



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CAMPUS DE ITAPETINGA

**A RAÇA TABAPUÃ NO NORDESTE DO BRASIL: ESTRUTURA
POPULACIONAL E PROGRESSO GENÉTICO**

DIRLANE NOVAIS CAIRES

ITAPETINGA-BA
2010

Dirlane Novais Caires

A Raça Tabapuã no Nordeste do Brasil: Estrutura
Populacional e Progresso Genético

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga – BA, para
obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de
Concentração em Produção de Ruminantes.

Professor Orientador: D.Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado
Professor Co-Orientador: D.Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro

**ITAPETINGA-BA
2010**

636.213 Caires, Dirlane Novais.
C137r A raça Tabapuã no Nordeste do Brasil: estrutura populacional e progresso genético. / Dirlane Novais Caires. – Itapetinga, BA: UESB, 2010. 51p.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado e co-orientação do Prof. D. Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro.

1. Bovinos – Raça Tabapuã – Peso ao nascer – Fatores ambientais e genéticos. 2. Bovinos – Raça Tabapuã – Criação. 3. Bovinos – Raça Tabapuã – Melhoramento genético. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Malhado, Carlos Henrique Mendes. III. Carneiro, Paulo Luiz Souza. IV. Título.

CDD(21): 636.213

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Bovinos – Raça Tabapuã – Peso ao nascer – Fatores ambientais e genéticos
2. Bovinos – Raça Tabapuã – Criação
3. Bovinos – Raça Tabapuã – Melhoramento genético

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração em Produção de Ruminantes

Campus de Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “A Raça Tabapuã no Nordeste do Brasil: Estrutura Populacional e Progresso Genético”

Autor: Dirlane Novais Caires

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Profº. D. Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado – UESB
Presidente

Profº. D. Sc. Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes – UESB

Profº. D. Sc. Raimundo Martins Filho – UECE

Data de realização: 18 de fevereiro de 2010.

UESB – Campus Juvino de Oliveira, Praça Primavera, nº40 – Telefone: (77) 3261-8628
Fax: (77)3261-8600 Itapetinga-BA – CEP: 45700-000
E-mail: mestrado.zootecnia@uesb.br

“Não somos perfeitos.

Decepções, frustrações e perdas sempre acontecerão.

Mas DEUS é o artesão do espírito e da alma humana.

Não tenha medo.

Depois da mais longa noite, surgirá o mais belo amanhecer.

Esperem-o.”

(Augusto Cury)

“Tudo é do pai, toda honra e toda glória,

É dele a VITÓRIA alcançada em minha vida!”

(Frederico Cruz)

À Minha Família que tanto amo (Alda, Donizete, Dione e Arlan), que me concedeu “bolsa de estudos” e tornou possível a conclusão do meu Mestrado.

Aos amores da minha vida, por me proporcionarem momentos de imensa felicidade, meus sobrinhos, Esaú, Philipe e Murilo.

DEDICO

À DEUS, luz que me ilumina o caminho e me ajuda a seguir.....

Pela força, coragem e paciência para enfrentar e superar todas as dificuldades que surgiram em meu caminho, principalmente nesse período.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Mainha e Painho (Alda e Donizete), pela criação e educação que deram a mim e a meus irmãos, pela oportunidade que nos deram de estudar, por tudo que sempre fizeram por mim durante a graduação e, principalmente, por terem “financiado” o meu Mestrado. Agradeço, em especial, à minha Mãe, por ser minha referência de caráter, humildade e paciência, em quem procuro me espelhar em todos os passos da minha vida.

À Dione, minha irmãzinha querida, sempre prestativa, pelo carinho e por me incentivar, desde o início dos meus estudos, e por ter me presenteado com os garotinhos lindos que tanto amo, meu sobrinho e afilhado, Esaú, e Philipe.

Ao meu irmão Arlan, pelo apoio, carinho, pelos vários empréstimos que sempre que pedi nunca foram negados, por ter conseguido um computador emprestado, quando mais precisei, e por Murilo, minha distração nos momentos difíceis de realização deste trabalho.

À minha cunhada Lane, meu cunhado Paulinho e sua família, por torcerem pelo meu sucesso.

À Rafael, meu grande amigo, companheiro e namorado por quase todo esse período. Um anjo que DEUS colocou na minha vida, agradeço-lhe pelos maravilhosos momentos que me proporcionou em Itapetinga e quando estivemos juntos, por sempre me apoiar e mostrar que tudo pode ser bem melhor do que parece. Agradeço também à sua família, pela torcida.

Aos professores do programa, pelos conhecimentos compartilhados.

Ao excelente professor Paulo Bonomo, exemplo de profissionalismo, e por ter me dado a oportunidade de ingressar na pesquisa.

Ao meu orientador Carlos Malhado, pelo incentivo, paciência, amizade, por sempre estar disposto a ajudar e transmitir seus conhecimentos, pela credibilidade em mim depositada, e ainda pela “carona” para o Congresso Nordestino de Produção Animal, em Aracajú-2008.

Ao professor Paulo Carneiro, pela co-orientação, amizade, ensinamentos, disposição e paciência.

Ao Prof. Dr. Raimundo Martins Filho e ao querido Prof. Dr. Sérgio Fernandes, por aceitarem o convite para minha banca de defesa.

À Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), por disponibilizar os dados para a realização deste trabalho.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, pela convivência harmoniosa, alegrias e preocupações que dividimos, em especial, as “comemorações” das provas no primeiro semestre do mestrado. Às minhas queridas amigas e companheiras, desde a graduação, presentes em todos os momentos, Claithiane e Aracele, aos demais colegas que conheci nesse período (Alyson, Fabrício, Danilo, Paulo, Wenderson, Luziane e Gleiton), e aos que conheci durante o mestrado (Laaina, Zé Augusto, Netão, Thasia, Miltinho, Luís e Gaya), dos quais sempre lembrarei com muito carinho.

À Laaina, colega, amiga, companheira de estudos, de dificuldades, de sufoco e de vários momentos inesquecíveis. Por me hospedar e, juntamente com sua família, me acolher tão bem durante a temporada que passei em Jequié. À Dona Nilza, Seu Zé Nilton, Paluzzi, Ellise, Matheus e Nicholas, pessoas por quem tenho um carinho especial, impossíveis de serem esquecidas.

Aos tios, primos e aos grandes amigos que me acompanharam nesta etapa, dando apoio e coragem, alguns de perto, outros de longe, mas sempre presentes, em especial, Edinho, Rhana e Kekéia.

À José Sílvio Júnior e Tia Zeli, pelo empréstimo do computador, nos momentos difíceis que passei sem essa importante ferramenta.

A todos que torceram e torcem por mim e que, de certa forma, contribuíram para essa conquista, MUITO OBRIGADA!!!!!!!!!!

BIOGRAFIA

DIRLANE NOVAIS CAIRES, filha de Donizete Moura Caires e Alda Neto de Novais Caires, nasceu em 26 de maio de 1983, em Livramento, Bahia.

Em 2002, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, finalizando o mesmo em 2007.

Em março de 2008, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Concentração em Produção de Ruminantes.

Em 18 de fevereiro de 2010, defendeu a presente Dissertação.

RESUMO

CAIRES, D. N. **A raça Tabapuã no Nordeste do Brasil: Estrutura Populacional e Progresso Genético**. Itapetinga-BA: UESB, 2010. 51p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes) *

Objetivou-se avaliar o histórico de animais da raça Tabapuã no Nordeste do Brasil, por meio da determinação de sua estrutura populacional e da quantificação do progresso genético, fenotípico e ambiental ocorrido em características de desenvolvimento ponderal. Foram utilizadas informações de pedigree de animais nascidos no período de 1965 a 2006 e dados dos pesos ajustados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos, criados a pasto e nascidos de 1975 a 2006, cedidos pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). Para o estudo do progresso genético, foram estimados os componentes de (co) variância e predição dos valores genéticos, utilizando o aplicativo MTDFREML. As estimativas das tendências genéticas, fenotípicas e ambientais foram obtidas pela regressão linear ponderada da média da variável dependente (valores genéticos, pesos observados e solução dos grupos de contemporâneos) sobre o ano de nascimento do animal. No estudo da estrutura populacional, obteve-se o tamanho efetivo da população por meio do número de machos e fêmeas adultos aptos para acasalarem. Utilizou-se o programa ENDOG para a análise do pedigree e estimação dos parâmetros, baseados na probabilidade de origem do gene, endogamia e intervalo médio de gerações. Os coeficientes de herdabilidade para os efeitos genéticos diretos foram $0,21 \pm 0,03$; $0,26 \pm 0,04$ e $0,36 \pm 0,05$ para P205, P365 e P550, respectivamente. As tendências genéticas de efeito direto (regressão linear) foram significativas ($p < 0,001$) e iguais a 0,051; 0,125 e 0,204 kg/ano para P205, P365 e P550, respectivamente, indicando que houve progresso genético para as características de crescimento. A tendência fenotípica foi significativa para P205 ($P < 0,001$), com valor de 0,772 kg/ano, e não significativa ($P > 0,05$) para P365 e P550. A tendência ambiental (regressão linear) foi significativa ($P < 0,001$) para P205, e as características P365 e P550 foram significativas ($P < 0,001$) para regressão quadrática. O tamanho efetivo foi pequeno durante os primeiros 20 anos estudados, após esse período houve grande variação, constatando maior tamanho efetivo no ano de 2003 com 483 animais. Os intervalos de gerações por passagem gamética foram: $7,7 \pm 3,4$ (Pai-Filho), $7,8 \pm 3,7$ (Pai-Filha), $6,9 \pm 3,3$ (Mãe-Filho), $6,8 \pm 3,1$ anos (Mãe-Filha) e intervalo médio de $7,3 \pm 3,4$ anos, valores altos e próximos aos observados no rebanho nacional. Ocorreu maior crescimento do coeficiente de endogamia da segunda para a quarta geração, aumentando de 0,38 para 1,04%, contudo, a média de endogamia para animais endogâmicos diminuiu de 16,60 para 6,94% da segunda para a quinta geração. A população estudada possui coeficientes de herdabilidades de moderada magnitude e os ganhos genéticos para as características estudadas podem ser superiores aos estimados pelas tendências genéticas. A redução do intervalo de geração, aumento do tamanho efetivo e a continuação do controle dos acasalamentos de animais aparentados são estratégias importantes para o progresso genético da raça na região. Contatou-se melhoria crescente no ambiente para os bovinos na fase pré-desmama, contudo, as condições ambientais para os animais na pós-desmama pioraram a partir dos anos 90. A melhoria das condições ambientais para os bovinos na fase pós-desmama é imprescindível para o progresso fenotípico dos animais nas características pesos aos 365 e 550 dias de idade.

