).

Atualmente, a pecuária dessa região é composta, basicamente, por animais zebuínos puros ou mestiços, criados a pasto, principalmente por sua grande adaptação às condições edafoclimáticas desta região. Entretanto, os índices produtivos destes animais são baixos e têm como um dos motivos, a falta de programas de melhoramento genético que sejam mais abrangentes (MALHADO et al., 2005a).

O melhoramento genético representa, dentre outras, uma alternativa para aumentar a produção animal, alterando a constituição genética dos rebanhos por meio da seleção, promovendo ganhos permanentes e acumulativos.

Segundo Mucari e Oliveira (2003), para se promover o melhoramento genético em bovinos existem algumas alternativas clássicas: (1) seleção dos indivíduos que serão utilizados como pais da próxima geração, (2) escolha do sistema de acasalamento e (3) introdução de novo material genético (variabilidade genética). Estas alternativas têm por objetivo, aumentar a frequência dos genes desejáveis e obter combinações gênicas favoráveis.

Medidas de desenvolvimento ponderal como os pesos ajustados, têm servido tradicionalmente, como critério de seleção em programas de melhoramento de gado de corte no Brasil (MARCONDES et al., 2000) e estas possuem papel fundamental na estimação dos parâmetros genéticos da população, que por sua vez, determinam os métodos de seleção.

Um aspecto importante para o melhoramento genético animal é o estudo das informações pedigree na avaliação de diversidade genética e estrutura populacional (FARIA et al., 2001 a e b, 2002; VERCESI FILHO et al., 2002a e b). Estas informações

de pedigree permitem elucidar os fatores que afetam o histórico genético dos rebanhos (VARELA et al., apud MALHADO et al., 2008b).

Segundo Yokoo et al. (2007), a disponibilidade de estimativas de componentes de (co)variâncias e herdabilidades acuradas que são obtidas a partir dos dados das pesagens dos animais, é essencial para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético animal. Esses parâmetros genéticos são característicos de cada população e podem sofrer alterações, em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação, entre outras causas.

Tem-se como maneira de promover o monitoramento dos rebanhos, a avaliação do progresso genético ao longo do tempo. Como o objetivo não é só avaliar o progresso genético, mas também os resultados que sirvam de elementos orientadores de ações futuras, torna-se necessário avaliar as tendências genéticas, fenotípicas e de ambiente ao longo do tempo (EUCLIDES FILHO et al., 1997).

Atualmente, tem sido desenvolvidas pesquisas com a utilização de modernos métodos de avaliação genética e de estimação de parâmetros genéticos, para diferentes critérios de seleção e a abordagem sobre a estrutura das populações, todos de extrema importância no melhoramento genético. Entretanto, poucos estudos abordam as possíveis inter-relações entre a estrutura populacional e o progresso genético (MALHADO et al., 2008a).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral, avaliar geneticamente os animais da raça Guzerá de corte do Nordeste brasileiro, com o intuito de fornecer subsídios para programas de melhoramento genético, conservação e expansão da raça, tendo como objetivos específicos:

- 1) Avaliar a inter-relação da estrutura populacional com o progresso genético destas características de desenvolvimento ponderal.
- 2) Estimar os parâmetros genéticos e ambientais aos 205, 365 e 550 dias de idade.
- 3) Analisar o comportamento das linhas de tendência genética, fenotípica e de ambiente para estes pesos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A RAÇA GUZERÁ

A raça Guzerá é originária do Estado de Gujarat, no centro da Costa Oriental da Índia, a raça guzerá é geralmente integrada por animais de grande porte, ótimos para produção de carne e leite. Na Índia, os criadores profissionais da raça, denominados Rabaús, Bharwads, são muito orgulhosos de seus plantéis, dedicando-lhes especial atenção (PACHECO et al., 2008).

Os animais da raça guzerá se destacam à primeira vista por seu porte imponente, cabeça alta e chifres grandes, em forma de lira. A pelagem varia do cinza claro ao escuro, podendo ser branca nas fêmeas. A pele escura, bem pigmentada, os membros bem desenvolvidos e bem musculados, permite-os resistir a longas caminhadas sob o sol tropical, à procura de água e alimento. Adapta-se muito bem ao Nordeste brasileiro, povoando desde áreas férteis litorâneas, passando pelo agreste, até o sertão semi-árido. Sua rusticidade permite-lhe atravessar longos períodos de seca, comuns nessas áreas semi-áridas (ABCZ, 2002).



**Figura 01.** Animais da Raça Guzerá.

A habilidade materna e a boa produção de leite das vacas garantem o bom desenvolvimento dos bezerros na fase de aleitamento. Além disso, possuem dupla aptidão (carne e leite), sendo que os animais em idade adulta chegam a atingir 1.200 kg

e 800 kg para machos e fêmeas, respectivamente. De forma geral, as fêmeas possuem produções de leite entre 3.000 e 6.000 kg/leite/lactação. Apresenta alta fertilidade, reproduzindo-se mesmo em condições adversas, contribuindo, na difusão de raça, na melhoria de outras a partir de cruzamentos e na formação de novas raças, como Indubrasil, Tabapuã, Pitangueiras, Lavínia e, especialmente, a raça Guzolando, entre outras, melhorando sensivelmente a viabilidade econômica de exploração de raças taurinas no meio ambiente tropical (ABCZ, 2002).

Os animais da raça Guzerá estão presentes em todas as regiões do Brasil. Devido a suas características, tais como adaptabilidade, rusticidade e desempenho em produção de leite e carne, é crescente o interesse pela criação ou utilização dessa raça nos diferentes sistemas de produção (PACHECO et al., 2008).

Na Tabela 1 verifica-se que a Raça Guzerá apresenta um razoável número de animais registrados pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebuínos (ABCZ), merecendo papel no cenário nacional da bovinocultura de corte.

**Tabela 1.** Distribuição de registros de nascimento (RGN) e definitivo (RGD) das raças zebuínas na Associação Brasileira dos Criadores de Zebuínos (ABCZ)

Raça	RGN	%	RGD	%
Gir Mocha	37.593	0,47	27.649	0,65
Gir	557.584	7,00	326.513	7,68
Guzerá	302.371	3,80	149.704	3,52
Indubrasil	212.289	2,67	127.804	3,01
Nelore	5.957.993	74,84	2.901.829	68,23
Nelore Mocha	598.710	7,52	540.371	12,71
Sindi	11.311	0,14	6.925	0,16
Sindi Mocha	73	0,00	121	0,00
Tabapuã	242.013	3,04	140.454	3,30
Cangaian	74	0,00	113	0,00
Brahman	40.777	0,51	31.312	0,74
<b>TOTAL</b>	<b>7.960.788</b>	<b>100,00</b>	<b>4.252.795</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Superintendência técnica da ABCZ, 2007. Estatística do Serviço de registros genealógicos das raças Zebuínas de 1939 a 2007.

## 2.2. PRODUÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE

A pecuária de corte está presente no panorama econômico nacional desde a época da colonização. Nos três primeiros séculos após o descobrimento do Brasil, os animais domésticos tinham por finalidade trabalho e alimentação, e eram criados de forma extrativista e empírica. A criação orientada para produção, com o intuito comercial, só teve início no princípio do século XIX, a partir das primeiras importações dos zebuínos da Índia (EUCLIDES FILHO, 1999).

Nas décadas mais recentes, com a expansão agrícola e a incorporação de novas terras, ocorreu um maior desenvolvimento da atividade. Atualmente, a bovinocultura de corte no Brasil apresenta papel de destaque na economia do país, esta atividade se desenvolve de maneira bastante acentuada, como se pode observar na Tabela 2, que mostra o panorama dessa atividade nos últimos 14 anos.

**Tabela 2.** Rebanho de bovinos de corte e produção de carne no Brasil

Ano	Rebanho (milhões de cabeças)	Produção de Carne (mil toneladas <sup>1</sup> )
1994	158,2	5.200
1995	155,9	5.400
1996	153,1	6.045
1997	156,1	5.820
1998	157,9	6.040
1999	159,2	6.270
2000	164,3	6.650
2001	170,6	6.900
2002	179,2	7.300
2003	189,1	7.700
2004	192,5	8.350
2005	195,5	8.750
2006	198,5	9.020
2007 (Abril)	-	9.325

Adaptado de ABIEC (2008).

<sup>1</sup>-Equivalente Carcaça.

Grande parte dessa produção é direcionada ao mercado internacional, pois, a partir da década de 90, houve uma profissionalização da atividade, por meio do controle sanitário, preocupação com baixo custo e melhor qualidade do produto final. Com a crescente produção de carne, o país assumiu, no fim de 2003, o posto de maior exportador de carne bovina, embora o maior produtor ainda seja os Estados Unidos. Isso acontece porque apesar desta nação ser a maior produtora também é a maior consumidora (ABIEC, 2008; CARVALHO, 2007).

Tendo em vista a crescente demanda na produção de carne, torna-se papel dos Programas de Melhoramento Genético de Bovinos de Corte, identificar e utilizar os reprodutores e matrizes com maior mérito genético, em acasalamentos e cruzamentos, gerando assim, progênie superiores que vão proporcionar um incremento na produção e produtividade. Dentre os caracteres economicamente importantes em bovinos de corte, destacam-se: características de crescimento, eficiência reprodutiva e características desejáveis de carcaça e qualidade de carne (SILVA et al., 2006).

### 2.3. MEDIDAS DE DESENVOLVIMENTO PONDERAL

São conhecidas como medidas de desenvolvimento ponderal, as características que estão relacionadas ao peso e ao ganho em peso dos animais. Nas características relacionadas com o peso, destacam-se: peso aos 205(P205), aos 365(P365) e aos 550(P550) dias de idade, por representarem importantes etapas na vida de bovinos, sendo assim inclusos como objetivos e critérios de seleção num programa de Melhoramento Genético de Bovinos de Corte.

Segundo Ferraz Filho et al. (2002), características de crescimento, como os pesos corporais, medidas na fase inicial do desenvolvimento do animal, são importantes na determinação da eficiência econômica de qualquer sistema de produção de bovinos e podem ser recomendadas como critérios de seleção.

