UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DANIELE CAMPOS CINTRA

Interação genótipos-ambientes e parâmetros de adaptabilidade
e estabilidade para características de crescimento em bovinos
de corte compostos no Brasil

Pirassununga

2007

DANIELE CAMPOS CINTRA

Interação genótipos-ambientes e parâmetros de adaptabilidade
e estabilidade para características de crescimento em bovinos
de corte compostos no Brasil

Dissertação apresentada à Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
USP, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de Mestre em
Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar de
Carvalho Balieiro

Pirassununga

2007

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

C575i	<p>Cintra, Daniele Campos</p> <p>Interação genótipos-ambientais e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para características de crescimento em bovinos de corte compostos no Brasil / Daniele Campos Cintra – Pirassununga, 2007. 57 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.</p> <p>Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar de Carvalho Balieiro.</p> <p>Unitermos: 1.Gado de corte composto 2. Interação genótipo-ambiente 3. Adaptabilidade 4. Estabilidade. I. Título.</p>
-------	--

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Silvio César, a minha mãe Maria Joana e a minha irmã Flávia, por todos os momentos de compreensão, paciência, carinho, amor e amizade, por estarem sempre me acompanhando, apoiando e incentivando em todos os momentos da minha vida.

Ao meu avô Silvio (*in memoriam*) e a minhas avós Christina e Maria Adolpho (*in memoriam*), que muito contribuíram para a minha formação e que tenho certeza que ainda me guiam.

Ao Juliano, por todos os momentos compartilhados e vividos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida.

Ao Prof. Dr. Júlio Cesar de Carvalho Balieiro, pelo aceite de orientação, confiança e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Joanir Pereira Eler e Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz, por terem confiado, acreditado e concedido a oportunidade de fazer parte deste grupo.

Ao Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão, por diversas coisas, principalmente pelo apoio e incentivo desde a graduação.

Aos companheiros do Grupo de Melhoramento Genético Animal (GMA), pela oportunidade de aprendizagem e amadurecimento pessoal e profissional.

Aos companheiros do Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento (LMMD) pela oportunidade de conhecer outra área de pesquisa.

Aos amigos queridos que tive o privilégio de compartilhar os momentos vividos, durante esta passagem da minha vida os meus mais sinceros agradecimentos.

Aos futuros zootecnistas e engenheiros de alimento aos quais convivi no alojamento, nas salas de aula... muito sucesso nesta jornada.

Ao meu pai, minha mãe, minha irmã, Gira, Marinho e a Deus por me dar o privilégio de fazer parte desta família.

Ao Marlon, Marry e Kika (*in memoriam*) por me ensinarem o quanto o amor pode ser incondicional.

Ao Juliano, por toda paciência, compreensão, carinho e incentivo durante todos estes anos.

A todos da minha família que muito torceram, apoiaram e compartilharam deste momento.

A Maria Teresa, pela grande amizade e apoio.

Aos professores e doutores que aceitaram compor a banca examinadora.

Enfim, agradeço a todos que de certa maneira contribuíram para minha formação e que comigo caminharam durante todos estes anos.

“Quanto mais aprendo, mais difícil é me conservar neutro.”

J.McPhee

"Tudo, aliás, é a ponta de um mistério, inclusive os fatos. Ou a ausência deles. Duvida?

Quando nada acontece há um milagre que não estamos vendo."

Guimarães Rosa

“Idéias não podem ser possuídas. Elas pertencem a quem quer que as compreenda.”

Sol. A. Witt

“O que nós fazemos nunca é compreendido, apenas louvado ou condenado.”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

CINTRA, D. C. Interação genótipos-ambientes e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para características de crescimento em bovinos de corte compostos no Brasil. Pirassununga, 2007. 57 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo

Dados de 111.101 pesos a desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), 50.860 pesos ajustados aos 390 dias (PES390) e 47.462 ganhos de peso até 185 dias após a desmama (GP185) foram analisados para avaliar a interação genótipos-ambientes e estimar parâmetros de adaptabilidade para sete combinações genotípicas de bovinos cruzados para corte, criados em três diferentes ambientes do Brasil. A interação genótipos-ambientes foi fonte de variação significativa ($P < 0,01$) para todas as características avaliadas. As decomposições das somas de quadrados das interações genótipos-ambientes, para cada variável estudada, foram realizadas pelo método de regressão. Foram verificados por meios dos coeficientes angulares que, para PES205, os animais de composição genotípica 7 foram considerados como de adaptabilidade ampla. Os genótipos 2, 3 e 6 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e as composições genotípicas 1, 4 e 5 foram classificadas como de adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis. Para PES390, os animais considerados como de adaptabilidade ampla foram os de composições genotípicas 1 e 3. Os de combinações genotípicas 2, 6 e 7 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e os genótipos 4 e 5 foram classificados como animais com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Para GP185, verificou-se que os animais considerados como de adaptabilidade ampla foram os de composição genotípica 4 e 5, enquanto que as combinações genotípicas 1, 2 e 3 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e as composições genotípicas 6 e 7 foram classificados como de adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis.

Palavras-chave: gado de corte composto, interação genótipo-ambiente, adaptabilidade, estabilidade

ABSTRACT

CINTRA, D. C. Genotype-environmental interactions and adaptability and stability parameters for growth traits in composite beef cattle in Brazil.

Data from 111,101 weaning weight adjusted to 205 days (WW), 50,860 yearling weight adjusted to 390 days (YW) and 47,462 weight gain from weaning to yearling (WG) were analyzed to evaluate the genotype-environmental interactions and estimate adaptability parameters for seven genotype combinations of crossbred beef cattle, raised in three environments of Brazil. The genotype-environmental interaction effect was significant ($P < 0.01$) for all traits analyzed. The sum of squares decompositions of genotype-environmental interactions, were accomplished by regression method for each trait analyzed. Were verified, through the slopes of the regression lines that, for WW, the animals considered as wide adaptability were genotype composition 7. The genotype compositions 2, 3 and 6 were considered of specific adaptability for favorable environments, and genotype compositions 1, 4 and 5 were classified as combinations with specific adaptability for unfavorable environments. For YW, the animals considered as wide adaptability were genotypes compositions 1 and 3. The genotype compositions 2, 6 and 7 were considered of specific adaptability for favorable environments and genotype compositions 4 and 5 were classified as combinations with specific adaptability for unfavorable environments. For WG, the animals with genotype composition 4 and 5 were considered as wide adaptability, while the genotype compositions 1, 2 and 3 were considered of specific adaptability for favorable environments and genotype compositions 6 and 7 were classified as combinations with specific adaptability for unfavorable environments.

Key words: composite beef cattle, genotype-environmental interaction, adaptability, stability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Esquema de formação dos animais compostos	23
Figura 2. Localização geográfica das fazendas e as divisões dos ambientes de acordo com a localização do sistema de produção	25
Figura 3. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica peso à desmama (PES205)	42
Figura 4. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390)	43
Figura 5. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185)	45
Figura 6. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica escores de musculabilidade (MUSC390)	47

LISTA DE TABELAS (CONTINUA)

	Página
Tabela 1. Códigos dos grupos genotípicos avaliados e critérios utilizados para classificar os animais em grupos genotípicos em função da composição racial do sistema NABC	24
Tabela 2. Descrição das fazendas, de acordo com as divisões dos ambientes e localização geográfica do sistema de produção	26
Tabela 3. Hipóteses estatísticas utilizadas para avaliação das combinações genotípicas nas análises conjuntas	30
Tabela 4. Números de observações (N), médias (MED), desvios padrão (DP), coeficientes de variação, mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características avaliadas	32
Tabela 5. Números de observações (N), médias (MED), desvios padrão (DP), coeficientes de variação, mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características avaliadas, dentro de cada ambiente	33
Tabela 6. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), indicando as principais fontes de variação	35
Tabela 7. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), indicando as principais fontes de variação	35
Tabela 8. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), indicando as principais fontes de variação	36
Tabela 9. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica escores de musculosidade (MUSC390), indicando as principais fontes de variação	37

LISTA DE TABELAS (CONTINUAÇÃO)