Palavras-chave: endogamia, tamanho efetivo, ganho genético, intervalo de geração

* Orientador: Carlos Henrique Mendes Malhado, *D.Sc.*, UESB e Co-orientador: Paulo Luiz Souza Carneiro, *D.Sc.*, UESB

ABSTRACT

CAIRES, D.N. **The Tabapuã in Northeast Brazil: Population Structure and Genetic Progress.** Itapetinga-BA: UESB, 2010. 51p. (Dissertation – Master in Animal Science, Area of Concentration in Ruminants Production)*

The objective was to evaluate the history of Tabapuã animals in northeastern Brazil, through the determination of its population structure and the quantification of genetic progress, phenotypic and environmental progress in developmental characteristics of weight. Information was collected from pedigree animals born in the period 1965 to 2006 data and adjusted weights at 205, 365 and 550 days of age of cattle raised on pasture and born from 1975 to 2006, assigned by the Brazilian Association of Zebu Breeders (ABCZ). To study the genetic progress were estimated (co) variance and prediction of breeding values using the MTDFREML program. Estimates of genetic trends, phenotypic and environmental information was obtained by linear regression weighted average of the dependent variable (genetic values, weights and observed solution of contemporary groups) on the birth year of the animal. In the study of population structure, we obtained the effective population size through the number of adult males and females ready to mate. We used the ENDOG program for pedigree analysis and parameter estimation based on the probability of gene origin, inbreeding and average generation interval. The estimates of heritability for direct genetic effects were 0.21 ± 0.03 , 0.26 ± 0.04 and 0.36 ± 0.05 for P205, P365 and P550, respectively. The genetic trends of direct effect (linear regression) were significant ($p < 0.001$) and equal to 0.051, 0.125 and 0.204 kg / year to P205, P365 and P550, respectively, indicating that genetic progress for growth characteristics. The phenotypic trend was significant for P205 ($P < 0.001$), with a value of 0.772 kg / year, and not significant ($P > 0.05$) for P365 and P550. The environmental trend (linear regression) was significant ($P < 0.001$) for P205 and P365 and P550 features were significant ($P < 0.001$) for quadratic regression. The effective size was small during the first 20 years studied, after this period there was great variation, noting greater effective size in 2003 with 483 animals. The intervals of generations by crossing gametes were: 7.7 ± 3.4 (Father-Son), 7.8 ± 3.7 (Father-Daughter), 6.9 ± 3.3 (Mother-Son), $6, 8 \pm 3.1$ years (Mother-Daughter), and average interval of 7.3 ± 3.4 years, and high values close to those observed in the national herd. There was further growth of the inbreeding coefficient from second to fourth generation, increasing from 0.38 to 1.04%, however, the average inbreeding coefficient for inbred animals decreased from 16.60 to 6.94% from second to fifth generation . The population has moderate heritability coefficients and the magnitude of genetic gain for these traits should be higher than those estimated by genetic tendencies. The reduction of generation interval, increasing the effective size and the continued control of the mating of related animals are important strategies for the genetic progress of the race in the region. It was noted improvement in the environment for growing cattle in the pre-weaning, however, environmental conditions for animals in post-weaning worsened since the '90s. An improved environmental condition for cattle in the post-weaning is essential for progress in the phenotypic characteristics of animals' weights at 365 and 550 days old.

Key-words: inbreeding, effective size, genetic gain, generation interval

*Adviser:, Carlos Henrique Mendes Malhado D.Sc., UESB e Co-advises: Paulo Luiz Souza Carneiro D.Sc., UESB

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Herdabilidades direta (h^2_a) e materna (h^2_m) para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em animais da raça Tabapuã.....	19
Tabela 2 - Estimativas das tendências genéticas (direta e materna) para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade, em zebuínos.....	20
Tabela 3 - Valores médios de intervalos de gerações para algumas raças zebuínas.....	22
Tabela 4 - Estatísticas descritivas para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil.....	28
Tabela 5 - Estimativas dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil.....	29
Tabela 6 - Intervalos de gerações das quatro passagens gaméticas e intervalos médios de geração para animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil.....	39
Tabela 7 - Valores dos coeficientes de endogamia e média de F para animais endogâmicos da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tendência genética para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006.....	31
Figura 2. Tendência genética para a característica P365 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006.....	32
Figura 3. Tendência genética para a característica P550 em bovinos da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006.....	33
Figura 4. Tendência genética para o efeito materno para as características P205, P365 e P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006.....	34
Figura 5. Tendência fenotípica para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006.....	35
Figura 6. Tendências fenotípicas para as características P365 e P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006.....	36
Figura 7. Tendência ambiental para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006.....	37
Figura 8. Tendência ambiental para as características P265 e P365 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006.....	38
Figura 9. Número de animais nascidos da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1970 a 2006.....	39
Figura 10. Tamanho efetivo em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1976 a 2006	40

LISTA DE SÍMBOLOS

CV	Coeficiente de variação
ΔF	Aumento da endogamia
F	Coeficiente de endogamia
F_t	Coeficiente médio de endogamia
F_{t-1}	Coeficiente médio de endogamia estimado na geração anterior
F_{it}	Coeficiente médio de endogamia na população
F_{st}	Coeficiente médio de endogamia esperado
F_{is}	Desvio da casualidade
f_e	Número efetivo de fundadores
f_a	Número efetivo de ancestrais
GC	Grupo de Contemporâneos
h^2_a	Herdabilidade direta
h^2_m	Herdabilidade materna
N_e	Tamanho efetivo
Nf	Número de fêmeas
Nm	Número de machos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. A raça Tabapuã.....	16
2.2. Componentes de (co) variância e Parâmetros Genéticos.....	16
2.3. Tendências Genéticas, Fenotípicas e Ambientais.....	19
2.4. Estrutura Populacional.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Origem dos dados.....	25
3.2. Estudo do Progresso Genético.....	25
3.3. Estudo da Estrutura Populacional.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Estatística Descritiva.....	28
4.2. Componentes de (co) variância e Parâmetros Genéticos.....	28
4.3. Tendências Genéticas, Fenotípicas e Ambientais.....	30
4.3.1. Tendências Genéticas.....	30
4.3.2. Tendências Fenotípicas.....	34
4.3.3. Tendências Ambientais.....	36
4.4. Estrutura Populacional.....	38
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos comercial de bovinos do mundo. O efetivo encontra-se disperso por todo o Território Nacional, embora haja maior concentração na Região Centro-Oeste do País (34,2%), seguido da Região Norte (19,9%), Região Sudeste (19,0%), Região Nordeste (13,5%) e, por último, a Região Sul (13,2%), (IBGE, 2006).

A estrutura de produção de carne no Brasil envolve raças e composições genéticas de rebanhos diferentes. Na região Nordeste, a pecuária de corte é caracterizada pela exploração extensiva de animais zebuínos puros ou mestiços, por apresentarem características de resistência e tolerância às condições edafoclimáticas da região e grande capacidade de adaptação às condições de produção a pasto. Entretanto, os índices produtivos ainda são baixos devido à falta de planejamento adequado, adoção e transferência de tecnologias e, principalmente, à falta programas de melhoramento genético mais abrangentes (MALHADO et al., 2005a).

O patrimônio genético constitui-se na mais importante ferramenta do melhoramento animal disponível aos melhoristas e criadores que desejam promover aumento da eficiência de produção de gado de corte, pois a sua utilização é, sem dúvida, o recurso de mais baixo custo à disposição (CONCEIÇÃO, 2005). Para que as melhorias genéticas sejam alcançadas nos rebanhos, é indispensável o conhecimento das características a serem melhoradas, do ganho genético provável a ser promovido pelos reprodutores, além de alguns parâmetros genéticos e populacionais.

A eficiência dos programas de seleção adotados depende da identificação e da utilização de material geneticamente superior para as características em questão, sendo necessário que o programa seja periodicamente avaliado para verificar sua eficiência. Esse monitoramento pode ser feito por meio da avaliação da mudança genética ao longo do tempo, visando não só verificar o progresso genético alcançado, mas também realizar os ajustes necessários (EUCLIDES FILHO et al., 2000).

Em busca da viabilidade dos programas de melhoramento genético, é imprescindível que se conheçam os diferentes fatores que interferem potencialmente na seleção e no progresso genético, como por exemplo, o tamanho efetivo, o intervalo de gerações e a variabilidade genética (MALHADO et al., 2008a). Contudo, atenção especial deve ser dada à estrutura das populações sob seleção para preservar a variabilidade e possibilitar maiores respostas à seleção.

A utilização de informações contidas nos pedigrees exerce grande importância para os estudos das estruturas populacionais, por apresentarem vantagens como baixo custo e

simplicidade de obtenção, quando comparada às outras técnicas, como o uso de marcadores moleculares (CARNEIRO et al., 2009).

O conhecimento da evolução genética de uma população tem importância não só para realizar os ajustes que se fizerem necessário nos programas de melhoramento, mas também para se avaliar os resultados obtidos. Além disso, o estudo da estrutura populacional indicará as decisões a serem tomadas nos diferentes rebanhos e servirá como elemento norteador de ações futuras nos programas de melhoramento genético.

Assim, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar a inter-relação da estrutura populacional com o progresso genético das características de desenvolvimento ponderal dos zebuínos da raça Tabapuã, criados no Nordeste do Brasil, e como objetivos específicos:

- ✓ Estimar os parâmetros genéticos para os pesos ajustados aos 205, 365, e 550 dias de idade;
- ✓ Estimar as tendências genéticas (direta e materna), fenotípicas e ambientais para as características citadas;
- ✓ Quantificar o número de animais nascidos por ano;
- ✓ Quantificar o número de reprodutores, o número de matrizes e o tamanho efetivo por ano;
- ✓ Estimar o intervalo médio de gerações das quatro passagens gaméticas (pai-filho, pai-filha, mãe-filho e mãe-filha);
- ✓ Estimar a endogamia média e o número de animais endogâmicos;
- ✓ Calcular o número efetivo de animais fundadores e o número efetivo de ancestrais;
- ✓ Calcular a endogamia esperada pelo uso desbalanceado dos fundadores;
- ✓ Relacionar o tamanho efetivo e a endogamia com o progresso genético;
- ✓ Calcular as estatísticas F de Wright (F_{it} , F_{st} e F_{is}).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A raça Tabapuã

O Tabapuã é um zebuíno geneticamente formado com a característica mocha, que tem sua origem na fazenda Água Milagrosa, município de Tabapuã, no estado de São Paulo. Os trabalhos de seleção iniciaram-se em 1940, quando o animal fundador da raça foi presenteado, ainda bezerro, à família Ortemblad, sendo este oriundo de um lote bastante heterogêneo de zebus mestiços, de filiação totalmente desconhecida (AZEVEDO, 1983).

Com alguns traços da raça Nelore e Guzerá, este animal destacou-se pela total ausência de chifres, além de outras características zootécnicas desejáveis. Para formação da raça, o criador então selecionou algumas matrizes de tipo semelhante no seu rebanho para serem acasaladas com o reprodutor, que recebeu o nome de Tabapuã (EGITO, 2007).

Entre 1940 e 1960, vários criadores já selecionavam zebus mochos e de tipo semelhante, o que pode ter contribuído para a variabilidade no padrão racial, com alguns animais apresentando fenótipo mais próximo do Nelore e outros do padrão Tabapuã propriamente dito (AZEVEDO, 1983).

Nos últimos anos, por meio de trabalhos de seleção, a raça adquiriu um biótipo de animal de corte bastante desejável, apresentando atualmente características exigidas pela indústria frigorífica. Outras características importantes nos zebuínos também foram aprimoradas na raça, como a precocidade, a fertilidade, a habilidade materna e o temperamento. Entretanto, por ser uma raça relativamente nova em relação às outras raças zebuínas, a maior dificuldade encontrada pelo Tabapuã, em termos de melhoramento genético, continua sendo o reduzido número de animais, principalmente, como opções de cruzamento (ABCZ, 2008).

2.2 Componentes de (Co) Variância e Parâmetros Genéticos

O conhecimento do comportamento dos componentes de variância ao longo da trajetória do crescimento de um animal, bem como as mudanças na variação de acordo com a idade, é de grande importância para o melhoramento genético animal, pois com essas informações é 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).

As avaliações dos componentes de (co) variância para características de crescimento, em geral, são obtidas considerando-se os pesos em idades padrão (peso ao nascimento, à desmama, ao sobreano) ou os ganhos de peso entre duas idades (DIAS et al., 2005). Por meio dos componentes de variância, é possível estimar os parâmetros genéticos, importantes na predição do mérito genético dos indivíduos, das respostas direta e correlacionada à seleção, e na definição do método de seleção mais apropriado.