No Brasil, os pesos a desmama, ao ano e ao sobreano são características normalmente utilizadas nos programas de avaliação genética de reprodutores (BRASIL, 1999), em virtude de suas importâncias para a eficiência dos setores produtivos. É necessário, portanto, que as mudanças genéticas observadas nessas características sejam avaliadas nos rebanhos brasileiros.

O peso a desmama é facilmente obtido no momento da desmama dos animais e determina início do final da influência direta da vaca sobre o bezerro.

De acordo com Dias et al. (2005), as características de crescimento, além de serem influenciadas pelo genótipo do animal, também são afetadas por efeitos de ambiente. O crescimento pré-desmama está fortemente relacionado ao potencial de crescimento pré e pós-natal do bezerro e à habilidade materna da vaca.

Entre o nascimento e a desmama, a mãe pode influenciar o fenótipo de sua progênie pela qualidade e quantidade de proteção oferecida, pela modificação de seu comportamento e pela quantidade e/ou qualidade de nutrição fornecida pela produção de leite, sendo este o fator mais importante para a determinação do crescimento do animal (HOHENBOKEN, 1985).

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 genético aditivo direto e materno e de ambiente permanente da mãe não é simples, nem mesmo em análises unicaracterísticas, uma vez que são

necessárias diversas relações de parentesco, o que nem sempre é possível obter em dados de campo (ROBINSON, 1996; MEYER & HILL, 1997).

Para o P365, é discutível a influência do efeito materno já que é a primeira característica pós-desmama e é obtida aos 12 meses. Essa característica demonstra o impacto da desmama no animal, que após a mesma, vive independentemente de sua mãe e nessa idade apresenta desenvolvimento corporal contínuo (CUCCO, 2008).

A obtenção de peso aos 18 meses (P550), geralmente é a última pesagem realizada, pois dificilmente o produtor permanecera com animais machos após esta idade, sendo muito comum a venda de reprodutores logo após a desmama ou em idades inferiores aos 18 meses.

Pedrosa (2006) citou que o peso ao sobreano é uma medida de extrema importância, pois indica o desenvolvimento do animal, sendo pouco influenciado pelos efeitos maternos tendo em vista que ainda, já foi desmamado, na maioria das vezes a mais de um ano. Esta característica mede o potencial de desenvolvimento do animal em diferentes ambientes, refletindo o potencial de ganho de peso até o abate.

#### 2.4. ESTRUTURA POPULACIONAL DOS REBANHOS

Carneiro et al. (2009), citaram que mesmo com os recentes avanços das técnicas de genética molecular, estudos de pedigree continuam sendo relevantes. Inúmeros estudos para avaliar o intervalo de gerações, endogamia, tamanho efetivo, diversidade genética e diversos outros parâmetros populacionais têm sido realizados em bovinos (FARIA et al., 2001a e b; FARIA et al., 2002; VERCESI FILHO et al., 2002 a e b ; FARIA et al., 2004; CLEVELAND et al., 2005; CAROLINO & GAMA, 2008; MALHADO et al. 2008 a e b; MARTINEZ et al., 2008). A informação de pedigree para os estudos populacionais tem a vantagem do baixo custo e simplicidade de obtenção quando comparada ao uso de marcadores moleculares.

Alguns simples parâmetros populacionais, largamente dependentes do manejo e dos sistemas de acasalamento, têm grande impacto na variabilidade genética da população. Adicionalmente, os estudos da estrutura das populações podem clarear importantes circunstâncias que afetam o histórico genético das populações (VALERA et al., 2005).

Aliado ao estudo de progresso genético de características de desenvolvimento ponderal que tem sido realizado por diversos autores na região Sudeste (OLIVEIRA et

al., 1995, EUCLIDES FILHO et al., 2000, FERRAZ FILHO et al., 2002) e no Nordeste (MALHADO et al., 2005a e b), está o estudo conjunto do progresso genético com a estrutura populacional por meio de informações de pedigree, sendo que esta se torna, ferramenta importante para se entender o histórico do melhoramento das raças, servindo para nortear ações futuras que permitirão alcançar maiores ganhos genéticos.

Dentre as características a serem avaliadas em conjunto num estudo de estrutura populacional, destacam-se: número de animais nascidos por ano, intervalo de gerações, tamanho efetivo e coeficiente de endogamia.

O estudo do número de animais nascidos por ano, numa determinada raça indica o progresso dos rebanhos em números, indicando o interesse ou desinteresse dos produtores pela raça estudada.

O intervalo de gerações indica o tempo necessário para que a geração parental passe seus genes para seus filhos, sendo, portanto, relevante para o progresso genético. Quanto menor este intervalo, maior será o ganho genético anual para as características selecionadas, o que leva a um maior retorno do programa de melhoramento.

Existem quatro passagens gaméticas para se calcular o intervalo de geração, sendo elas: Pai-Filho, Pai-Filha, Mãe-Filho e Mãe-Filha. Logo, a média delas indica o intervalo de gerações médio. Na tabela 3 encontram-se valores de intervalos de gerações para as quatro passagens gaméticas, bem como seus valores médios, verificados por diversos autores.

**Tabela 3.** Valores de intervalos de gerações (anos) por passagem gamética para diversos rebanhos de zebuínos

(Pai-Filho)	(Pai-Filha)	(Mãe-Filho)	(Mãe-Filha)	Média	Autor/ano
7,32	7,64	7,43	7,72	7,53	Vercesi Filho et al., 2002a.
7,14	7,25	7,20	7,09	7,17	Vercesi Filho et al., 2002b.
7,21	7,24	7,00	6,94	7,10	Faria et al., 2002.
9,10	9,00	7,60	7,50	8,30	Malhado et al., 2008b.

O tamanho efetivo ( $N_e$ ) indica o número de indivíduos que daria origem a uma dada taxa de consangüinidade se a sua estrutura fosse a da população ideal (GAMA, 2002). Esta medida apresenta relação inversa com a consangüinidade, ou seja, quanto maior o tamanho efetivo de uma população, menor será o coeficiente de consangüinidade da população. Do ponto de vista do melhoramento, buscam-se tamanhos efetivos ótimos em relação à intensidade de seleção.

Um tamanho efetivo mínimo de 40 animais por geração é sugerido por Goddard e Smith (1990), para maximizar o retorno econômico, enquanto, Meuwissen e

Woollians (1994) recomendaram valores entre 31 e 250 animais, para prevenir decréscimos no valor adaptativo da população. Já Frankham (1995) sugeriu um tamanho efetivo da ordem de 500 animais para manutenção do potencial evolutivo indefinidamente. Contudo, o autor frisou que para a prevenção de depressão endogâmica, um tamanho efetivo de 50 animais é suficiente. Esse mesmo tamanho efetivo é recomendado pela FAO (1998), para populações sob conservação.

Faria et al. (2001b) observaram valor muito baixo de  $N_e$ , avaliando parâmetros populacionais do rebanho Sindi do Brasil. Estes autores encontraram  $N_e$  de 19, no último período avaliado (1994-1998), e concluíram que o rebanho Sindi apresenta sério risco de desaparecimento no Brasil. Vercesi Filho et al., (2002b) encontraram tamanho efetivo de 42 para o rebanho Indubrasil registrado no Brasil, no período 1994-1998.

De acordo com Pereira (2004), o coeficiente de endogamia mede a probabilidade de um indivíduo, em um determinado locus, apresentar dois alelos que são idênticos por descendência, indicando em outras palavras, a percentagem de genes que eram heterozigotos nos pais e que se tornaram homozigotos nos filhos, pelo fato dos pais apresentarem alguma relação de parentesco.

Na primeira metade deste século, a endogamia foi usada em associação com a seleção para aumentar uniformidade em linhagens ou raças de gado, como no desenvolvimento da raça Santa Gertrudis (RHOAD, 1949). Outros usos da endogamia incluem a criação de linhagens endogâmicas para uso em programas de cruzamento e a produção de linhagens de animais geneticamente uniformes para uso em pesquisa (OLIVEIRA et al., 1999).

Endogamia é um processo difícil de ser evitado em populações fechadas, particularmente naquelas que estão sendo selecionadas para uma única característica. Com o uso crescente de métodos de seleção mais acurados, como aqueles que se baseiam nas estimativas de valores genéticos, é possível que o nível de endogamia em rebanhos fechados aumente rapidamente (BELONSKY e KENNEDY, 1988), pois animais aparentados têm valores genéticos similares, o que torna mais provável a co-seleção de parentes.

O efeito da endogamia sobre características de importância econômica em gado de corte foi extensivamente revisado por Burrow (1993), mostrando que a endogamia do indivíduo tem efeito adverso consistente sobre as características de crescimento do nascimento até a maturidade. Em geral, aumento de 1% em endogamia resultou em decréscimo de 0,44, 0,69 e 1,30 kg nos pesos a desmama, ao ano e ao sobreano,

respectivamente. Isto representaria, supondo animais 50% endogâmicos, redução de 22, 34,5 e 65 kg nas mesmas características citadas acima.

Faria et al. (2004) citaram que o coeficiente de endogamia para a raça Sindi no Brasil é crítico, atingindo no último período (1994-1998) 10,13%, com crescimento da ordem de 33 vezes em relação ao valor do primeiro período avaliado (1979-1983).

Silva et al. (2001) analisaram registros de animais do ecótipo Mantiqueira e observaram que os níveis médios do coeficiente de endogamia por geração oscilaram de 0,33 a 7,34, com crescimento até a última geração. Neste trabalho, endogamia influenciou de maneira negativa as características produção de leite e duração da lactação e aumentou a idade ao primeiro parto e intervalo de partos.

O número efetivo de fundadores representa o número de animais com igual contribuição, que produziria a mesma variabilidade genética encontrada na população estudada. O número efetivo de ancestrais representa o número mínimo de animais (fundadores ou não) necessário para se explicar a total diversidade genética da população estudada (GUTIÉRREZ & GOYACHE, 2005).

## 2.5. COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E HERDABILIDADE

O conhecimento do comportamento dos componentes de variância ao longo da trajetória do crescimento de um animal, bem como a mudança na variação de acordo com a idade, é de grande importância para o melhoramento genético animal, pois, com essas informações, será possível identificar em que fase do crescimento existe maior variabilidade genética para a característica estudada e, conseqüentemente, a seleção dos animais com base nessas informações poderá ser mais eficiente (DIAS et al., 2005).