	Página
Tabela 10. Resumo da análise de variância conjunta para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) e peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) considerando a interação genótipos-ambientes	39
Tabela 11. Resumo da análise de variância conjunta para a característica ganho de peso até 165 dias pós desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUSC390), considerando a interação genótipos-ambientes	39
Tabela 12. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil	40
Tabela 13. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil	42
Tabela 14. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil	44
Tabela 15. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para escores de musculosidade (MUSC390) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil	46

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Desempenho fenotípico de animais cruzados para corte	13
2.2. Bases teóricas da interação genótipos-ambientes	17
2.3. Metodologias utilizadas para detecção da interação genótipos-ambientes	18
2.4. Impactos da interação genótipos-ambientes	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Origem dos dados	22
3.2. Animais avaliados	22
3.3. Ambientes avaliados	24
3.4. Dados analisados	27
3.5. Métodos de análises	27
3.5.1. Análises de variância individuais para cada ambiente avaliado	27
3.5.2. Análises de variância conjuntas considerando a interação genótipos-ambientes	29
3.5.3. Análises para obtenção dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade	30
4. RESULTADOS	32
4.1. Análises descritivas das características avaliadas	32
4.2. Análises de variância individuais para cada ambiente avaliado	34
4.3. Análises de variância conjuntas considerando a interação genótipos-ambientes	38
4.4. Análises para obtenção dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade	40
5. DISCUSSÃO	48
6. CONCLUSÕES	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. INTRODUÇÃO

O rebanho efetivo de bovinos no Brasil encontra-se com cerca de 207 milhões de cabeças segundo a FAO (2007). Este efetivo qualifica o Brasil como o maior rebanho comercial do mundo. Todavia, o volume comercializado foi de apenas 20,5 milhões de cabeças, o que corresponde a aproximadamente 10% do rebanho efetivo foram abatidos. O mercado interno consumiu aproximadamente 93%, sendo apenas 7% destinados ao mercado externo (FAO, 2007; ANUALPEC, 2006). Este panorama tem provocado mudanças de rumos nos conceitos e critérios de seleção de animais geneticamente superiores, os quais podem ser demonstrados pela preocupação por parte dos criadores em adotar e/ou participar de algum dos programas de melhoramento e avaliações genéticas de bovinos de corte no Brasil.

Atualmente, os principais programas de melhoramento genético de bovinos de corte, oficiais ou particulares, em andamento no Brasil estimam os componentes de (co)variância por máxima verossimilhança restrita (REML) em um modelo animal com predição dos valores genéticos, por meio de melhores preditores lineares não-viesados (BLUP). Nas avaliações genéticas, a pressuposição comumente assumida é a ausência de interação genótipo-ambiente. Em alguns estudos de características de desempenho, tem crescido a preocupação sobre respostas dos indivíduos em função dos diferentes ambientes em que são avaliados. Entretanto, poucos trabalhos têm abordado o assunto com animais cruzados, particularmente com bovinos de corte cruzados e sua relação com os diferentes ambientes a que estão submetidos.

Desta forma, o objetivo geral deste estudo é identificar e quantificar o impacto da interação genótipo-ambiente em bovinos de corte oriundos de cruzamentos, permitindo que sejam realizadas recomendações específicas para diferentes sistemas de produção, possibilitando aumentar o desfrute e, conseqüentemente, a lucratividade da atividade pecuária.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- (i) Avaliar o comportamento de grupos de combinações genotípicas de bovinos obtidos por cruzamento em cada ambiente, desconsiderando a interação genótipo-ambiente onde foram realizadas as mensurações;

- (ii) Avaliar o comportamento de grupos de combinações genotípicas de bovinos obtidos por cruzamento, considerando a interação genótipo-ambiente;
- (iii) Complementar a avaliação da interação genótipos-ambientes por meio de obtenção de estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para combinações genotípicas de bovinos cruzados, criados em diferentes ambientes do Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desempenho fenotípico de animais cruzados para corte

Diversos pesquisadores têm demonstrado a existência de diferenças fenotípicas significativas para várias características de desempenho de animais cruzados em relação aos puros, e também entre animais de diferentes combinações genotípicas. As diferenças são devidas principalmente ao fenômeno da heterose (vigor híbrido) e de complementaridade das raças envolvidas nos diversos cruzamentos relatados.