As medidas dos pesos corporais são uma das principais fontes de informações para avaliação genética de animais de corte, por representarem importantes etapas do crescimento. Como forma de padronizar as análises, os programas de melhoramento estabelecem determinadas idades, às quais os pesos são ajustados antes de serem avaliados, denominadas de idades-padrão, que são adotadas segundo princípios biológicos ou meramente cronológicos (SAKAGUTI et al., 2003). Geralmente, as características referentes aos pesos a desmama, ao ano e ao sobreano são muito utilizadas como critérios de seleção em Programas de Melhoramento Genético de Bovinos de Corte no Brasil, devido às suas importâncias para a eficiência dos setores produtivos.

A identificação de animais geneticamente superiores, por meio das avaliações genéticas, depende da definição das características para o aumento da produtividade, bem como da disponibilidade de parâmetros genéticos para essas características. Na prática, a identificação dos genótipos superiores é particularmente difícil, pois o mérito genético de um animal não é mensurável diretamente, é predito mediante outras informações, como as medidas das características (fenótipos) e as informações sobre sua genealogia (BIFFANI et al., 2000).

Para a formação do fenótipo de um animal, quando se trata de mamíferos, a contribuição materna é superior à paterna, pois além da transmissão dos efeitos genéticos aditivos, elas proporcionam aos filhos o ambiente materno (habilidade materna), fundamental para seu crescimento (FERRAZ FILHO, 2001).

O desenvolvimento de um animal depende do seu próprio genótipo, do genótipo da sua mãe e dos efeitos de ambiente. De acordo com Oliveira (2006), existem duas formas de expressão gênica: a expressão dos genes do próprio indivíduo, no qual o caráter é medido (efeito genético direto) e a outra, que é a expressão dos genes da mãe do indivíduo para habilidade materna (efeito genético materno). A habilidade materna é a capacidade da mãe em promover determinado ambiente à sua progênie, durante a gestação e na fase de aleitamento, contudo, conforme relatado por Biffani et al. (1999), em animais da raça Nelore, a influência da mãe também pode afetar o peso do bezerro até a idade de um ano.

O conhecimento do sentido e da magnitude da correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos é de suma importância em programas efetivos de melhoramento. Para Conceição (2005), quando a correlação entre esses efeitos for nula ou positiva, a seleção dos animais, com base no peso a desmama, pode não apresentar problemas, entretanto, se a correlação for negativa, o progresso genético poderá ser comprometido.

Resultados negativos tem sido encontrados para a estimativa da correlação genética entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno, conforme Marcondes et al. (2000) em animais da raça Nelore; Cardoso et al. (2001), na raça Angus; Pimenta Filho et al. (2001) e Souza et al. (2004), na raça Guzerá. Embora sejam comuns na literatura valores negativos para a correlação entre esses efeitos, Maniatis e Pollott (2003) e Magnabosco et al. (1996) acreditam ser impossível, biologicamente, ocorrer tal processo, sendo os valores negativos associados à estrutura deficiente de dados.

A herdabilidade de um caráter em uma população é o parâmetro genético de maior importância para a determinação da estratégia a ser usada em seu melhoramento (FALCONER e MACKAY, 1996), pois mede a capacidade de transmissão desse caráter à sua progênie, além de indicar quanto da diferença existente no desempenho de uma característica é devido aos fatores genéticos ou ambientais.

As estimativas de herdabilidade podem variar de acordo com a composição genética da população, das condições do ambiente e de época para época. Seus valores variam de 0,0 a 1,0 ou de 0 a 100%. Quando a herdabilidade for de 0 a 0,20, pode ser considerada baixa; de 0,20 a 0,40 média, e acima de 0,40, alta. Valores baixos de herdabilidade significam que grande parte da variação da característica é devido às diferenças ambientais entre os indivíduos, e valores altos significam que as diferenças genéticas entre indivíduos são responsáveis pela variação da característica avaliada, além de indicar alta correlação entre o valor genético e o valor fenotípico do animal.

Na Tabela 1, encontram-se valores de herdabilidades direta e materna para as características peso aos 205, 365 e 550 dias de idade, relatados por diversos autores para a raça Tabapuã.

Tabela 1. Herdabilidades direta (h_a^2) e materna (h_m^2) para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em animais da raça Tabapuã

Característica	h_a^2	h_m^2	Autor/Ano
P205	0,16	0,10	Ferraz Filho et al., 2002a
	0,14	0,06	Guimarães et al., 2003
	0,20	0,17	Ribeiro et al., 2007
P365	0,17	0,03	Ferraz Filho et al., 2002a
	0,12	0,08	Guimarães et al., 2003
	0,21	0,06	Ribeiro et al., 2007
P550	0,13	0,03	Ferraz Filho et al., 2002a
	0,20	---	Guimarães et al., 2003
	0,17	0,01	Ribeiro et al., 2007

2.3 Tendências Genéticas, Fenotípicas e Ambientais

A implantação de programas de melhoramento genético é fundamental para que ocorram melhorias nas características produtivas nos rebanho, contudo, é necessário o acompanhamento dos resultados obtidos pela seleção, a fim de buscar alternativas capazes de aperfeiçoar os ganhos genéticos.

O estudo da tendência genética é uma forma de realizar esse acompanhamento, por ser uma medida que permite avaliar a mudança ocasionada por um processo de seleção para determinadas características ao longo dos anos (HOLANDA et al., 2004), ao mesmo tempo, indica os acertos e desacertos dos métodos de seleção adotados e fornece subsídios para a continuidade ou não das estratégias de seleção.

A estimativa da tendência genética é, então, a melhor maneira de se observar o progresso genético, visto que a melhoria no desempenho ponderal não significa, obrigatoriamente, melhoria genética (ZOLLINGER e NIELSEN, 1984; EUCLIDES FILHO et al., 1997). Para Smith (1984), o ganho genético anual deve ser de 1 a 3% da média da população, e, quanto mais o valor for próximo de 3%, maior é a eficácia do programa de seleção adotado. No entanto, esses valores são “teóricos” e oscilam bastante, quando se trata da prática.

Na Tabela 2, encontram-se valores de ganhos genéticos anuais para as características peso a desmama, ao ano e sobreano, de acordo com diversos autores em diferentes raças.

É essencial que as melhorias genéticas sejam acompanhadas de evolução fenotípica, pois o progresso fenotípico de uma população tende a alcançar um limite, e isso ocorrerá quando o animal estiver respondendo dentro de sua capacidade genética máxima às melhorias

ambientais adotadas, e a partir deste ponto, se não houver progresso genético, não ocorrerá progresso fenotípico (FERNANDES et al., 2002).

Tabela 2. Estimativas das tendências genéticas (direta e materna) para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade, em zebuínos

Autor/Ano	Raça	Período	Características	Genética direta (kg/ano)	Genética materna (kg/ano)
Ferraz Filho et al., 2002a	Tabapuã	1959 – 1996	P205	0,1341	0,0192
			P365	0,2068	-0,0107
			P550	0,2758	-0,0222
Mucari e Oliveira, 2003	Guzerá	1978 – 1997	P205	0,155	-
			P365	-	-
			P550	0,345	-
Mello et al., 2002	Canchim	1953 – 1996	P205	1,336	0,106
			P365	1,619	0,042
			P550	-	-
Malhado et al., 2008b	Nelore	1970 – 2006	P205	0,049	0,005
			P365	0,038	-
			P550	0,068	-
Carneiro et al., 2009	Indubrasil	1976 – 2006	P205	-0,028	-
			P365	-0,030	-
			P550	-0,025	-
Santos, 2009	Guzerá	1976-2007	P205	0,0094	-0,0013
			P365	0,0214	-
			P550	0,0255	-

O acompanhamento da mudança fenotípica de uma população permite observar se os programas de seleção e a melhoria ambiental, impostas pelos criadores, tem sido favoráveis à produção ao longo do tempo (MALHADO et al., 2007). Dessa forma, para que o animal possa expressar o seu potencial genético, este deve está exposto às boas condições de ambiente. Assim, justifica-se o conhecimento não só das tendências genéticas como também a avaliação do ambiente, visto que o ambiente influencia diretamente a expressão do fenótipo dos indivíduos.

Resultados indicando baixos progressos fenotípicos são comuns, principalmente, quando estimados para rebanhos criados em ambientes distintos, submetidos aos mais diversos sistemas de produção, como é o caso do gado de corte no Brasil. Malhado et al. (2008b), estudando rebanhos Nelore, no período de 1970 a 2006, verificaram valores para as tendências fenotípicas das características P205, P365 e P550 iguais a 1,40; 1,65 e 2,11 kg/ano, respectivamente. Carneiro et al. (2009), estudando animais da raça Indubrasil, durante o período

de 1976 a 2006, verificaram valores de 0,50; 0,32 e 0,69 kg/ano, para as mesmas características, respectivamente.

Contudo, pouco são os estudos referentes às tendências fenotípicas e, principalmente, às ambientais, sendo maior ênfase dada à tendência genética. As tendências ambientais permitem verificar o progresso devido aos efeitos de ambiente, auxiliando os produtores quanto à melhoria ambiental que os animais estão expostos. Santos (2009), ao estudar animais da raça Guzerá, relataram valores para tendências fenotípicas iguais a 1,658; 2,082 e 3,336 kg/ano nas características P205, P365 e P550, e valores de 1,628; 2,017 e 3,223 kg/ano para as tendências ambientais, para as mesmas características, respectivamente.

2.4. Estrutura Populacional

O estudo da estrutura de uma população permite o conhecimento da sua evolução genética, além de auxiliar na avaliação do programa de seleção adotado. Para Malhado et al. (2008b), a inter-relação da estrutura populacional com o progresso genético pode servir para nortear ações futuras, que permitirão o desenvolvimento de estratégias para o progresso genético de uma raça em determinada região.

Diversos estudos com raças zebuínas tem evidenciado progressos genéticos nas características de desenvolvimento ponderal no Brasil (OLIVEIRA et al., 1995; EUCLIDES FILHO et al., 2000; FERRAZ FILHO et al., 2002a) e, particularmente, no Nordeste (MALHADO et al., 2005a; MALHADO et al., 2005b; SANTOS et al., 2007). Alguns autores (MALHADO et al., 2008a; MALHADO et al., 2008b; MALHADO et al., 2009; CARNEIRO et al., 2009) tem abordado a inter-relação do progresso genético com o estudo da estrutura populacional, como forma de avaliar o histórico genético das populações.

O estudo do número de animais nascidos por ano indica o progresso dos rebanhos, bem como o interesse ou desinteresse dos produtores pela raça estudada.

O intervalo de gerações indica o tempo necessário para que os genes sejam passados dos pais para os filhos. A otimização do intervalo médio de gerações é de fundamental importância em programas de melhoramento genético, pois intervalos muito grandes diminuem o ganho genético anual quanto às características selecionadas, o que leva a menor retorno econômico do programa (FARIA et al., 2001). A utilização de reprodutores por tempo limitado é uma alternativa para a redução do intervalo de gerações.

São quatro as passagens gaméticas (Pai-Filho, Pai-Filha, Mãe-Filho, Mãe-Filha) para calcular o intervalo de gerações. A média dessas passagens gaméticas constitui o intervalo de gerações médio.

Vercesi Filho et al. (2002a) relataram intervalo de gerações para as quatro passagens gaméticas de 7,14 (Pai-Filho), 7,25 (Pai-Filha), 7,20 (Mãe-Filho), 7,09 anos (Mãe-Filha) e intervalo de gerações médio de 7,46 anos, ao estudarem a estrutura populacional da raça Tabapuã no Brasil, entre os anos de 1971 a 1998. Na tabela 3, encontram-se valores médios de intervalos de gerações para zebuínos relatados por diversos autores.