Os componentes de variância são utilizados na estimação dos parâmetros genéticos, gerando informações importantes sobre a natureza genética de diferentes características, sendo necessário para predizer as respostas diretas e correlacionadas da seleção, formular índices e escolher os métodos de seleção mais adequados. O conhecimento dos efeitos não genéticos permitiu identificar os fatores ambientais que proporcionam variações nas produções, tornando possível evidenciar as diferenças devidas aos fatores genéticos, indicando os animais geneticamente superiores (BIFFANI et al., 1999).

Conforme Silva et al. (2006), o estudo dos componentes de variância e dos valores genéticos para características de crescimento em bovinos de corte é importante para o

desenvolvimento da pecuária de corte nacional, pois possibilita obter maiores avanços genéticos e ganhos de produção no setor. O desempenho dos bovinos é determinado pelo componente genético e pelo componente ambiental, que inclui a influência temporária ou permanente de ambiente.

A variação genética é fator preponderante para que as características de importância econômica possam ser melhoradas. Para isso, é necessário conhecer as relações genéticas e de ambiente dessas características. Esse relacionamento inclui, principalmente, a herdabilidade dos caracteres, bem como as correlações genéticas e de meio entre elas (SILVA, 2004).

Segundo Falconer e Mackay (1996), a herdabilidade é utilizada para avaliar a confiança do valor fenotípico como indicador do valor genético. Os autores também relataram a importância de compreender que a herdabilidade é propriedade de um caráter para toda população. Como ela depende da magnitude de vários componentes de variância, a mudança em qualquer um deles afetará o valor da estimativa.

A herdabilidade é de fundamental importância para a definição adequada dos métodos de seleção a serem utilizados no desenvolvimento de programas de melhoramento genético.

Na Tabela 4 encontram-se valores de herdabilidades direta e materna verificados por diversos autores, estudando as características P205, P365 e P550 de zebuínos Guzerá.

**Tabela 4.** Número de observações (N), herdabilidade direta ( $h^2_a$ ) e materna ( $h^2_m$ ) para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idades em animais da Raça Guzerá

Característica	N	$h^2_a$	$h^2_m$	Autor/ano
P205	2.796	0,35	0,39	Pimenta Filho et al., 2001.
	2.382	0,14	0,01	Mucari e Oliveira, 2003.
	19.466	0,11	0,07	Silva et al., 2006.
P365	1.596	0,26	-	Pimenta Filho et al., 2001.
	2.339	0,08	-	Mucari e Oliveira, 2003.
	11.574	0,13	-	Silva et al., 2006.
P550	982	0,46	-	Pimenta Filho et al., 2001.
	2.147	0,08	-	Mucari e Oliveira, 2003.
	7.937	0,14	-	Silva et al., 2006.

## 2.6. ESTIMATIVAS DE TENDÊNCIAS GENÉTICAS

Num programa de melhoramento genético se faz necessário acompanhar o progresso das características numa população ao longo do tempo, para com isso fazer interferências quando necessárias, almejando alcançar os objetivos de seleção.

Essas tendências das características ao longo do tempo podem ser decompostas em: genética, fenotípica e de ambiente. A tendência genética é um recurso estatístico utilizado pelos melhoristas, para quantificar os efeitos da seleção no melhoramento genético da característica por unidade de tempo (ganho genético anual). Ao mesmo tempo, indica os acertos e desacertos dos métodos adotados e fornece subsídios para a continuidade ou não das estratégias de seleção (PEREIRA, 2004). A técnica normalmente utilizada é a regressão linear das médias das Diferenças Esperadas na Progênie (DEP's) pelo ano de nascimento dos animais.

Smith (1984) citou que o ganho genético anual gira em torno de 1 a 3% ao ano e para que o programa de seleção seja considerado eficaz esse valor deve estar próximo de 3%, mesmo sabendo-se que esses valores são teóricos e oscilam bastante quando se trata da prática.

Na Tabela 5, encontram-se os valores de ganhos genéticos anuais para as características P205, P365 e P550 de zebuínos, em trabalhos realizados por diferentes autores.

De acordo com Malhado et al. (2007), o conhecimento da mudança fenotípica de uma população é fundamental, pois possibilita observar se os programas de seleção e a melhoria ambiental impostos pelos criadores têm sido favoráveis à produção ao longo do tempo. Logo, estudos devem ser feitos não só buscando analisar apenas a tendência genética, mas sim estudar também as tendências fenotípicas, por refletir o progresso da característica na sua própria unidade de medida e a tendências de ambiente, que refletem a melhoria do ambiente ao longo dos anos.

O estudo das tendências genética, fenotípica e de ambiente, permite ao pesquisador verificar o andamento de programas de melhoramento e atribuir verdadeiras causas aos ganhos ou perdas genéticas, fenotípicas e de ambiente nos rebanhos estudados. Contudo, pouco são os trabalhos analisando as tendências fenotípicas e de ambiente, sendo que a maior ênfase é dada à tendência genética.

Oliveira et al. (1995), estudando animais da raça Guzará, no período de 1979 a 1984, verificaram mudanças fenotípicas anuais iguais a -8,278 e -8,498 kg/ano para P205 e P365, respectivamente. Analisando dados de 1953 a 1996, referentes a animais da raça Canchim, para estas mesmas características, Mello et al. (2002) observaram 0,104 (P205) e 0,162 kg/ano (P365) para as tendências fenotípicas.

**Tabela 5.** Estimativas das tendências genéticas anuais para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em diversas raças

Características	Período	Raça	Genético		Autor/ano
			Direto (kg/ano)	Genético Materno (kg/ano)	
P205	1959 a 1996	Tabapuã	0,13	0,02	Ferraz Filho et al., 2002.
	1953 a 1996	Canchim	1,34	0,11	Mello et al., 2002.
	1975 a 1996	Nelore Mocha	0,78	-0,35	Garcia et al., 2003.
	1978 a 1997	Guzerá	0,16	-	Mucari e Oliveira, 2003.
	1977 a 1997	Nelore	-0,02	-	Holanda et al., 2004.
	1975 a 1996	Guzerá	0,11	-0,01	Souza et al., 2004.
	1965 a 2001	Nelore Mocho	-0,07	-	Malhado et al. (2005b)
	1970 a 2006	Nelore	0,05	0,005	Malhado et al., 2008b.
P365	1959 a 1996	Tabapuã	0,21	-	Ferraz Filho et al., 2002.
	1953 a 1996	Canchim	1,62	-	Melo et al., 2002.
	1978 a 1997	Guzerá	0,04	-	Mucari e Oliveira, 2003.
	1975 a 1996	Guzerá	0,14	-	Souza et al., 2004.
	1996 a 2003	Nelore	-1,21	-	Val, 2006.
	1970 a 2006	Nelore	0,04	-	Malhado et al., 2008b.
	P550	1959 a 1996	Tabapuã	0,28	-
1978 a 1997		Guzerá	0,34	-	Mucari e Oliveira, 2003.
1996 a 2003		Nelore	-0,80	-	Val, 2006.
1968 a 2006		Nelore	1,48	-	Balieiro, 2008.
1970 a 2006		Nelore	0,07	-	Malhado et al., 2008b.

Ferraz Filho et al. (2002), estudando rebanhos Tabapuã, no período de 1959 a 1996, verificaram valores para as tendências fenotípicas das características P205, P365 e P550 iguais a 0,07, 0,08 e 0,10 kg/ano, respectivamente. Valores iguais a 1,40, 1,65 e 2,11 kg/ano foram relatados por Malhado et al. (2008b), para as mesmas características, respectivamente, durante o período de 1970 a 2006, para animais Nelore.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de animais da raça Guzerá criados na região Nordeste, no período de 1976 a 2007. O banco de dados foi proveniente do controle de desenvolvimento ponderal da raça Guzerá, da Associação Brasileira dos Criadores de Zebuínos (ABCZ). As características de crescimento estudadas foram: peso aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade, sendo que, os pesos foram previamente ajustados pela ABCZ para cada uma das idades.

**Tabela 6.** Estrutura de dados no arquivo analisado para as três características de zebuínos da raça Guzerá do Nordeste Brasileiro

	P205	P365	P550
Nº de pesagens totais	22.160	15.388	11.030
Nº de pesagens utilizadas	16.714	12.015	8.189
Nº de animais na matriz de parentesco	25.572	19.143	13.718
Nº de grupos de contemporâneos	2.210	1.388	1.011

O programa ENDOG (GUTIÉRREZ & GOYACHE, 2005) também foi utilizado para a análise do pedigree e a estimação dos parâmetros baseados na probabilidade de origem do gene, tamanho efetivo ( $N_e$ ) e o intervalo médio de gerações.

O aumento da consanguinidade ( $\Delta F$ ) foi calculado para cada geração através da clássica fórmula:  $\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}}$ , onde  $F_t$  é o coeficiente médio de endogamia, estimado

na geração atual; e  $F_{t-1}$  é o coeficiente médio de endogamia estimado na geração anterior. O  $N_e$  foi estimado para oito períodos, sendo sete de quatro anos e um dois anos, de 1976 a 2007, por meio da taxa de variação dos coeficientes médios de endogamia entre gerações sucessivas, conforme a fórmula (FALCONER & MACKAY,

$$1996): N_e = \frac{1}{2\Delta F}.$$

O número efetivo de fundadores foi calculado para avaliar a concentração de animais e genes originais segundo (BOICHARD et al., 1997), a fórmula:  $f_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2}$

onde,  $q_k$  é a probabilidade do gene originar-se do ancestral  $k$ . Como explicado acima, o cálculo é feito utilizando-se os coeficientes AR dos indivíduos fundadores; o parâmetro  $f_e$ , calculado equivale ao calculado de acordo com James (1972), se a população referência utilizada apresenta pedigree completo. O  $f_a$  é calculado de maneira similar ao

número efetivo de fundadores:  $f_a = \frac{1}{\sum_{j=1}^a q_j^2}$  onde,  $q_j$  é a contribuição marginal de um

ancestral  $j$ , que é a contribuição genética dada por um ancestral que não é explicada por outros ancestrais escolhidos anteriormente. Os dois últimos parâmetros são inicialmente calculados tendo como referência a população daqueles animais no pedigree com ambos os pais conhecidos.