Kress, Doornbos e Anderson (1990), estudaram a performance de 264 fêmeas cruzadas Hereford, Angus e Simental, encontrando diferenças significativas ($P < 0,01$) para pesos ao nascimento (PN) e à desmama (PD) nos grupos de cruzamentos analisados. Os cruzamentos analisados foram: Hereford (HH), Angus-Hereford (1A1H), 25%Simental-75%Hereford (1S3H), 50%Simental-50%Hereford (1S1H) e 75%Simental-25%Hereford (3S1H). Os valores fenotípicos médios encontrados pelos autores para os respectivos cruzamentos foram 191,00; 205,00; 209,00; 228,00 e 228,00 kg para PD. Foram estimadas as porcentagens de heterose materna para peso do bezerro ao nascimento, 40 dias, 130 dias e à desmama e sendo relatados 6,30; 12,90; 9,00 e 7,60%, respectivamente.

McCarter, Buchanan e Frahm (1991), analisando 916 vacas cruzadas de Angus e Hereford com diferentes proporções de Brahman (0, 1/4 ou 1/2) em duas estações de partos (outono e primavera), relataram valores para peso à desmama (PD) estimativas que variaram de 218,00 a 245,00 kg.

Cundiff et al. (1992) avaliaram 172 animais oriundos de cruzamentos recíprocos e 156 vacas puras Hereford, Angus e Shorthorn. O efeito da heterose foi não-significativo ($P > 0,05$) para idade ao primeiro parto. Entretanto, vacas cruzadas produziram um bezerro a mais do que as vacas puras. Foi verificado que o peso médio do bezerro desmamado para animais cruzados pode ser 30,00% maior do que os bezerros de vacas puras.

Franke et al. (2001), analisaram 3.445 bezerros de raças puras Angus (A), Brahman (B), Charolês (C) e Hereford (H) e quatro gerações de cruzamentos rotacionais entre essas raças. Para o sistema de cruzamento rotacional de duas raças, os valores fenotípicos médios para peso à desmama (PD) variaram de $191,10 \pm 3,30$ (A x H₂A₁) a $232,50 \pm 2,50$ kg (C x B₂C₁). Para o sistema rotacional de

três raças, foram relatados valores de pesos à desmama (PD) que oscilaram de $204,10 \pm 3,60$ kg (A x H₄C₂A₁) a $233,10 \pm 2,70$ kg (B x C₄A₂B₁). Já para sistema rotacional de quatro raças, os valores reportados para peso à desmama (PD) variaram de $210,20 \pm 3,20$ (A x H₈C₄B₂A₁) a $236,40 \pm 3,10$ Kg (B x C₈A₄H₂B₁). A variação do efeito genotípico encontrado por esses autores, demonstra a importância de se conhecer as diferenças do efeito aditivo entre raças e os níveis de heterose presentes nas várias combinações raciais avaliadas.

Riley et al. (2001), comparando 1.119 animais para peso à desmama de F₁ *Bos indicus* x Hereford oriundos de cruzamento de fêmeas Hereford com touros Angus, Gray-Brahman, Gir, Indu-Brasil, Nelore e Red-Brahman, encontraram valores que variaram de $227,00 \pm 4,14$ kg (vacas Hereford acasaladas com touro Angus) a $261,06 \pm 3,82$ kg (vacas Hereford acasaladas com touro Red-Brahman) para pesos à desmama (PD).

MacNeil, Short e Grings (2001), avaliaram progênies de vacas 1/2Red Angus, 1/4Charolês e 1/4Tarentaise cruzadas com touros Hereford, Limousin e Piemontês, sendo reportado, para 1.050 pesos à desmama (PD), valores fenotípicos médios de 213,20 kg.