Tabela 3. Valores médios de intervalos de gerações para algumas raças zebuínas

Raça	Período	Média (anos)	Autor/Ano
Gir Mocho	1976-1998	7,18	Faria et al., 2001
Nelore Mocho	1979-1998	7,09	Faria et al., 2002
Indubrasil	1938-1998	7,46	Vercesi Filho et al., 2002b
Nelore	1964-2006	8,70	Malhado et al., 2009
Indubrasil	1976-2006	7,23	Carneiro et al., 2009
Guzerá	1976-2006	7,90	Santos, 2009

O tamanho efetivo (N_e) é definido como o tamanho ideal de uma população, na qual os animais que se acasalam contribuem igualmente para o aumento da endogamia na próxima geração.

O conceito de tamanho efetivo é extremamente importante na descrição de populações em programas de melhoramento, devido às suas relações com endogamia e variação genética (FARIA et al., 2001), sendo essa relação totalmente inversa com a endogamia, pois quanto maior o tamanho efetivo, menor o coeficiente de endogamia entre os animais da população. O tamanho efetivo pode ser obtido através do número de machos e fêmeas aptos a se acasalarem, contudo, o número de animais em idade reprodutiva em uma população, geralmente, é maior que o número de animais que realmente contribuem geneticamente para a próxima geração (LAAT, 2001).

Goddard e Smith (1990) sugeriram que o tamanho efetivo mínimo seja de 40 animais por geração para maximizar o retorno econômico, enquanto Meuwissen e Woolliams (1994) recomendaram valores entre 30 a 250 para prevenir decréscimo no valor adaptativo, e Frankham (1995) propôs um tamanho efetivo de 500 animais por geração para manutenção do potencial evolutivo indefinidamente. Contudo, para a prevenção da depressão endogâmica, que é a redução da performance em animais endogâmicos, Frankham (1995) presume que o tamanho efetivo de 50 animais seja suficiente.

Valor baixo de N_e foi observado por Vercesi Filho et al. (2002a), ao avaliar a estrutura populacional do rebanho Tabapuã, registrado no Brasil. Esses autores encontraram, para o último período avaliado (1994-1998), tamanho efetivo (N_e) de 55 animais e consideraram esse valor como de risco para a raça, e intermediário entre os valores encontrados para as demais raças zebuínas criadas no Brasil. Em estudo com a raça Indubrasil, Vercesi Filho et al., (2002b) relataram tamanho efetivo de 42, no período 1994-1998.

O coeficiente de endogamia depende do tamanho efetivo (N_e) da população e, quanto menor for o tamanho da população, em gerações anteriores, maior será o número de ancestrais comuns e maior será o coeficiente de endogamia (BREDA et al., 2004). Esses parâmetros populacionais, tamanho efetivo e coeficiente de endogamia são fundamentais para definir se há ou não situação de risco em uma população.

A endogamia pode ser definida como o acasalamento de indivíduos mais aparentados entre si do que o parentesco médio esperado, se eles fossem escolhidos ao acaso na população. Falconer e Mackay (1996) descreveram os efeitos da endogamia sobre a composição genética das populações, que consistiram em decréscimo no número de indivíduos heterozigotos, redistribuições da variabilidade genética, aumento da chance de aparecimento de genes recessivos de efeitos deletérios e de perdas de genes por flutuações na frequência gênica, além de influenciar negativamente o desempenho populacional médio em características de interesse econômico. Pode também causar redução na capacidade adaptativa das raças, diminuindo a capacidade de responder às adversidades de ambiente em gerações futuras.

O coeficiente de endogamia, denotado por F , é a probabilidade de um indivíduo ter genes idênticos por descendência, oriundo de seus ancestrais comuns. Vercesi Filho et al. (2002a), estudando animais da raça Tabapuã, relataram aumento do coeficiente médio de endogamia, no decorrer dos anos, passando de 0,15% no primeiro período (1979-1983) para 1,6% no quarto período (1994-1998). Para os autores, este fato talvez possa ser resultado do início do registro genealógico oficial em 1971, com a população fundadora pequena, o que contribuiu para o incremento da endogamia na população.

Em estudo com a raça Nelore na Bahia, Malhado et al. (2008b) também constataram aumento do coeficiente médio de endogamia, de 0,8 na segunda para 1,57% na sétima geração, contudo, a média de F para os animais endogâmicos diminuiu de 16,76%, na segunda geração, para 3,85% na sétima. De acordo com os autores, esses resultados evidenciaram que a endogamia nesses rebanhos foi baixa, devido ao aumento do tamanho efetivo nos últimos períodos.

Para Silva et al. (2001), a falta de programas de acasalamento eficiente e o fato de se trabalhar com rebanhos fechados tem sido fatores determinantes no avanço contínuo do nível de endogamia e do número de animais endogâmicos.

Outros parâmetros importantes no estudo da estrutura das populações são o número efetivo de fundadores e o número efetivo de ancestrais. A preservação da diversidade genética, desde os fundadores até a população atual, pode ser medida pelo balanço da contribuição dos fundadores, por meio do seu número efetivo, que representa o número de animais com igual contribuição que produziria a mesma variabilidade genética encontrada na população estudada (LACY, 1989).

O número efetivo de ancestrais representa o número mínimo de animais (fundadores ou não), necessário para explicar a completa diversidade genética da população sob estudo, e esse parâmetro complementa a informação oferecida pelo número efetivo de fundadores, por considerar perdas de variabilidade genética produzidas pelo uso desbalanceado de indivíduos para reprodução, gerando o efeito “gargalo” (GUTIÉRREZ e GOYACHE, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Origem dos dados

Os dados utilizados para o presente estudo referem-se às informações de pedigree de bovinos da raça Tabapuã, criados na região Nordeste do Brasil, nascidos no período de 1965 a 2006. O banco de dados foi proveniente do controle de desenvolvimento ponderal da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). As características de crescimento avaliadas foram os pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade, de animais criados a pasto e nascidos a partir de 1975.

3.2 Estudo do Progresso Genético

Para estimar os parâmetros genéticos, formaram-se os grupos de contemporâneos (GC), considerando quatro épocas de nascimento: janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro. Os grupos de contemporâneos continham animais do mesmo sexo, fazenda, época e ano de nascimento, sendo excluídos das análises grupos com menos de quatro observações (Tabela 4).

As estimativas dos componentes de (co) variâncias e predição dos valores genéticos foram obtidas através da metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelos animais uni características, usando o aplicativo *Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995).

Os modelos utilizados para as três características incluíram os efeitos aleatórios genéticos (direto e materno), efeitos de ambiente permanente materno, a co-variável idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático), além do efeito fixo de grupo de contemporâneos, incluindo a (co) variância entre os efeitos genético direto e materno.

As estimativas das tendências genéticas, fenotípicas e ambientais, para as características avaliadas, foram obtidas pela regressão linear ponderada da média da variável dependente (valores genéticos, pesos observados e solução dos grupos de contemporâneos) sobre o ano de nascimento do animal, utilizando o software SAS (2000).

3.3 Estudo da Estrutura Populacional

Para a análise do pedigree e estimação dos parâmetros, baseados na probabilidade de origem do gene e intervalo médio de gerações, foi utilizado o programa ENDOG (GUTIÉRREZ e GOYACHE, 2005).

O tamanho efetivo da população (N_e) foi estimado por ano, através do número de machos e fêmeas adultos, aptos a se acasalarem, conforme a equação a seguir:

$$N_e = \frac{(4Nm \times Nf)}{(Nm + Nf)}, \text{ em que } Nm \text{ e } Nf \text{ são, respectivamente, o número de machos e fêmeas}$$

usados na reprodução.

O aumento da endogamia (ΔF) foi calculado através da clássica fórmula:

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}}, \text{ onde o } F_t \text{ é o coeficiente médio de endogamia, estimado na geração atual; e}$$

F_{t-1} é o coeficiente médio de endogamia estimado na geração anterior.

O intervalo médio de gerações foi calculado por meio das quatro passagens gaméticas: pai-filho, pai-filha, mãe-filho e mãe-filha.

O número efetivo de fundadores, que representa o número de animais com igual contribuição que produziria a mesma variabilidade genética encontrada na população estudada, foi calculado para avaliar a concentração de animais e genes originais, segundo a fórmula

(BOICHARD et al., 1997): $fe = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2}$ em que, q^k é a probabilidade do gene originar-se

do fundador k .

O número efetivo de ancestrais representa o número mínimo de animais (fundadores ou não) necessário para explicar a diversidade genética total da população estudada (GUTIÉRREZ e GOYACHE, 2005), o qual é calculado de maneira semelhante ao número efetivo de

fundadores: $f_a = \frac{1}{\sum_{j=1}^a q_j^2}$ em que, q_j é a contribuição marginal de um ancestral j (não

necessariamente fundador), ou seja, a contribuição genética de ancestral que não é explicada por um ancestral escolhido anteriormente.

As estatísticas de F (F_{it} , F_{st} e F_{is}) de Wright (1978) também foram obtidas por meio do software ENDOG (GUTIÉRREZ e GOYACHE, 2005). O F_{it} representa o coeficiente médio de endogamia da população; F_{st} designa o coeficiente médio de endogamia esperado, estimado em populações hipotéticas, produzidas pelo acasalamento ao acaso dos pais, dentro de cada período; e F_{is} expressa o desvio da casualidade obtida nos acasalamentos atuais. Se o F_{is} for

maior que zero, então a endogamia real ultrapassa o nível esperado sob acasalamentos ao acaso, indicando que os acasalamentos estão acontecendo entre animais mais aparentados do que a média e, conseqüentemente, a população estará dividida em subpopulações. Se o F_{is} for menor que zero, evita-se a endogamia ou predomina o acasalamento entre subpopulações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística Descritiva

A Tabela 4 apresenta o número de observações, média, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimo, máximo e número de animais por grupo de contemporâneos, para as características P205, P365 e P550 em animais da raça Tabapuã.

Tabela 4. Estatísticas descritivas para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade, em bovinos Tabapuã na região Nordeste do Brasil

Características	Nº de Observações	Média (kg)	Desvio Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo	Nº de animais por GC
P205	17.267	173,84	29,61	17,03	70,00	307,00	1.119
P365	11.861	232,88	42,64	18,31	101,00	447,00	1.054
P550	9.898	302,27	59,56	19,70	104,00	500,00	995

CV = Coeficiente de Variação; GC = Grupo de Contemporâneo

As médias dos pesos obtidas nesse estudo, para as três características avaliadas, estão acima das médias observadas por Ferraz Filho et al. (2002a) e Ferraz Filho et al. (2002b) que, analisando a raça Tabapuã em diferentes regiões do Brasil, relataram médias de 170,30; 222,40 e 286,45 kg, e 169,82; 222,28 e 286,66 kg, para P205, P365 e P550, respectivamente. Guimarães et al., 2003, estudando a mesma raça na região pecuária Oeste de São Paulo - Paraná, observaram médias iguais a 170,35; 219,49 e 282,97 kg para as mesmas características, respectivamente.

A variação entre as médias de peso em uma mesma raça pode ser resultante da variação genética, manejo alimentar, reprodutivo e sanitário, adotado em cada região e fazenda, além dos programas de seleção e melhoramento genético adotados. As médias observadas neste trabalho demonstram que houve um bom desempenho dos animais avaliados, mesmo com as peculiaridades edafoclimáticas da região Nordeste.

4.2 Componentes de (Co) Variância e Parâmetros Genéticos

A Tabela 5 apresenta os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para as características P205, P365 e P550 de animais da raça Tabapuã na região Nordeste.

As estimativas da variância genética aditiva direta foram aumentando, de acordo com a idade, contudo, efeito contrário ocorreu para as estimativas da variância genética aditiva materna, evidenciando maior influência da mãe para o peso aos 205 dias de idade. Esse mesmo efeito foi verificado por Ribeiro et al. (2007) na raça Tabapuã.