O intervalo médio de gerações das quatro passagens gaméticas foi estimado a partir dos passos: pai-filho, pai-filha, mãe-filho e mãe-filha.

Para estimar os parâmetros genéticos formaram-se os grupos contemporâneos (GC), considerando quatro épocas de nascimento: janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro. Os GC continham animais do mesmo sexo, fazenda, regime alimentar, época e ano de nascimento. Foram eliminados os registros referentes à GC com menos de quatro observações.

Os componentes de (co)variância foram obtidos em análises univariadas, usando modelo animal, por meio da metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita (*REML*), descrita por Patterson e Thompson (1971), utilizando o programa computacional *MTDFREML*, desenvolvido por Boldman et al. (1995), que emprega o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas.

As estimativas de herdabilidades foram obtidas a partir das variâncias genéticas aditiva e materna e fenotípica para o P205 e genética aditiva e fenotípica para P365 e P550, de todas as análises univariadas.

O modelo utilizado para P205 incluiu os efeitos aleatórios genético, direto e materno, e de ambiente materna permanente, além do efeito fixo de GC e da covariável idade da vaca ao parto (anos), efeitos linear e quadrático, admitindo a (co)variância entre os efeitos direto e materno igual à zero ( $\sigma_{am}=0$ ). Para P365 e P550 foram considerados os mesmos efeitos fixos, porém, apenas o efeito genético direto como efeito aleatório.

A forma matricial do modelo para P205 foi:

Modelo (P205):  $Y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3p + e$ , com ( $\sigma_{am} = 0$ )

em que:

$Y$  = vetor de observações da característica (P205);

$X$  = matriz de incidência de efeitos fixos de grupo contemporâneo;

$\beta$  = vetor de efeitos fixos de grupo contemporâneo;

$Z_1$  = matriz de incidência do efeito genético aditivo direto de cada animal;

$a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos aleatórios;

$Z_2$  = matriz de incidência de efeito genético aditivo materno de cada animal;

$m$  = vetor de efeitos genéticos aditivos maternos aleatórios;

$Z_3$  = matriz de incidência de efeito de ambiente permanente da vaca;

$p$  = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca;

$e$  = vetor de efeitos residuais aleatórios;

$\sigma_{am}$  = (co)variância entre os efeitos aleatórios diretos e maternos.

Este modelo tem as seguintes pressuposições:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad VAR = \begin{bmatrix} a \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

$A$  = matriz de parentesco;

$I$  = matriz identidade;

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva direta;

$\sigma_m^2$  = variância genética aditiva materna;

$\sigma_p^2$  = variância de ambiente permanente;

$\sigma_e^2$  = variância residual.

A forma matricial dos modelos para P365 e P550 foi:

Modelo (P365 e P550):  $Y = X\beta + Za + e$ ,

em que:

$Y$  = vetor de observações da característica (P365 e P550);

$X$  = matriz de incidência de efeitos fixos de grupo contemporâneo;

$\beta$  = vetor de efeitos fixos de grupo contemporâneo;

$Z$  = matriz de incidência do efeito genético aditivo direto de cada animal;

$a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos aleatórios;

$e$  = vetor de efeitos residuais aleatórios.

Este modelo apresenta as seguintes pressuposições:

$$E = \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad VAR = \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I \sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

A = matriz de parentesco;

I = matriz identidade;

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva direta;

$\sigma_e^2$  = variância residual.

As estimativas das tendências genéticas, fenotípicas e de ambientes para as características foram obtidas pela regressão linear ponderada da média da variável dependente (valores genéticos, pesos observados e solução dos GC) sobre o ano de nascimento utilizando o SAS Institute (2000).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISE DESCRITIVA

Na tabela 7, estão presentes os números de observações, as médias e os coeficientes de variação para as características P205, P365 e P550 de animais da raça Guzerá criados no Nordeste.

**Tabela 7.** Medidas descritivas de peso aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em bovinos Guzerá do Nordeste do Brasil

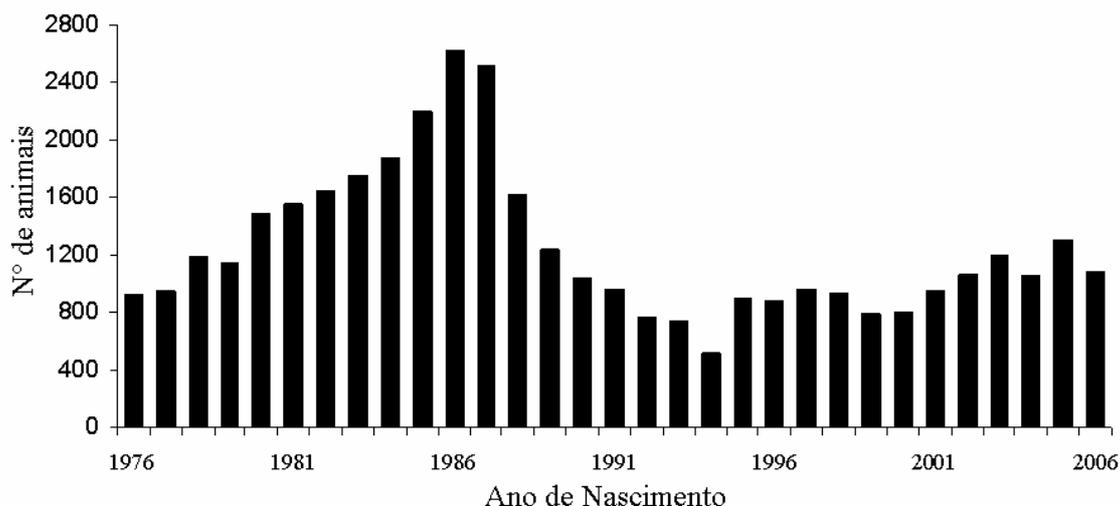
Características	Nº de Observações	Média ± DP(1) (kg)	Coefficiente de Variação (%)
P205	16.714	147,58 ± 35,03	23,74
P365	12.015	201,39 ± 52,13	25,89
P550	8.189	261,72 ± 76,54	29,25

<sup>(1)</sup> Desvio-padrão.

De uma maneira geral, as médias dos pesos observadas neste estudo, estão acima das encontradas em diversos trabalhos (OLIVEIRA et al., 1995; OLIVEIRA et al., 1999; PIMENTA FILHO et al., 2001; MUCARI & OLIVEIRA 2003), estudando a referida raça. Quando comparado aos trabalhos supracitados, verifica-se que o presente estudo apresentou um maior número de observações por característica. Esse fato pode promover uma maior confiabilidade nas estimativas dos parâmetros, já que estes dependem de um grande volume de dados confiáveis para aumentar sua acurácia.

### 4.2. ESTRUTURA POPULACIONAL

Na Figura 2 pode ser observado a evolução do número de animais da raça Guzerá registrados no Nordeste ao longo dos anos. Verifica-se que, no período de 1976 a 1986, a raça teve uma ascensão muito grande, onde o número de animais quase triplicou, indicando uma grande valorização da raça durante esse período. Logo após esse período, o número de nascimentos diminuiu, atingindo um total de 512 nascimentos em 1994. Depois deste ano o número de animais nascidos voltou a aumentar e se manteve praticamente constante até 2006, quando foram registrados 1080 animais da raça no Nordeste.



**Figura 2.** Número de animais nascidos da raça Guzerá do nordeste brasileiro no período de 1976-2006.

Encontram-se na Tabela 8, os respectivos valores médios para os intervalos de gerações por passagem gamética dos animais Guzerá do Nordeste. Estes valores foram iguais a  $7,5 \pm 4,5$  (Pai-Filho),  $7,9 \pm 4,8$  (Pai-Filha),  $7,8 \pm 4,2$  (Mãe-Filho),  $7,9 \pm 3,9$  anos (Mãe-Filha), com intervalo médio de  $7,9 \pm 4,4$  anos, que são bastante altos, quando comparados aos obtidos por Razook et al. (1993), na Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho-SP, para os intervalos Pai-Filhos foram 3,74 e 3,66 anos, para as raças Guzerá e Nelore, respectivamente.

No entanto, valores próximos foram verificados por Vercesi Filho et al. (2002a e b), que estimaram médias de 7,32 e 7,14 (pai-filho), 7,64 e 7,25 (pai-filha), 7,43 e 7,20 (mãe-filho), 7,72 e 7,09 (mãe-filha) e valores médios iguais a 7,53 e 7,17 anos, para animais registrados no Brasil das raças Indubrasil e Tabapuã, respectivamente. Neste estudo citado os machos iniciavam a vida reprodutiva com dois anos de idade e permaneciam em serviço por duas estações de monta. Já Malhado et al. (2008b) calcularam intervalos de gerações superiores para as passagens gaméticas,  $9,1 \pm 4,6$  (pai-filho),  $9,0 \pm 4,5$  (pai-filha) anos, estudando animais da Raça Nelore.

De uma maneira geral, os intervalos de geração aqui observados foram altos, podendo causar, segundo Vercesi et al. (2002a), redução do ganho genético anual para as características selecionadas, levando a um menor retorno econômico do programa.

Malhado et al. (2008b) citaram como alternativa de redução desses intervalos, a utilização de jovens touros avaliados, principalmente, dos intervalos pai-filho e pai-filha. A utilização de reprodutores por tempo limitado seria alternativa, pois proporciona redução no intervalo de gerações (Faria et al., 2001a).

**Tabela 8.** Intervalos de gerações das quatro passagens gaméticas e intervalos médios para a raça Guzerá do Nordeste

Passagens Gaméticas	Nº de observações	Intervalo (anos)	Desvio-padrão (anos)
Pai-filho	436	7,5	4,5
Pai-filha	3.597	7,9	4,8
Mãe-filho	436	7,8	4,2
Mãe-filha	3.593	7,9	3,9
Total	8.062	7,9	4,4

O tamanho efetivo ( $N_e$ ) no período de 1976 a 2006, em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro, está representado da Figura 3. Observa-se que, durante os períodos de 1976-78 a 1986-90, houve um incremento no  $N_e$  de 240%, atingindo 674 em 1986-90, ocasionado pelo aumento de reprodutores e matrizes utilizados em reprodução nesse período. A partir desse período, houve uma redução de 110% do  $N_e$ , atingindo 318 em 1994, sendo que a partir desse ano houve nova ascensão, chegando a 532 em 2006.