Os componentes de variância genética aditiva direta encontrados são superiores aos valores obtidos por Ferraz Filho et al. (2002a), que estimaram valores de 67,24; 121,94 e 225,06; e Ribeiro et al. (2007), com valores de 63,17; 93,46 e 150,30, para P205, P365 e P550, respectivamente, ambos em animais da raça Tabapuã. Santos (2009) relatou variâncias de 51,45; 175,40 e 321,87, para as mesmas características, em animais da raça Guzerá.

A variabilidade genética aditiva existente pode ser explorada com expectativa de êxito, principalmente, para a característica peso aos 550 dias de idade, fase em que a contribuição desse efeito foi maior.

Tabela 5. Estimativas dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para os pesos ajustados aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil

Características	σ_a^2	σ_m^2	σ_{am}	σ_{ep}^2	σ_e^2	σ_p^2	h_a^2	h_m^2	r_{Gam}
P205	104,89	66,90	-16,28	35,04	313,93	504,49	0,21	0,13	-0,19
P365	227,55	47,08	20,44	56,78	534,66	886,51	0,26	0,05	0,20
P550	558,33	32,89	7,62	43,47	903,34	1545,66	0,36	0,02	0,06

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_m^2 = variância genética aditiva materna; σ_{am} = covariância genética entre os efeitos aditivos direto e materno; σ_{ep}^2 = variância de ambiente permanente materno; σ_e^2 = variância residual; σ_p^2 = variância fenotípica; h_a^2 = herdabilidade direta; h_m^2 = herdabilidade materna; r_{Gam} = correlação genética entre os efeitos aditivos direto e materno

O coeficiente de herdabilidade é a fração da variância fenotípica, que é atribuída às diferenças entre os genótipos dos indivíduos de uma população. Os valores dos coeficientes de herdabilidade e erros padrão para os efeitos genéticos diretos foram $0,21 \pm 0,03$; $0,26 \pm 0,04$ e $0,36 \pm 0,05$ para P205, P365 e P550, respectivamente. Essas estimativas são consideradas de moderada magnitude, sendo um indicativo de que a seleção poderá ser eficiente e proporcionará progresso genético ao longo dos anos, principalmente, para a característica peso aos 550 dias de idade.

Diversos trabalhos com bovinos de diferentes raças relataram valores médios da herdabilidade direta para P205: Lôbo et al. (2000) (0,30); Giannotti et al. (2005) (0,23) e Lira et al. (2008) (0,28). Valores semelhantes aos obtidos nesse estudo foram encontrados por Jacinto et al. (2005) e Ribeiro et al. (2007), ambos relataram estimativa de 0,20, em animais da raça

Tabapuã. Entretanto, resultados inferiores foram relatados por Ferraz Filho et al. (2002a) (0,16); Campêlo et al. (2004) (0,15) e Guimarães et al. (2003) (0,14), em animais da referida raça.

Para a característica P365, a estimativa da herdabilidade direta (0,26) se assemelha ao valor apresentado por Ferraz Filho et al. (2004) (0,27) em bovinos da raça Tabapuã, e Pimenta Filho et al. (2001) (0,26) na raça Guzerá. Contudo, Ferraz Filho et al. (2002a) e Guimarães et al. (2003) encontraram resultados inferiores (0,17 e 0,12, respectivamente) para a raça Tabapuã.

A maior estimativa da herdabilidade direta (0,36) foi estimada para a característica P550. Valor igual a este foi encontrado por Van Melis et al. (2003), em animais da raça Nelore. Na raça Tabapuã, resultados inferiores foram relatados por Ferraz Filho et al. (2002a) (0,13) e Guimarães et al. (2003) (0,20).

Os valores estimados para os coeficientes de herdabilidade materna foram baixo nas três características avaliadas (Tabela 5), o que sugere pouca influência materna e maior dificuldade de ganho genético por meio da seleção para o efeito materno, principalmente, nas características P365 e P550. Maior valor de herdabilidade materna foi observado na característica P205, diminuindo nas idades subsequentes, resultado que confirma a maior importância do efeito materno no período pré-desmama. Desta forma, maior resposta à seleção para habilidade materna é esperada se a seleção for realizada aos 205 dias de idade.

Valores próximos aos encontrados nesse estudo foram mencionados na raça Tabapuã por Ribeiro et al. (2007), que relataram valores de 0,17; 0,06 e 0,01, e Ferraz Filho et al. (2002a), que estimaram 0,10; 0,03 e 0,03, para as características P205, P365 e P550, respectivamente. Para os autores deste último trabalho, os resultados obtidos indicam que os efeitos maternos tiveram influência sobre o peso a desmama, mas pouco efeito sobre os pesos pós-desmama.

As correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno, observadas neste estudo, foram iguais a $-0,19 \pm 0,12$ (P205); $0,20 \pm 0,23$ (P365) e $0,06 \pm 0,31$ (P550). Mesmo apresentando alto erro padrão, os valores das estimativas foram muito baixos, provavelmente, esse fato é devido à utilização de dados provenientes de várias gerações. Estudos relativamente comuns na literatura descrevem altas e negativas correlações entre estes efeitos, conforme verificado por Pimenta Filho et al. (2001); Ribeiro et al. (2001); Sarmiento et al. (2003) e Souza et al. (2007).

4.3 Tendências Genéticas, Fenotípicas e Ambientais

4.3.1 Tendências Genéticas

O estudo das tendências genéticas permite avaliar a eficiência da seleção praticada e acompanhar o progresso genético obtido pelo rebanho no decorrer dos anos.

Para a característica P205, a tendência genética (regressão linear) de efeito direto foi significativa ($P < 0,001$) e igual a 0,051 kg/ano (Figura 1), que equivale a um ganho de 2,04 kg durante os 40 anos avaliados. Em termos de mudança genética anual, representa incremento de 0,03% na média do peso a desmama por ano. Essa tendência foi inferior à encontrada por Ferraz Filho et al. (2002a), que verificaram ganho genético direto de 0,134 kg/ano em bovinos Tabapuã em todo o Brasil. Alguns autores verificaram tendências positivas em outras raças zebuínas: Mello et al. (2002), 1,336 kg/ano para a raça Canchim; Malhado et al. (2008b), 0,049 kg/ano para a raça Nelore; e Santos (2009), 0,0094 kg/ano na raça Guzará.

Tendências genéticas próximas de zero, e até mesmo negativas, não são incomuns na literatura, principalmente, quando são resultantes de avaliações conduzidas utilizando-se dados provenientes de rebanhos comerciais, cujos critérios de seleção não são bem definidos, e, principalmente, não são uniformes (EUCLIDES FILHO et al., 2000). Resultados negativos de tendências genéticas para o efeito direto, na característica P205, foram observados em animais da raça Nelore por Holanda et al. (2004) (-0,016 kg/ano) e Malhado et al. (2005b) (-0,07 kg/ano).

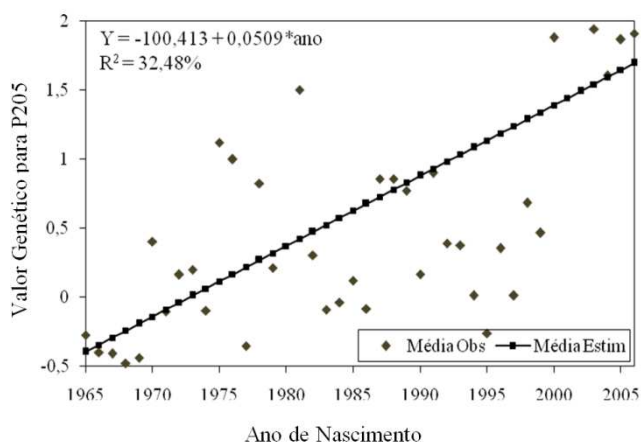


Figura 1. Tendência genética para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006

Na característica P365, a tendência genética direta (regressão linear) foi significativa ($P < 0,001$) e igual a 0,125 kg/ano (Figura 2), equivalente a um ganho de 5,0 kg durante o

período estudado. Em termos de mudança genética anual, este resultado representa um aumento de 0,05% na média da população.

Ferraz Filho et al. (2002a), estudando a mesma raça, constataram ganho superior (0,21 kg/ano). Em trabalhos realizados com outras raças zebuínas, também foram relatados resultados positivos: Mello et al. (2002) (1,62 kg/ano); Malhado et al. (2008b) (0,04 kg/ano); Santos (2009) (0,021 kg/ano).

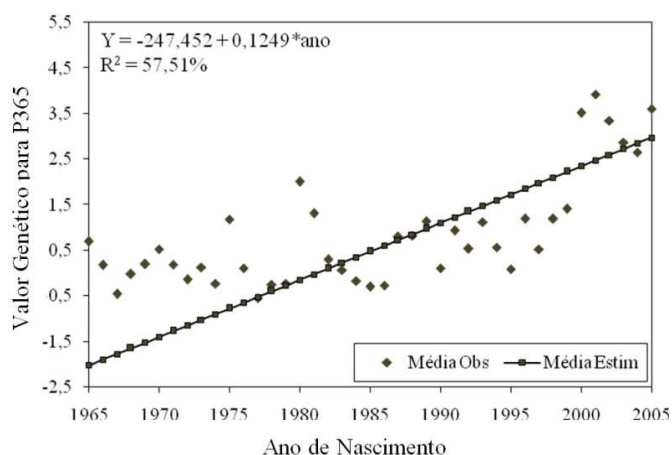


Figura 2. Tendência genética para a característica P365 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006

A tendência genética direta (regressão linear) para P550 também foi significativa ($P < 0,001$) com valor estimado de 0,204 kg/ano (Figura 3), representando um incremento de 8,16 kg durante os 40 anos estudados. Em se tratando de mudança genética anual, corresponde a um aumento de 0,07% na média da população. Resultado pouco superior foi encontrado por Mucari e Oliveira (2003), que verificaram um ganho genético direto anual de 0,340 kg/ano para a raça Guzerá.

Para a raça Tabapuã, Ferraz Filho et al. (2002a) observaram ganho genético anual (0,275 kg/ano) próximo ao obtido neste estudo. Apesar de significativo, esses ganhos estão abaixo do desejável, talvez em decorrência da pouca intensidade de seleção aplicada em alguns rebanhos. De acordo com esses autores, técnicas modernas de avaliação genética e esforço contínuo de seleção devem ser usadas pelos criadores e melhoristas com a finalidade de obterem maiores ganhos genéticos em bovinos da raça.

Os resultados obtidos neste trabalho, mesmo que em pequenas magnitudes, demonstram tendências genéticas positivas para as características estudadas, indicando que houve progresso genético para as características de crescimento na raça Tabapuã da região Nordeste, durante o

período avaliado (40 anos), principalmente, para a característica peso aos 550 dias de idade (P550). Contudo, os ganhos genéticos anuais, verificados para as três características avaliadas, encontram-se bem abaixo do limite proposto por Smith (1984), de 1 a 3% da média da população para a taxa anual de mudança genética, embora esses valores sejam teóricos e oscilem bastante, quando se trata da prática.

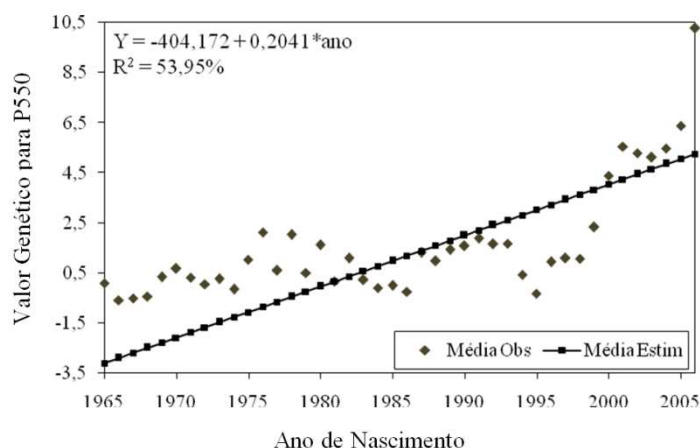


Figura 3. Tendência genética para a característica P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006

Admitindo-se uma intensidade de seleção de 1,24, isto é, retenção de 5% dos machos e 75% das fêmeas, as herdabilidades diretas (tabela 5), desvios-padrão fenotípicos (tabela 4) e o intervalo médio de gerações dos rebanhos (7,3 anos), seria possível obter progressos genéticos anuais ($\Delta G = (i \times h^2 \times \sigma_p) / i_g$) da ordem de 1,06; 1,88 e 3,64 kg/ano, o que corresponderia a 0,61; 0,81 e 1,20% da média da população para P205, P365 e P550, respectivamente. No entanto, se o intervalo de geração fosse reduzido pela metade, os possíveis ganhos genéticos por ano seriam duplicados.

As tendências genéticas para os efeitos maternos (regressão linear) não foram significativas ($P > 0,05$) nas características P205 (-0,012 kg/ano), P365 (0,022 kg/ano) e P550 (0,011 kg/ano) (Figura 4), indicando a inexistência de seleção para habilidade materna no rebanho estudado.

Em estudo com a raça Tabapuã no Brasil, Ferraz Filho et al. (2002a) verificaram tendências maternas significativas ($P < 0,001$) para as mesmas características avaliadas, encontrando baixo valor para P205 (0,019 kg/ano) e tendências negativas para P365 (-0,01 kg/ano) e P550 (-0,02 kg/ano). Para esses autores, as estimativas de tendências genéticas para o

efeito materno, nulas ou negativas, devem-se à correlação negativa entre os efeitos direto e materno, pois aumentando-se o efeito direto, conseqüentemente, diminuirá o efeito materno.

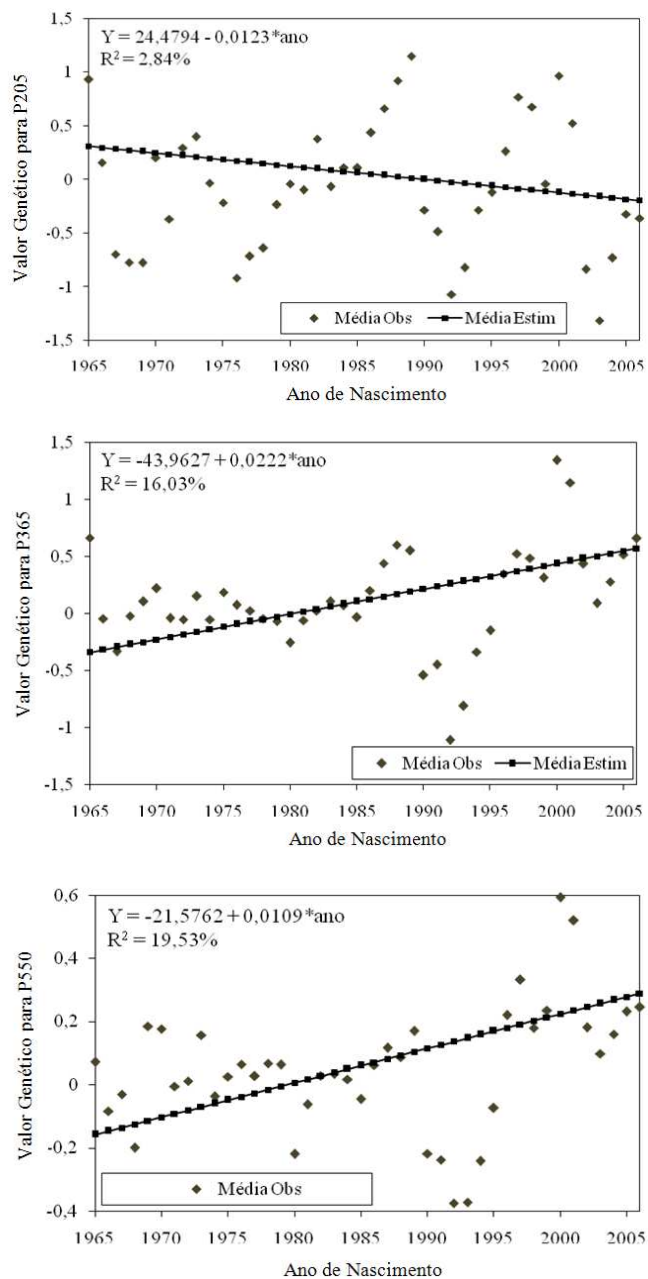


Figura 4. Tendência genética para o efeito materno para as características P205, P365 e P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 2006

4.3.2 Tendências Fenotípicas

O estudo das tendências fenotípicas tem como principal objetivo o monitoramento do progresso fenotípico, avaliando conjuntamente a atuação dos programas de seleção e a melhoria das condições ambientais sobre as características analisadas ao longo dos anos.

A tendência fenotípica (regressão linear) para o peso aos 205 dias de idade (P205) foi significativa ($P < 0,001$) e igual a 0,772 kg/ano (Figura 7), que corresponde a um incremento de 23,93 kg na característica, durante o período analisado. Houve ganho considerável para a característica, no decorrer dos anos, no entanto, esse progresso é devido quase que totalmente à melhoria nas condições de meio ambiente a que estes animais estão submetidos, uma vez que a contribuição genética observada nessa característica foi mínima.

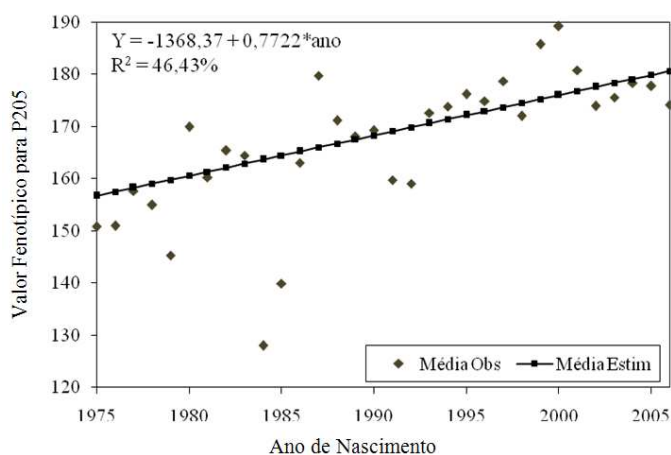


Figura 5. Tendência fenotípica para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006

Para as características P365 e P550, as tendências fenotípicas (regressão linear) não foram significativas ($P > 0,05$) (Figuras 6). Contudo, verificaram-se tendências genéticas significativas para essas características, assim, existe a possibilidade de que os indivíduos não estão em condições ambientais favoráveis o suficiente para que possam expressar o seu potencial genético.

Em estudo com a raça Guzerá, no período de 1980 a 2005, Santos (2009) verificou mudanças fenotípicas iguais a 1,658; 2,082 e 3,336 kg/ano para P205, P365 e P550, respectivamente. Valores de 1,40, 1,65 e 2,11 kg/ano foram relatados por Malhado et al. (2008b), para as mesmas características, respectivamente, em animais da raça Nelore, durante o período de 1970 a 2006. Para estes autores, o progresso obtido nas características com o

decorrer dos anos é atribuído às melhorias nas condições ambientais, pois a contribuição genética durante esse período, apesar de positiva, foi baixa.

Carneiro et al. (2009), em estudo com animais da raça Indubrasil no Nordeste, durante o período de 1976 a 2006, relataram resultado pouco inferior para a tendência fenotípica na característica P205 (0,500 kg/ano). De acordo com os autores, esse resultado demonstra melhoria ao longo dos anos na característica P205, e os produtores estão conseguindo ganhos fenotípicos anuais significativos até a desmama, sendo esse progresso atribuído ao ambiente, já que a tendência genética obtida foi negativa. Neste mesmo trabalho, os autores também verificaram tendências fenotípicas não significativas para as características P365 e P550.

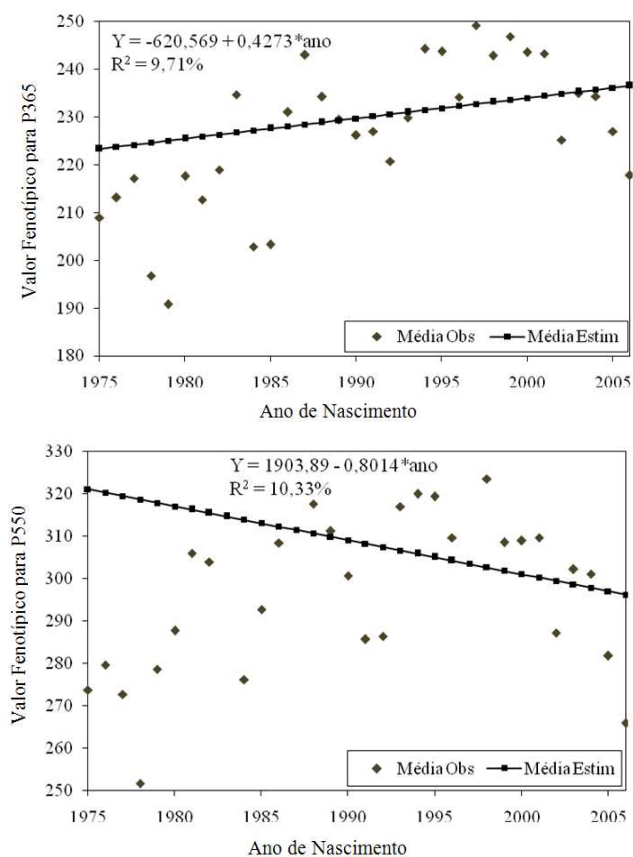


Figura 6. Tendência fenotípica para as características P365 e P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006

4.3.3 Tendências Ambientais

O conhecimento das tendências ambientais permite verificar o progresso obtido ao longo dos anos, devido aos efeitos de ambiente, direcionando os produtores quanto às condições ambientais a que os animais estão expostos.

Para a característica P205, a tendência ambiental, obtida pela regressão linear, foi significativa ($P < 0,001$) e estimada em 0,725 kg/ano, que equivale a um ganho de 22,47 kg, durante todo o período estudado. Nessa característica, verificou-se que houve progresso genético e fenotípico, indicando que, juntamente ao melhoramento genético, houve também melhora de ambiente.

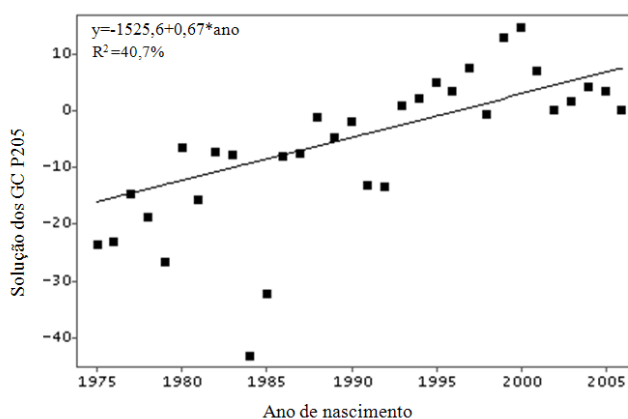


Figura 7. Tendência ambiental para a característica P205 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006

Já para as características P365 e P550, as tendências ambientais (regressão linear) não foram significativas ($P > 0,05$). Contudo, conforme se observa na Figura 8, essas características apresentaram tendências significativas ($P < 0,001$) para regressão quadrática, mostrando que, na característica P365, houve ganhos até meados dos anos 90, e a partir desse período ocorreu uma mudança ambiental que desfavoreceu os ganhos.