**Figura 3.** Tamanho efetivo no período de 1976 a 2006, em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.

Os valores aqui relatados para o  $N_e$  são bastante superiores aos relatados por Faria et al. (2001b), que observaram  $N_e$  de 19, no último período avaliado (1994-1998) para rebanhos Sindi, e por Vercesi Filho et al. (2002b), que encontraram tamanho efetivo de 42 para o rebanho Indubrasil registrado no Brasil, no período 1994-1998.

Vários trabalhos realizados com zebuínos foram verificados na literatura para o tamanho efetivo nos últimos períodos avaliados:  $N_{eGir\ Mocho} = 70$  (FARIA et al., 2001a);  $N_{eTabapuã} = 55$  (VERCESI FILHO et al., 2002a);  $N_{eNelore\ Mocho} = 124$  (FARIA et al., 2002) e  $N_{eNelore} = 469$  (MALHADO et al., 2008b).

Observa-se nesse estudo que, quando o tamanho efetivo apresentou o maior valor no período de 1986-90, houve picos de ganhos genéticos para as características avaliadas (Figura 2A, B e C). Carneiro et al. (2006) afirmaram que, ao se utilizarem populações com pequenos tamanhos efetivos para seleção, os resultados podem ser influenciados pela oscilação genética e podem resultar em grandes variações nos ganhos genéticos.

Um tamanho efetivo mínimo de 40 animais por geração é sugerido por Goddard e Smith (1990) para maximizar o retorno econômico, enquanto, Meuwissen e Woollians (1994) recomendaram valores entre 31 e 250 animais, para prevenir decréscimos no valor adaptativo da população. Já Frankham (1995) sugeriu um tamanho efetivo na ordem de 500 animais para manutenção do potencial evolutivo indefinidamente, contudo, o autor frisou que para a prevenção de depressão endogâmica, um tamanho efetivo de 50 animais é suficiente. Para populações sob conservação um tamanho efetivo mínimo de 50 também é recomendado pela FAO (1998).

Malhado et al. (2008a) frisaram que, para aumento nos ganhos genéticos, são necessários a redução do intervalo de geração, o aumento do tamanho efetivo, o uso de reprodutores avaliados e o controle dos acasalamentos de animais aparentados.

Na Tabela 9 estão presentes os valores referentes aos coeficientes de endogamia médios. Verifica-se que este coeficiente apresentou o maior crescimento da segunda para a sétima geração, quando aumentou de 0,17 para 2,06%, contudo, a média de F diminuiu de 15,66 para 6,75% durante o mesmo período. Apesar do crescimento no coeficiente de endogamia, verifica-se que estes são satisfatórios, pouco influenciando as características. Esses baixos valores observados para os coeficientes de endogamia, podem ser explicados pelos altos valores de  $N_e$  aqui observados (FIGURA 3).

**Tabela 9.** Valores de coeficiente de endogamia e média de F para animais endogâmicos da raça Guzerá do Nordeste

Geração	Nº de animais	Coefficiente Médio de Endogamia (%)	Média de F para animais endogâmicos (%)
1	16.191	0,00	-
2	7.855	0,17	15,66
3	3.660	0,73	10,99
4	1.874	1,14	5,95
5	792	1,01	5,90
6	359	1,00	4,73
7	324	2,06	6,75
8	67	1,96	6,58

Resultados semelhantes foram relatados por Malhado et al. (2008b), analisando dados de Nelore da Bahia, onde o coeficiente de endogamia médio aumentou de 0,8%, na segunda geração, para 1,57% na sétima, mas, a média de  $F$  para os animais endogâmicos diminuiu de 16,76%, na segunda geração, para 3,85%, na sétima. Os autores relataram que, esses resultados evidenciaram que a endogamia nos rebanhos foi baixa, fato explicado pelo aumento do tamanho efetivo nos últimos períodos.

Corroborando com as afirmações supracitadas, verificou-se em trabalho realizado com a raça Sindí, por Faria et al. (2004), incrementos de 0,3%, 2,3%, 3,5% e 5,1% nos coeficientes de endogamia quando os  $N_e$  foram 161, 20, 14 e 9, respectivamente. Os autores destacaram ainda que, com o aumento da endogamia e da taxa de incremento, bem como o decréscimo do  $N_e$ , do primeiro ao último período, a raça corre sérios riscos na manutenção da variabilidade genética e conseqüentemente, conservação da raça.

Quanto à contribuição genética dos ancestrais mais influentes, verificou-se que 10 e 50% da variabilidade genética de toda população é explicada por 15 e 358 fundadores, respectivamente, sendo que o número efetivo de fundadores foi igual a 717.

Malhado et al. (2008b) encontraram contribuições genéticas de 10, 50 e 414 ancestrais mais influentes, explicando, respectivamente, 12,5, 25 e 50% da variabilidade genética de toda a população. Estes mesmos autores verificaram ainda, um número efetivo de fundadores igual a 786 e endogamia esperada pelo uso desbalanceado dos fundadores igual a 0,06%.

Estudos relacionando a estrutura populacional com o progresso genético dos rebanhos podem servir para guiar futuras ações, no intuito de promover o melhoramento e a expansão das raças estudadas em cada região.

#### 4.3. COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E HERDABILIDADES

Os componentes de variância genética aditiva direta e materna, de ambiente permanente e residual (ambiente temporário), fenotípico, bem como as herdabilidades direta e materna para as características P205, P365 e P550 dos animais da raça Guzerá do Nordeste são apresentados na Tabela 10.

Os componentes de variância aditiva direta para as características P205, P365 e P550 são considerados relativamente baixo quando comparadas com os valores encontrados na literatura (PIMENTA FILHO et al., 2001; SILVA et al., 2006), ambos estudando rebanhos da raça Guzerá. Entretanto Mucari e Oliveira (2003) verificaram

valor maior para a variância aditiva direta para P205 e menor para as características P365 e P550 que o presente trabalho.

**Tabela 10.** Estimativas dos componentes de variâncias, e herdabilidades para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro <sup>(1)</sup>

<i>Características</i>	$\sigma_a^2$	$\sigma_m^2$	$\sigma_{ep}^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h_d^2$	$h_m^2$
P205	51,45	4,99	52,51	363,03	471,97	0,11± 0,02	0,01± 0,02
P365	175,40	-	-	772,85	948,25	0,18 ± 0,02	-
P550	321,87	-	-	1503,02	1824,89	0,18 ± 0,03	-

<sup>(1)</sup>  $\sigma_a^2$ ;  $\sigma_m^2$ ;  $\sigma_{ep}^2$ ;  $\sigma_e^2$ ;  $\sigma_p^2$ ;  $h_d^2$ ;  $h_m^2$  são, respectivamente, componentes de variância genética aditiva direta, genética aditiva materna, variância de ambiente permanente, variância residual, variância fenotípica, herdabilidades direta e herdabilidade materna.

Na Tabela 10 verifica-se que a contribuição do efeito materno na variação fenotípica total foi de magnitude muito baixa para o peso aos 205 dias.

A estimativa de herdabilidade direta para o peso aos 205 dias foi baixa (TABELA 8), sendo inferior ao estimado por alguns autores estudando a referida raça (PIMENTA FILHO et al., 2001; MUCARI & OLIVEIRA, 2003). Já Silva et al. (2006), verificaram valor bem próximo ao encontrado no presente trabalho, também estudando animais da raça Guzerá.

Diversas revisões de literatura com bovinos relataram valores médios para a herdabilidade de P205: Lôbo et al. (2000) (0,30); Giannotti et al. (2005) (0,23) e Lira et al. (2008) (0,28), sendo estes valores bem maiores que os encontrados no presente trabalho, indicando que para essa característica nos rebanhos estudados, a seleção massal poderia acarretar baixos ganhos para a população analisada. Isto sugeriria a realização de testes de progênie como auxílio à seleção.

Estes valores de herdabilidade estão dentro do intervalo mencionado por Mercadante et al. (1995), de 0,05 a 0,58, para peso aos 205 dias, em um trabalho de revisão para as características de crescimento na espécie zebuína.

Ainda para P205, observou-se um valor muito baixo para a herdabilidade materna (TABELA 8), indicando baixa influência dos efeitos maternos para essa característica. Valores superiores foram encontrados por Pimenta Filho et al. (2001) (0,39) e Lira et al. (2008) (0,06). No entanto, outros trabalhos verificaram valores iguais (MUCARI & OLIVEIRA, 2003 e SILVA et al. 2006) para a herdabilidade materna.

O coeficiente de herdabilidade materna para P205 foi extremamente baixo, sugerindo grande influência do meio ambiente sobre o peso a desmama e dificuldade de ganho genético para esta característica por meio de seleção para efeito materno.

A estimativa de herdabilidade direta para o P365 (TABELA 10), foi inferior a encontrada por Pimenta et al. (2001) (0,26) e superior às verificadas por Mucari e Oliveira (2003) (0,08) e Silva et al. (2006) (0,13), ambos estudando animais da raça Guzerá.

A estimativa de herdabilidade para o peso aos 550 dias de idade encontra-se na Tabela 10, e quando comparada com resultados encontrados na literatura para a referida raça, mostrou-se superior ao encontrado por Mucari e Oliveira (2003) e Silva et al. (2006) e inferior ao verificado por Pimenta Filho et al. (2001).

Nesse trabalho, os valores dos coeficientes de herdabilidade direta para P365 e P550 apresentaram resultado um pouco superior a alguns trabalhos, no entanto, foram menores que a maioria dos observados em literatura para raças zebuínas. Isto indica menor variabilidade genética aditiva direta para os rebanhos da raça Guzerá criados na região Nordeste do Brasil e evidencia menor oportunidade de ganho genético com a seleção para peso nesta raça.

#### 4.4. TENDÊNCIAS GENÉTICAS, FENOTÍPICAS E DE AMBIENTE

##### 4.4.1. *Tendências Genéticas*

Realizando-se o estudo das tendências genéticas de uma população, é possível avaliar as mudanças que o processo seletivo provocou em cada característica. Para o P205, observou-se uma tendência genética direta, obtida por regressão linear ponderada, significativa ( $p < 0,01$ ) e igual a 0,0094 kg por ano, representando assim um ganho de 0,2914 kg nos 31 anos estudados (FIGURA 4A). Em termos de mudança genética anual, o resultado encontrado representa incremento de 0,0064% por ano.

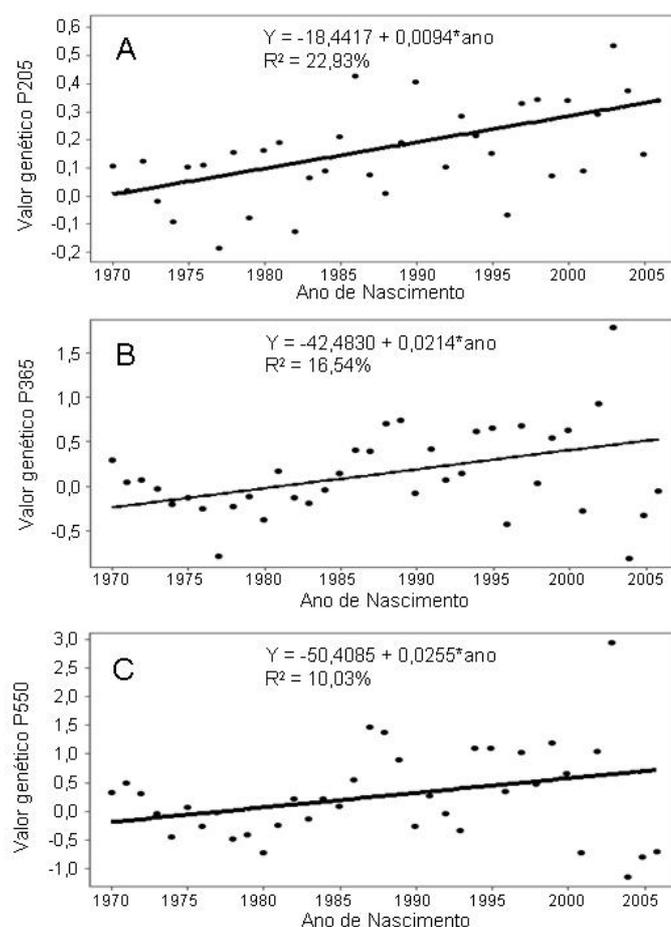
Em trabalhos realizados com a raça estudada, Mucari e Oliveira (2003), verificaram ganho genético direto anual igual a 0,16 kg/ano, enquanto que Souza et al. (2004) observaram ganho genético direto anual de 0,11 kg/ano. Resultados semelhantes foram observados por vários autores, estudando outras raças zebuínas no Nordeste: Ferraz Filho et al, (2002) (0,13kg/ano); Mello et al. (2002) (1,34 kg/ano); Garcia et al. (2003) (0,78 kg/ano); Malhado et al. (2008b) (0,05 kg/ano).

Por outro lado, Holanda et al. (2004) estimaram uma tendência genética direta negativa de -0,02 kg/ano para o efeito direto, em bovinos da raça Nelore, enquanto que, Malhado et al. (2005b), estudando bovinos da raça Nelore Mocho, relataram tendência genética direta negativa ( $P < 0,05$ ) para P205, com valor estimado de -0,07 kg/ano para este efeito.

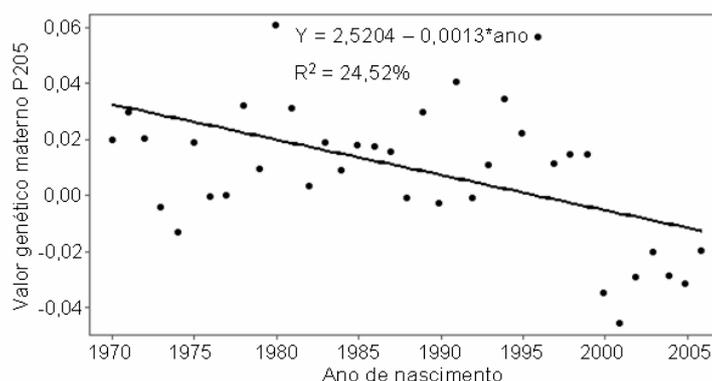
A tendência genética materna para o P205 foi significativa ( $p < 0,01$ ) e igual a -0,0013 kg/ano (FIGURA 5). Souza et al. (2004), verificaram resultado semelhante e igual a -0,01 para a referida raça, enquanto que, Garcia et al. (2003), trabalhando com Nelore Mocho, observaram um valor de -0,35 kg/ano.

Esse resultado indica que a contribuição materna para essa característica é negativa, indicando a inexistência de seleção para habilidade materna no rebanho estudado (SOUZA et al. 2004).

Resultados positivos para o ganho genético materno anual foram observados em diversos trabalhos com zebuínos: Ferraz Filho et al. (2002) (0,02); Mello et al. (2002) (0,11); Malhado et al. (2008b) (0,005).



**Figura 4.** Tendência genética para o efeito direto para características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.



**Figura 5.** Tendência genética para o efeito materno para a característica P205 em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.

Para P365, a tendência genética direta (regressão linear) mostrou-se altamente significativa ( $p < 0,001$ ) e igual a 0,0214 kg/ano (FIGURA 4B), representando um incremento de 0,6634 kg no período avaliado (31 anos). Em termos de mudança genética anual, este resultado significa um aumento de 0,0106% por ano.

Mucari e Oliveira (2003) e Souza et al. (2004), estudando a mesma raça, constataram valores iguais a 0,04 e 0,14 kg/ano respectivamente. Trabalhos realizados com outras raças zebuínas, também verificaram resultados positivos: Ferraz Filho et al. (2002) (0,21 kg/ano); Mello et al. (2002) (1,62 kg/ano); Malhado et al. (2008b) (0,04 kg/ano).

A tendência genética direta para P550 também foi altamente significativa ( $p < 0,001$ ) e igual a 0,0255 kg/ano (FIGURA 4C), incrementando em 0,7905 kg a característica nos 31 anos de estudo. Em se tratando de mudança genética anual, este resultado representa 0,0094% ao ano. Mucari e Oliveira (2003) estudando a mesma raça verificaram um ganho genético direto anual de 0,34 kg/ano.

Ainda na literatura estão presentes trabalhos com zebuínos que também apresentaram resultados positivos para o ganho genético anual: Ferraz Filho et al. (2002) (0,28 kg/ano); Balieiro, (2008) (1,48 kg/ano); Malhado et al. (2008b) (0,07 kg/ano). Em contrapartida, Val (2006), constatou uma tendência genética direta negativa e igual a -0,80 kg/ano.

Os resultados obtidos para as tendências genéticas direta para o P205, P365 e P550 (FIGURA 4A, B e C) indicam ganhos genéticos ao longo dos anos, no entanto, estes ganhos estão muito aquém do esperado, estando bem abaixo do limite mínimo de 1% proposto por Smith (1984). Este autor citou que estabelece para que um programa

de seleção seja considerado eficaz, um ganho genético anual próximo de 3%, mesmo sabendo-se que esses valores são teóricos e oscilam bastante quando se trata da prática.

Considerando-se uma intensidade de seleção de 1,24 (retenção de 5% dos machos e 75% das fêmeas), as herdabilidades diretas da Tabela 10, desvios-padrão fenotípicos iguais a 35,03; 52,14 e 76,55 kg e intervalo médio de gerações de oito anos, seria possível obter progressos genéticos ( $\Delta G/\text{geração} = i \times h^2 \times \sigma_p$ ) da ordem de 0,597; 1,455 e 2,136 kg/ano, para P205, P365 e P550, respectivamente, correspondendo a 0,41; 0,72; e 0,82% das médias do rebanho.

Malhado et al. (2008a) destacaram que, com a redução do intervalo de gerações para a metade, é possível duplicar os ganhos genéticos anuais, causando assim um incremento considerável na receita do programa de melhoramento.

Os baixos ganhos genéticos estimados neste trabalho para os pesos estudados eram esperados, devido à baixa variabilidade genética aditiva observada no rebanho.

Em concordância com esses resultados, Biffani et al. (1999) frisaram que, nas condições de criação típicas do Nordeste, os animais são selecionados pelos criadores mais em razão das características anatômicas e raciais do que pelo desempenho produtivo. No entanto, Malhado et al. (2005b), verificaram que isto está sendo modificado, pois está ocorrendo progresso genético no rebanho Nelore do estado da Bahia.

#### *4.4.2. Tendências Fenotípicas*

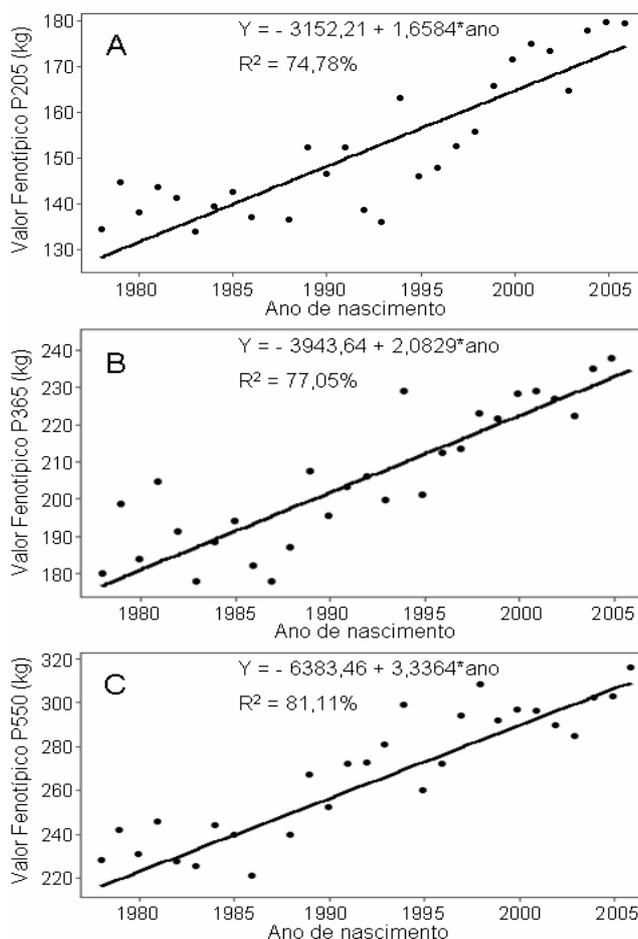
As tendências fenotípicas, por sua vez, representam a ação conjunta dos efeitos genéticos e de ambiente ao longo dos anos. Em outras palavras, seriam o resultado da atuação dos programas de seleção e a melhoria das condições de ambiente agindo sobre as características produtivas no decorrer dos anos, representando assim o ganho fenotípico anual das características.