Para a característica P550, houve ganhos até o início dos anos 90, logo após, observou-se tendências negativas, indicando que, nos últimos anos, não foram observadas melhoria do ambiente de criação dos animais na fase pós-desmama.

Os resultados para as tendências ambientais corroboram aos encontrados para as tendências fenotípicas, nas características P365 e P550, que não se mostraram significativas para a regressão linear. Por outro lado, o ganho fenotípico, ao longo dos anos, na característica peso aos 205 dias de idade (P205), é devido, principalmente ao progresso ambiental, pois o ganho genético observado na característica, apesar de significativo, foi baixo (0,051 kg/ano).

Assim, se não houver seleção para a característica nos próximos anos, a fim de proporcionar maiores ganhos genéticos, o progresso fenotípico nesta característica poderá atingir seu limite.

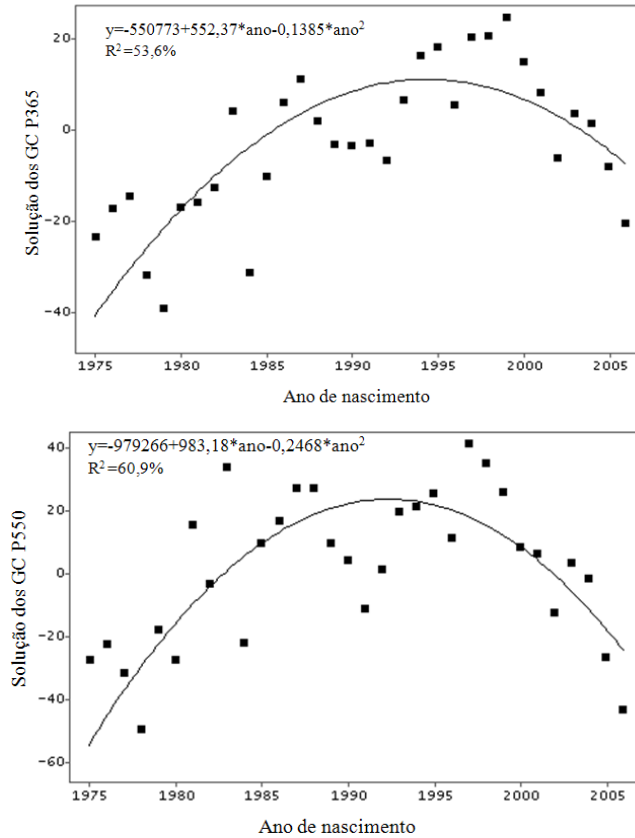


Figura 8. Tendência ambiental para as características P365 e P550 em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil, no período de 1975 a 2006

4.4 Estrutura Populacional

A Figura 9 apresenta a evolução do número de animais da raça Tabapuã, registrados no Nordeste ao longo dos anos. Durante a primeira década (1970 a 1980), houve um aumento pouco expressivo do número de animais da raça. Nos primeiros anos seguintes, o número de animais diminuiu, atingindo um total de 504 animais em 1983. Contudo, depois deste ano, o número de animais nascidos aumentou novamente até 1989. Durante 11 anos, houve períodos intercalados de ascensão e declínio do número de animais. A partir de 2001, houve um aumento expressivo até 2005, ano em que ocorreu o auge da raça, com um total de 2.466 animais registrados na região Nordeste. Depois desse ano, o número de nascimentos diminuiu, chegando a 1.781 nascimentos registrados em 2006.

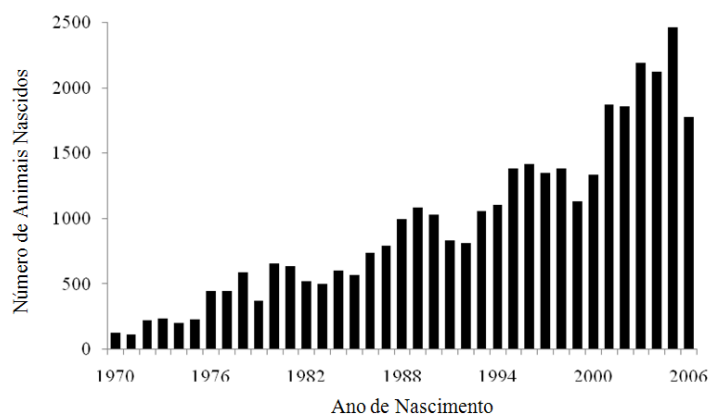


Figura 9. Número de animais nascidos da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil no período de 1970 a 2006.

Os valores médios encontrados para os intervalos de gerações por passagem gamética dos animais da raça Tabapuã, no Nordeste, estão apresentados na tabela 6. Os resultados encontrados foram iguais a $7,7 \pm 3,4$ (Pai-filho); $7,8 \pm 3,7$ (Pai-filha); $6,9 \pm 3,3$ (Mãe-filho) e $6,8 \pm 3,1$ anos (Mãe-filha), sendo o intervalo médio de gerações de $7,3 \pm 3,4$ anos. Esses valores são altos e próximos aos observados nos rebanhos nacionais. Vercesi Filho et al. (2002a), avaliando a estrutura populacional da raça Tabapuã, observaram intervalos de 7,1 (Pai-filho); 7,2 (Pai-filha); 7,2 (Mãe-filho) e 7,0 (Mãe-filha), com média de 7,2 anos.

Tabela 6. Intervalos de gerações das quatro passagens gaméticas e intervalos médios de geração para animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil

Passagens Gaméticas	Nº de Observações	Intervalos (anos)	Desvio-Padrão (anos)
Pai-filho	209	7,7	3,4
Pai-filha	3.966	7,8	3,7
Mãe-filho	209	6,9	3,3
Mãe-filha	3.965	6,8	3,1
Total	8.349	7,3	3,4

Resultados superiores foram relatados para o intervalo Mãe-filho e Mãe-filha, conforme verificaram Carneiro et al. (2009) e Santos (2009), que estimaram médias de 7,6 e 7,8; 7,5 e 7,9 anos, em animais das raças Indubrasil e Guzerá, respectivamente. Já Malhado et al. (2008b) calcularam intervalos de gerações superiores para as passagens gaméticas Pai-filho e Pai-filha, 9,1 e 9,0 anos, estudando animais da raça Nelore.

O intervalo médio de gerações é um parâmetro populacional essencial em programas de seleção, por afetar diretamente o ganho genético anual para as características selecionadas. A

redução dos intervalos de gerações é possível, e uma alternativa é a utilização de jovens touros avaliados, principalmente, para diminuir os intervalos pai-filho e pai-filha (MALHADO et al., 2008b).

Na Figura 10, encontram-se representados o número de fêmeas, o número de machos e o tamanho efetivo (N_e) de animais da raça Tabapuã no Nordeste, no período de 1970 a 2006. Por quase 20 anos, houve crescimento pouco expressivo do tamanho efetivo. A partir de 1988, ocorreu um aumento significativo do N_e , chegando a 279 animais em 1989. Após esse período, verificou-se grande variação do tamanho efetivo, passando por um período mais estável até 2003, quando se observou o maior N_e no período estudado, 483 animais.

Para a raça Tabapuã, Vercesi Filho et al. (2002a) encontraram N_e de 55 animais no período de 1994-1998. Carneiro et al. (2009) relataram tamanho efetivo de 26 animais para a raça Indubrasil, no último período avaliado (1998-2000), considerando este valor como de risco de extinção da raça no Nordeste.

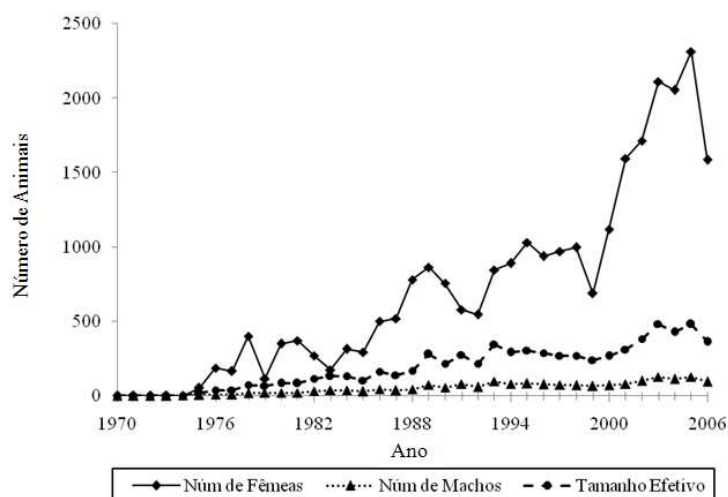


Figura 10. Tamanho efetivo em animais da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil no período de 1970 a 2006

Em alguns trabalhos com zebuínos, no Brasil, foram encontrados valores para o tamanho efetivo nos últimos períodos avaliados de: $N_e = 70$ animas na raça Gir Mocho (FARIA et al., 2001); $N_e = 124$ na raça Nelore Mocho (FARIA et al., 2002) e $N_e = 469$ na raça Nelore (MALHADO et al., 2008b).

O tamanho efetivo é um parâmetro que resume a magnitude da deriva genética e a probabilidade da ocorrência de aumento da endogamia que ocorre numa população (POGGIAN,

2008), e a sua determinação permite avaliar a diversidade genética, cuja quantificação é importante para a conservação genética em uma população ou espécie.

Muitos pesquisadores tentaram definir o tamanho efetivo ideal em uma população. Assim, Goddard e Smith (1990) sugeriram tamanho efetivo mínimo de 40 animais por geração 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, e Frankham (1995) sugeriu um tamanho efetivo de 500 animais para manutenção do potencial evolutivo, ressaltando que para a prevenção de depressão endogâmica, um tamanho efetivo de 50 animais é suficiente.

Em populações com pequenos tamanhos efetivos, os resultados da seleção podem ser influenciados pela oscilação genética e podem resultar em grandes variações nos ganhos genéticos (CARNEIRO et al., 2006).

As maiores médias dos valores genéticos nas três características estudadas (Figura 1, 2 e 3) foram observadas a partir do ano 2000, período em que foram constatados os maiores tamanhos efetivos. De acordo com Malhado et al. (2008a), o aumento dos ganhos genéticos dependem da redução do intervalo de gerações, do aumento do tamanho efetivo, do uso de reprodutores avaliados e do controle dos acasalamentos de animais aparentados.

Os valores dos coeficientes médios de endogamia, porcentagem de animais endogâmicos e média de F para os animais endogâmicos estão apresentados na Tabela 7. Houve maior crescimento do coeficiente de endogamia da segunda para a quarta geração, aumentando de 0,38 para 1,04%. A porcentagem de animais endogâmicos também apresentou considerável crescimento até a quarta geração. Contudo, a média de F para animais endogâmicos diminuiu de 16,60 para 7,14% da segunda para a sexta geração, evidenciando que tem sido evitados os acasalamentos entre parentes próximos.

Tabela 7. Valores dos coeficientes de endogamia e média de F para animais endogâmicos da raça Tabapuã na região Nordeste do Brasil

Geração	Nº de Animais	Coefficiente Médio de Endogamia (%)	Animais Endogâmicos (%)	Média de F para animais endogâmicos (%)
1	12.421	0,00	-	-
2	5.901	0,38	2,27	16,60
3	4.304	0,45	5,41	8,29
4	2.516	1,04	14,35	7,25
5	1.754	0,99	14,25	6,94
6	182	0,82	11,54	7,14

De acordo com Reis Filho (2006), o fato de serem conhecidas mais gerações completas de um indivíduo aumenta a possibilidade de um ancestral importante aparecer diversas vezes no pedigree, e isso justifica o aumento da porcentagem de indivíduos endogâmicos com o decorrer das gerações.

Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram encontrados por Santos (2009) que, ao estudar a raça Guzerá, relatou que houve aumento do coeficiente de endogamia médio de 0,17% na segunda geração para 2,06% na sétima, e diminuição da média de F de 15,66 para 6,75%, durante o mesmo período. Para o autor, apesar do aumento do coeficiente de endogamia, os resultados são satisfatórios e pouco influenciaram as características avaliadas.

O principal efeito genético da endogamia é aumentar a probabilidade de homozigose, às vezes, aumentando a frequência de genótipos deletérios recessivos, que podem causar a redução do desempenho fenotípico, não apenas em características de importância econômica, mas principalmente, em características relacionadas à viabilidade dos animais (POGGIAN, 2008). Para Queiroz et al. (2000), o efeito mais pronunciado da endogamia ocorre nas características mais dependentes de ação gênica não-aditiva, principalmente, as associadas à reprodução e à adaptação.

A população-referência, definida como aquela em que os animais apresentam ambos os pais conhecidos, continha 26.780 animais, sendo que 9.061 animais apresentavam um ou ambos os pais desconhecidos. O número efetivo de fundadores (f_e) foi equivalente a 164 animais, e o incremento esperado de endogamia, causado pela contribuição desbalanceada dos fundadores foi de 0,17%. A contribuição genética dos 10, 20, 50 e 91 ancestrais (fundadores ou não) mais influentes explicou, na mesma ordem, 19,7; 28,33; 42,12 e 50% da variabilidade genética de toda população.

Os resultados encontrados indicam que poucos animais explicam grande parte da variabilidade genética da população estudada. Na raça Tabapuã, Vercesi Filho et al. (2002a) relataram valor equivalente ao obtido neste estudo. Estes autores verificaram que 50 animais responderam por 42,6% da variabilidade genética no último período avaliado (1994-1998). Carneiro et al. (2009), estudando a raça Indubrasil, relataram valor bem superior, em que 50% da variabilidade da população foi explicada por 225 ancestrais (fundadores ou não). Já Malhado et al. (2008a) descreveram um número de 414 ancestrais para explicar essa mesma variabilidade, em estudo com a raça Nelore no estado da Bahia.

As estimativas das estatísticas F de Wright (1978), observadas neste trabalho, foram: $F_{it} = 0,0004$; $F_{st} = 0,0128$ e $F_{is} = -0,0129$. O valor baixo e negativo do F_{is} , que mede o desvio da casualidade nos acasalamentos, indica pequeno predomínio de acasalamentos entre

subpopulações, o que contribui para reduzir a endogamia. Para Malhado et al. (2008b), o valor negativo de F_{is} pode estar associado à utilização de inseminação artificial e à troca de reprodutores, práticas importantes para o melhoramento genético de uma raça e a conectabilidade entre os rebanhos. Carneiro et al. (2009) verificaram valor semelhante (0,0185) para a estatística F_{st} , e constataram que esse baixo valor indica ausência de estruturação da população.

5. CONCLUSÕES

Os coeficientes de herdabilidades permitem ganhos genéticos superiores aos estimados pelas tendências genéticas.

As tendências genéticas obtidas comprovam o progresso genético nas características avaliadas, principalmente, para a característica peso aos 550 dias de idade.

Houve ganho fenotípico considerável até o período da desmama. Constatou-se melhoria crescente no ambiente nessa fase, contudo, as condições ambientais para os animais na pós-desmama pioraram a partir dos anos 90.

A melhoria das condições ambientais para os bovinos na pós-desmama é imprescindível para o progresso fenotípico dos animais nas características pesos aos 365 e 550 dias de idade.

O intervalo de geração encontrado foi alto. A redução do intervalo de geração, aumento do tamanho efetivo e a continuidade do controle dos acasalamentos de animais aparentados são estratégias importantes para o progresso genético da raça na região.

O estudo conjunto do progresso genético com a estrutura populacional permite aos criadores e melhoristas buscar estratégias que venham aumentar a eficiência produtiva da raça Tabapuã na região Nordeste.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU – ABCZ. Especial raças zebuínas – Tabapuã – Salto de qualidade. Revista ABCZ, Nº 47, 2008. Brasil 2008. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/htm>> 2009. Acesso: 20/10/2009.

AZEVÊDO, P. C. N. **Efeitos genéticos e ambientes em características ponderais de bovinos do rebanho mocho da raça Tabapuã (Fazenda Água Milagrosa)**. 1983. 188f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 1983.

BIFFANI, S.; MARTINS 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**, v.28, p.468-473, 1999.

BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B.;GIORGETTI, A.; BOZZI, R. Tendência genética e intervalo de gerações de bovinos nelore criados no Nordeste Brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.31, 2000.

BOICHARD, C.; MAIGNEL, L.; VERRIER, E. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. **Genet. Sel. Evol.**, v.29, p.5-23, 1997.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. A manual for use of MTDFREML; a set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. Lincoln: **Department of Agriculture, Agricultural Research Service**, 1995.120p.

BREDA, F.C.; EUCLYDES, R.F.; PEREIRA, R.A.T.; CARNEIRO, P.L.S.; SARMENTO, J.L.R.; TORRES FILHO, R.A.; MOITA, A.K.F. Endogamia e limite de seleção em populações selecionadas obtidas por simulação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2017-2025, 2004 (Supl. 2).

CAMPÊLO, J. E. G.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A.; SILVA, L. O. C.; EUCLYDES, R. F.; ARAÚJO, C. V.; PEREIRA, C. S. Maternal effects on the genetic evaluation of Tabapuã beef cattle. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 4, p. 517-521, 2004.

CARDOSO, F.F.; CARDELINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (Co)variância e parâmetros genéticos para caracteres produtivos à desmama de bezerros Angus criados no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 (1), p.41-48, 2001.

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**, v.38, n.12, p.2327-2334, 2009.

CONCEIÇÃO, F.M. **Fatores genéticos e ambientais que influenciam o peso à desmama, ao ano e sobreano em bovinos da raça Nelore Mocha, no Sudoeste de Mato Grosso do Sul.** 2005. 62f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS, 2005.

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.

EGITO, A.A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microssatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação.** 2007. 246f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2007.

EUCLIDES FILHO, K.; NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N. Tendência genética na raça Guzerá. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora-MG, 1997. **Anais...Juiz de Fora: SBZ**, 1997.

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.

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

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 (6S), p.1984-1988, 2001.

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

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 pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.635-640, 2002a.

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; ALENCAR, M.M. Herdabilidade e correlações genéticas, fenotípicas e ambientais para pesos em diferentes idades de bovinos da raça Tabapuã. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.1, p.65-69, 2002b.

FERRAZ FILHO, P. B.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; SOUZA, J. C.; ALENCAR, M. M. Alternative animal models to estimate heritabilities and genetic correlations between direct and maternal effects of pre and post weaning weights of Tabapuã cattle. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 12, n. 3, p. 119-125, 2004.

FERNANDES, H.D.; FERREIRA, G.B.B.; RORATO, P.R.N. Tendências e parâmetros genéticos para características pré-desmama em bovinos da raça Charolês criados no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 321-330, 2002 (suplemento).

FRANKHAM, R. Conservation genetics. **Annual Review of Genetics**, v.29, p.305-327, 1995.

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.

GUIMARÃES, L.B.; FERRAZ FILHO, P.B.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C. Aspectos genéticos e de ambiente sobre pesos pré e pós desmama em bovinos da raça Tabapuã na região pecuária Oeste São Paulo – Paraná. **Archives of Veterinary Science**, v.8, n.1, p. 1009-119, 2003.

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, p.172-176, 2005.

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

IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal. **Rebanho bovino brasileiro**: efetivo por unidade da federação 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>, Acesso em: 20 Set 2009.

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

LACY, R.C. Analysis of founder representation in pedigrees: founder equivalents and founder genome equivalents. **Zoo. Biol.**, v.8, p.111-123, 1989.

LAAT, D.M. **Contribuição genética de fundadores e ancestrais na raça Campolina**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2001.

LIRA, T. de; ROSA, E.M.; GARNERO, A. del V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.9, p.1-22, 2008.

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.

MAGNABOSCO, C. U., FAMULA, T.R., LÔBO, R.B et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996 Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, p.142-144.

MALHADO, C. H.M.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R. N. B.; FACO, 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.; AZEVEDO, D.M.M.R.; FACO, 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. Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.9, p.1163-1169, 2008b.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVÊDO, D.M.M.R. Histórico genético e populacional do rebanho Nelore puro de origem no sertão nordestino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.7, p.713-718, 2009.

MANIATIS, N. E POLLOTT, G. E. The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimated using an animal model with maternal effects. **Journal of Animal Science**. v. 81, p.101-108, 2003.

MARCONDES, C. R. et al. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 1, p. 83-89, 2000.

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

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.

MUCARI, T.B.; OLIVEIRA, J.A. de. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 34 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003 (Suplemento 1).

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

PIMENTA FILHO, E.C.; MARTINS, G.A.; SARMENTO, J.L.R.; RIBEIRO, M.N.; MARTINS FILHO, R. Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Guzerá, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1220-1223, 2001.

POGGIAN, C.F. **Variabilidade genética e endogamia na população Guzerá sob seleção para produção de leite**. 2008. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2008.

QUEIROZ, S.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; LANZONI, N.A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1014-1019, 2000.

REIS FILHO, J.C. **Endogamia na raça Gir**. 2006. 61f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C.; MARTINS, G.A.; SARMENTO, J.L.R.; MARTINS FILHO, R.M. Herdabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1224-1227, 2001.

RIBEIRO, S.H.A.; PEREIRA, J.C.C.; VERNEQUE, M.A.; BERGMAN, J.A.G.; MARQUES, F.S. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento na raça Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.473-480, 2007.

SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M. de A.; QUAAS, R.L.; MARTINS, E.N.; LOPES, P.S.; SILVA, L.O.C. da. Avaliação do crescimento de bovinos jovens da raça Tabapuã, por meio de análises de funções de covariâncias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.864-874, 2003.

SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.C.; RIBEIRO, M.N. et al. Efeitos ambientais e genéticos sobre ganho em peso diário de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.325-330, 2003.

SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; FILHO, R.M.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MACHADO, C.H.C. Tendência genética, fenotípica e ambiental para o peso ao desmame de bovinos da raça Indubrasil no estado da Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.9, n.1, p.18-24, 2007.

SANTOS, L.H. **Estrutura populacional e tendências genética e fenotípica da raça Guzerá criada no Nordeste do Brasil**. 2009. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.

SAS Institute, Statistical Analysis System user's guide, Versão 9.1. ed. Cary: SAS Institute, USA, 2000.

SILVA, M.V.G.B.; FERREIRA, W.J.; COBUCI, J.A.; GUARAGNA, G.P.; OLIVEIRA, P.R.P. Efeito da endogamia sobre características produtivas e reprodutivas de bovinos do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1236-1242, 2001.

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.

SOUZA, J.C.; CAMPOS, L.T.; FREITAS, J.A. et al. Parâmetros genéticos dos pesos ao nascer e aos 205 dias de idade em animais da raça Angus no Brasil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; SILVA, J.A.V.; FERRAS, J.B.S. Estimacão de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R^1 . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1624-1632, 2003.

VERCECI 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, n.6, p.609-617, 2002a.

VERCESI FILHO, A.E.; FARIA, F.J.C.; MADALENA, F.E. et al. Estrutura populacional do rebanho Indubrasil registrado no Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.10, p.86-92, 2002b.

WRIGHT, S. **Evolution and the genetics of populations**: Variability within and among natural populations. Chicago: University of Chicago Press, 1978. v.4, 590p.

ZOLLINGER, W.A.; NIELSEN, M.K.. An evaluation of bias in estimated breeding values for weaning weight in Angus beef cattle field records. I. Estimates of within herd genetic trend, 1984. **Journal of Animal Science**, 58: 545-549.