As tendências fenotípicas para as características P205, P365 e P550 foram significativas ( $p < 0,001$ ) e respectivamente iguais a, 1,6584, 2,0829 e 3,3364 kg/ano (FIGURA 6A, B e C), o que representa incrementos de 51,41, 64,57 e 103,43 kg nas características, durante o período analisado.

Em termos de mudança fenotípica anual, estes valores representam para P205, P365 e P550, ganhos de 1,12, 1,03 e 1,28%, respectivamente (FIGURA 6A, B e C).

Oliveira et al. (1995), também estudando animais da raça Guzerá, no período de 1979 a 1984, verificaram mudanças fenotípicas anuais iguais a -8,278 e -8,498 kg/ano para P205 e P365, respectivamente. Os autores citaram que o decréscimo nas tendências pôde ser pelos problemas nas condições de ambiente. Analisando dados de 1953 a 1996, referentes a animais da raça Canchim, para estas mesmas características, Mello et al. (2002), observaram 0,104 (P205) e 0,162 kg/ano (P365) para as tendências fenotípicas.

Ferraz Filho et al. (2002), estudando rebanhos Tabapuã, no período de 1959 a 1996, verificaram valores para as tendências fenotípicas das características P205, P365 e P550 iguais a 0,07, 0,08 e 0,10 kg/ano, respectivamente. Valores iguais a 1,40, 1,65 e 2,11 kg/ano, foram relatados por Malhado et al. (2008b), para as mesmas características, respectivamente, durante o período de 1970 a 2006, para animais Nelore, os mesmo autores relataram que as características estão melhorando com o decorrer dos anos e que os produtores estão conseguindo ganhos fenotípicos anuais significativos no crescimento dos animais. Entretanto, esse progresso deve ser atribuído, principalmente, ao ambiente, visto que a contribuição genética, apesar de positiva, foi baixa.

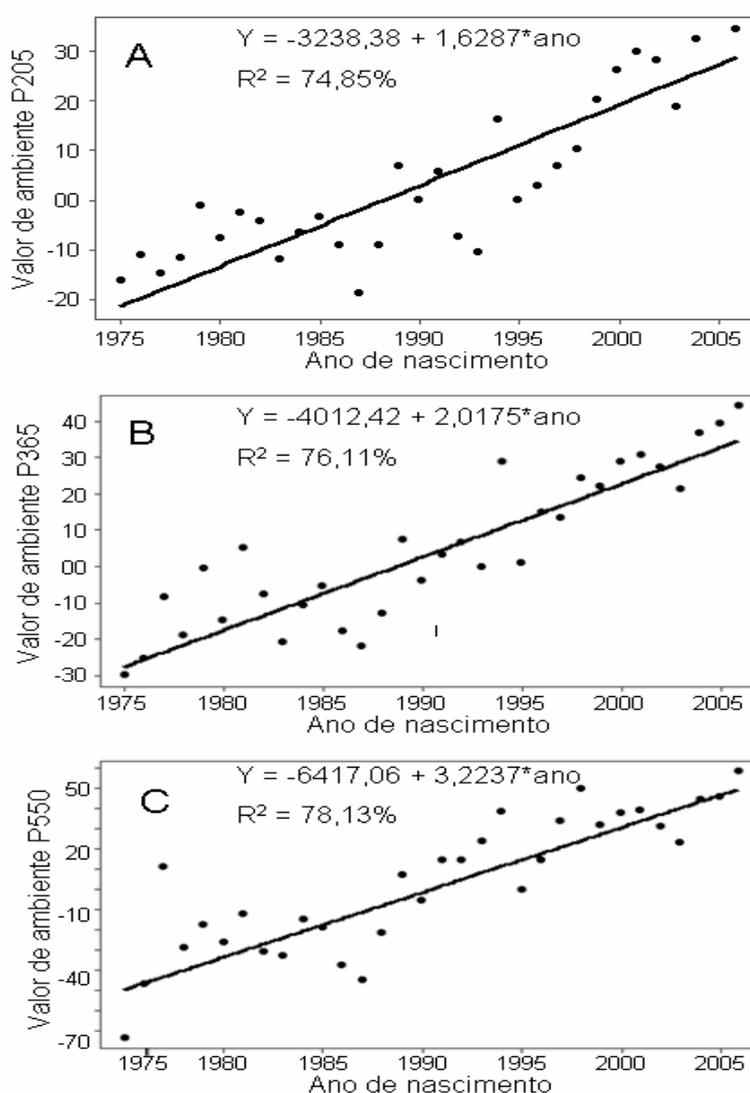


**Figura 6.** Tendências fenotípicas para as características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.

#### 4.4.3. Tendências de Ambiente

Tendências de ambiente, apesar de pouco citadas, devido a ênfase maior ser dada às tendências genéticas e fenotípicas, também são muito importantes num programa de melhoramento, pois, permitem verificar o progresso devido aos efeitos de ambiente, norteando os produtores quanto à melhoria ambiental que os animais estão expostos.

As tendências de ambiente para o P205, P365 e P550 apresentaram-se altamente significativas ( $p < 0,001$ ) e iguais a 1,6287, 2,0175 e 3,2237 kg/ano (FIGURA 7A, B e C), totalizando 50,49, 62,54 e 99,94 kg de progresso no período estudado, respectivamente. Em se tratando de mudança anual de ambiente, esses valores representam, respectivamente, 1,1036, 1,0018 e 1,2317%.



**Figura 7.** Tendências de ambiente para as características P205 (A), P365 (B) e P550(C) em bovinos da raça Guzerá do nordeste brasileiro.

Shimbo et al. (2000), estudando animais Nelore, verificaram tendências de ambiente para P205 e P550 iguais a 1,5 e 0,03 kg/ano, respectivamente.

Contata-se pelos resultados obtidos (FIGURA 6A, B e C), que os rebanhos da raça Guzerá do Nordeste estão melhorando com o decorrer dos anos, indicando que os produtores estão conseguindo ganhos fenotípicos anuais significativos no crescimento dos animais. Logo, se percebe que este progresso deve-se em sua grande maioria aos fatores de ambiente (FIGURAS 7A, B e C), pois, os ganhos genéticos observados apesar de significativos foram baixos (FIGURAS 4A, B e C). Malhado et al. (2008b), relataram que ganhos fenotípicos tendem a atingir o seu limite, se não houver seleção nas características avaliadas, ao longo dos próximos anos.

## 6. CONCLUSÕES

Para as características avaliadas, trabalhos de seleção massal apresentam pequena perspectiva de sucesso neste rebanho, devido aos baixos coeficientes de herdabilidade encontrados.

O progresso genético obtido até o presente momento está aquém do esperado, sendo que os ganhos fenotípicos obtidos podem ser atribuídos aos efeitos de ambiente.

Referente ao ganho genético materno constata-se que o rebanho é pouco selecionado para as características de habilidade materna apresentando tendência negativa.

Períodos com alto tamanho efetivo de população apresentam menores valores de incremento na endogamia e maiores ganhos genéticos, apresentando picos nos valores de tendência genética anuais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, Z.J., SUGAI, Y. 1994. **Regionalização da pecuária bovina no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 144p. (Documentos, 18).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Estatísticas**. Disponível em <<http://www.abiec.com.br/estatisticas.asp>>. Acesso em 28 de nov. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU - ABCZ. A raça Guzerá. **Revista ABCZ - Ano 2 - Nº9 - 2002**. – Brasil 2002. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/htm>> 2002. Acesso em: 25/11/2008.
- BALIEIRO, C.C. **Aspectos genéticos e fenotípicos de características produtivas, temperamento e repelência em bovinos da raça Nelore**, p.47, Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2008.
- BELONSKY, G.M., KENNEDY, B.W. Selection on individual phenotype and Best-Linear Unbiased Predictor of breeding value in a closed swine herd. **Journal Animal Science**, 66:1124-1131. 1988.
- BIFFANI, S.; MARTTINS FILHO, R.; GIORGETTI, A. et al. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos Nelore, criados no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 468-473, 1999.
- BOICHARD, D., Maignel, L., VERRIER, E. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. **Genet Sel Evol.**, n.29, p. 5-23, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sumário nacional de touros das raças zebuínas: Tabapuã**. Edição 1999/MARA. Uberaba: Embrapa Gado de Corte/ABCZ, 1999. 39p. (Documentos/Embrapa Gado de Corte, 83).
- BURROW, H.M. The effects of inbreeding in beef cattle. **Animal Breeding Abstracts**, 61(11):737-751, 1993.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; EUCLYDES, R.F.; TORRES, R. de A.; LOPES, P.S.; CARNEIRO, A.P.S.; CUNHA, E.E. Oscilação genética em populações submetidas a métodos de seleção tradicionais e associados a marcadores moleculares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.84-91, 2006.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, A.P.S.; TORRES, R. de A.; SILVA, F.F. A raça Indubrasil no nordeste brasileiro: melhoramento e estrutura populacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, No prelo, 2009.
- CAROLINO, N.; GAMA, L.T. Indicators of genetic erosion in an endangered population: The Alentejana cattle breed in Portugal. **Journal Animal Science**, v. 86, p.47-56, 2008.
- CARVALHO, T.B. **Estudo da elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suína e frango no Brasil**. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2007.
- CLEVELAND, M.A., BLACKBURN, H.D., ENNS, R.M., GARRICK, D.J. Changes in inbreeding of U.S. Herefords during the twentieth century. **Journal Animal Science**, v. 83, p.992-1001, 2005.
- CUCCO, D.C. **Estimativa de parâmetros genéticos para características de crescimento e perímetro escrotal na raça Pardo Suíço Corte**. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos da USP. 2008.

- 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.
- EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L.O.C.; ALVES, R.G.O. Tendências genéticas na raça Indubrasil. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 34., 1997, Juiz de Fora. Anais ...Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia 1997 p. 171-172.
- EUCLIDES FILHO, K. Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**. 1999. 63p. (Documentos, 75).
- EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L.O.C.; ALVES, R.G.O.; FIGUEREIDO, G.R. Tendência genética na raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p.787-791, 2000.
- EVERLING, D.M.; FERREIRA, G.B.B; RORATO, P.R.N.; et al. Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos Angus-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.2002-2008, 2001 (supl.).
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C.; **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman Scientific and Technical, 1996. 464p.
- FAO - Food and Agriculture Organization. 1998. **Secondary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans. Management of small populations at risk**. J. A. Woolliams, G. P. Gwaze, T. H. E. Meuwissen, D. Planchenault, J.-P. Renard, M. Thibier, and H. Wagner, ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online. Available <http://dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/sml-popn.pdf>. Acessado novembro. 28, 2008.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Parâmetros populacionais do rebanho Gir Mocho registrado no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1984-1988, 2001. (Suplemento)a.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Parâmetros Populacionais do Rebanho Sindi Registrado no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1989-1994, 2001 (Suplemento)b.
- 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, p.501-509, 2002.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura Genética da Raça Sindi no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.852-857, 2004.
- FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C.; ALENCAR, M.M.; MALHADO, C.H.M.; Tendência Genética dos Efeitos Direto e Materno sobre os Pesos à Desmama e Pós- Desmama de Bovinos da Raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.635-640, 2002.
- FRANKHAM, R. Conservation genetics. **Annual Review of Genetics**, v.29, p.305-327, 1995.
- GAMA, L.T. **Melhoramento Genético Animal**. Lisboa-Portugal. Ed. Escolar. 306p. 2002.
- GARCIA, F. Q.; FERRAZ FILHO, P. B.; SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C. Tendências dos efeitos genéticos diretos e maternos do peso a desmama em bovinos da raça Nelore mocha na região pecuária Campo Grande e Dourados – Mato Grosso do Sul. **Archives of Veterinary Science**, v. 8, n. 1, p. 93-97, 2003.

- GIANNOTTI, J. di G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise para as estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1173-1180, 2005.
- GODDARD, M.G.; SMITH, C. Optimum number of bull sires in dairy cattle breeding. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1113-1122, 1990.
- GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE, F. A note on ENDOG: a computer program for monitoring genetic variability of populations using pedigree information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 122. 2005.
- HOHENBOKEN, W.D. Genetic structure of population. 7. Maternal effects. In: CHAPMAN, A.B. (Ed.) **General and quantitative genetics**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p.135-146.
- 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**, Córdoba v.53, p.185-194, 2004.
- JAMES, J.W. Computation of genetic contributions from pedigrees. **Theor. Appl. Genet.** 42: 272-273. 1972.
- LIRA, T. de; ROSA, E.M.; GARNERO, A. del V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, p.1-22, 2008.
- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C. et al. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstract**, v.62, n.5, p.309-338, 1994.
- LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstracts**, v.68, p.433-462, 2000.
- MALHADO, C. H. M. MARTINS FILHO, R. LÔBO, R. N. B. FACÓ, O. AZEVEDO, D. M. M. R. SOUZA, J. C. OLIVEIRA, S. M. P. Tendências Genéticas para Características Relacionadas à Velocidade de Crescimento em Bovinos Nelore na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.34, n.1, p.60-65, 2005a.
- MALHADO, C. H. M. ; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R; AZEVÊDO, D.M.M.R.; FACÓ, O.; MACHADO, C.H.C.; PICCININ, A.; SOUZA, J.C. Tendência e Parâmetros Genéticos para o Peso aos 205 Dias de Idade em Bovinos da Raça Nelore Mocho no Estado da Bahia. **Revista científica de produção animal**, v.7, p.28-34, 2005b.
- MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S.; SOUZA, J.C.; PICCININ, A. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.376-379, 2007.
- MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A. de A.; CARNEIRO, P.L.S.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; SOUZA, J.C. de. Melhoramento e estrutura populacional de bubalinos da raça Mediterrâneo no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.215-220, 2008a.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; PEREIRA, D.G.; MARTINS FILHO, R.; SOUZA, J.C. de. Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.9, p.1163-1169, set. 2008b.
- MARCONDES, C.R. BERGMANN J.A.G., J.P. ELER, J.B.S. FERRAZ, J.C.C. PEREIRA, V.M. PENNA. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.1, p.83-89, 2000.

- MARTÍNEZ, R.A.; GARCÍA, D.; GALLEGO, J.L.; ONOFRE, G.; PÉREZ, J.; CAÑÓN, J. Genetic variability in Colombian Creole cattle populations estimated by pedigree information. **Journal Animal Science**, v. 86, p.545-552, 2008.
- MELLO, S.P.; ALENCAR, M.M.; SILVA, L.O.C. et al. Estimativas de (Co)variâncias e tendências genéticas para pesos em um rebanho Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1707-1714, 2002.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; REYES, A. Parámetros genéticos para características de crecimiento en cebuínos de carne: una revisión. **Archivo Latinoamericano de Producción Animal**, v.3, p.45-89, 1995.
- MEYER, K.; HILL, W.G. Estimation of genetic and phenotypic covariance functions for longitudinal 'repeated' records by restrict maximum likelihood. **Livestock Production Science**, v.47, p.185-200, 1997.
- MEUWISSEN, T.H.E.; WOOLLIAMS, J. Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness. **Theoretical and Applied Genetics**, v.89, p.1019-1026, 1994.
- MOHIUDDIN, G. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. **Animal Breeding Abstract**, v.61, n.8, p.496-522, 1993.
- 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**, Nov./Dec. 2003, vol.32, no.6, suppl.1, p.1604-1613. ISSN 1516-3598.
- OLIVEIRA, J.A.; LÔBO, R.B.; Fatores ambientes e genéticos relacionados com o peso aos dezoito meses e ganho diário em Bovinos guzerá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.629-636, 1992.
- OLIVEIRA, J.A.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Tendência genética em pesos e ganhos em peso de bovinos da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.11, p.1355-1360, 1995.
- OLIVEIRA, J.A.; BASTOS, J.F.P.; TONHATI, H. Endogamia em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.721-728, 1999.
- PACHECO, A.; QUIRINO, C.R.; PINHEIRO, O.L.V.M.; ALMEIDA, J.V.C. Medidas morfométricas de touros jovens e adultos da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 426-435, jul/set, 2008. ISSN 1519 9940.
- PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, London, v.58, p.545-554, 1971.
- PEDROSA, V.B. **Estimação dos Parâmetros Genéticos do Peso Adulto em Matrizes da Raça Nelore**. 2006 77f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento Genético aplicado à Produção Animal**. 4ª ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 609p, 2004.
- PIMENTA FILHO, E. C. MARTINS, G. A. SARMENTO, J. L. R. et al. Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Guzerá, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, July/Aug. 2001, vol.30, n.4, p.1220-1223. ISSN 1516-3598.
- RAZOOK, A.G., FIGUEIREDO, L.A., BONILHA NETO, L.M. et al 1993. Intensidades de seleção e repostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênies de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionadas para peso pós desmame. **Boletim Industrial Animal**, 50(2):147.
- RHOAD, A.O. 1949. The Santa Gertrudis breed. The genesis and the genetics of a new breed of beef cattle. **J. Heredity**, 40:114-126.

- ROBINSON, D.L. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. **Livestock Production Science**, v.45, p.1-12, 1996.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics, version 9.1**. Cary: SAS Institute, 2000.
- SHIMBO, M.V.; FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, F.F.; JUBILEU, J.S.; FIGUEIREDO L.G.G.; MATTOS, E.C. Efeito Do ambiente em características de desempenho na raça nelore. In: **III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, 2000, Belo Horizonte. Anais de III Simpósio Nacional. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2000. p. 291-293.
- SILVA, M.V.G.B.; COBUCCI, J.A.; FERREIRA, W.J.; OLIVEIRA, P.R.P.; MACHADO, M.A.; FERREIRA, C.P. Efeitos genéticos e de ambiente em um rebanho do ecótipo Mantiqueira: I. Características reprodutivas. **Ciência Agrotécnica**. 2006, v. 30, n. 3, pp. 522-528. ISSN 1413-7054.
- SILVA, I.S. **Componentes de (Co)variância e parâmetros genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Guzerá usando diferentes estratégias de análise**. Tese de Doutorado apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz" da Universidade de São Paulo, 2004.
- SILVA, I.S.; PACKER, I. U.; SILVA, L.O.C.; TORRES JUNIOR, R.A.A.; 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.
- SMITH, C. Rates of genetic change in farm livestock. **Research Development Agricultural**, v.1, n.2, p.79-85, 1984.
- 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**, Curitiba, v.2, n.2, p. 47-52, abr./jun. 2004.
- VAL, J.E. **Alternativas para seleção de touros da raça Nelore considerando características múltiplas de interesse econômico**. Tese de Doutorado – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, 2006.
- VALERA, M.; MOLINA, A.; GUTIÉRES, J.P.; GÓMEZ, J.; GOYACHE, F. Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. **Livestock Production Science**. v.95, p.57-66, 2005.
- VERCESI FILHO, A.E.; FARIA, F.J.C.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura populacional do rebanho Tabapuã registrado no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.609-617, 2002a.
- VERCESI FILHO, A. E.; FARIA, F. J. C.; MADALENA, F. E. ; JOSAHKIAN, L. A.. Estrutura populacional do rebanho Indubrasil registrado no Brasil. **Archivos Latinoamericano de Producción Animal**, v. 10, n. 2, p. 86-92, 2002b.
- YOKOO, M.J.I. ALBUQUERQUE, L.G. LÔBO, R.B. SAINZ, R.D. CARNEIRO JÚNIOR, J.M. BAZERRA, L.A.F. ARAÚJO, 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.1761-8, 2007.