Holloway et al. (2002), avaliaram o desempenho de 489 bovinos F₁ Brahman-Angus, Senepol-Angus e Tuli-Angus, e observaram que os animais 1/2Brahman foram 13,5 kg, mais pesados à desmama em relação aos 1/2Senepol e 1/2Tuli.

Splan et al. (2002), analisaram 23.681 animais machos e fêmeas cruzados dos ciclos I a IV do projeto de Avaliação de Germoplasma do MARC (*Meat Animal Research Center*), e obtiveram valores de média e desvio padrão de peso à desmama (PD) de $183,10 \pm 30,73$ kg.

No Brasil tendências similares de diferenças fenotípicas significativas para várias características de desempenho de animais cruzados têm sido relatadas.

Perotto et al. (1998), analisaram 595 observações de peso à desmama (PD) e ganho de peso médio diário do nascimento à desmama (GPND), de partos ocorridos no período de 1985 e 1995. Os animais foram distribuídos em oito grupos genéticos, sendo avaliados: Caracu (Ca), Charolês (Ch), 1/2Ca+1/2Ch, 1/2Ch+1/2Ca, 3/4Ca+1/4Ch, 3/4Ch+3/4Ca, 5/8Ca+3/8Ch e 5/8Ch+3/8Ca. Os valores fenotípicos médios variaram de $140,00 \pm 3,00$ kg (Ch) a $166,00 \pm 5,00$ kg

(1/2Ch+1/2Ca) para peso à desmama (PD); e de $523,00 \pm 13,00$ g (Ch) a $645,00 \pm 22,00$ g (1/2Ch+1/2Ca) para ganho de peso médio diário do nascimento à desmama (GPND).

Euclides Filho et al. (1998), utilizaram informações de peso à desmama de 915 animais pertencentes a sete grupos genéticos, filhos de pais provenientes de quatro raças, Nelore, Fleckvieh, Chianina e Charolês, acasalados com fêmeas Nelore, e fêmeas oriundas de quatro grupamentos genéticos, sendo Nelore, 1/2Fleckvieh+1/2Nelore, 1/2Chianina+1/2Nelore e 1/2Charolês+1/2Nelore, acasaladas com touros Nelore. Os autores observaram que as raças de pai com maior tamanho adulto e maior capacidade de ganho de peso produziram os bezerros mais pesados. Portanto, os filhos de touros Charolês foram os mais pesados à desmama, seguidos por filhos de Chianina, Fleckvieh e Nelore, respectivamente. As raças de mãe com maior potencial para produção de leite e/ou tamanho adulto produziram progênie mais pesadas à desmama. As progênie das vacas de 1/2Fleckvieh+1/2 Nelore e de vacas 1/2Charolês+1/2Nelore foram mais pesadas à desmama que as de 1/2Chianina+1/2Nelore ou de Nelore.

Alencar et al. (1998) analisaram registros peso à desmama (PD) e ganho de peso diário do nascimento à desmama (GPND) de animais oriundos de duas fazendas do Estado de São Paulo, compostos das seguintes composições genotípicas: Nelore (N), 1/4Charolês+3/4Nelore (1C3N; filhos de touros 1/2Charolês+1/2Nelore com vacas Nelore e vice-versa), 5/8Charolês+3/8Nelore (5C3N; filhos de touros Charoleses com vacas 1C3N), 7/16Charolês+9/16Nelore (7C9N; filhos de touros 5C3N e Canchim com vacas 1C3N), 5/16Charolês+11/16Nelore (5C11N; filhos de touros 5C3N e Canchim com vacas Nelore e vice-versa), 15/32Charolês+17/32Nelore (15C17N; filhos de touros 5C3N e Canchim com vacas 5C11N) e Canchim (filhos de touros 5C3N e Canchim com vacas 5C3N e Canchim). Para a fazenda 1, os valores médios variaram de $184,13 \pm 0,89$ kg (N) a $225,54 \pm 1,82$ kg (5C11N) para peso à desmama (PD) e de $0,581 \pm 0,003$ kg/dia (N) a $0,704 \pm 0,007$ kg/dia (5C11N) para ganho de peso diário do nascimento à desmama (GPND). Já para a fazenda 2, os valores médios encontrados oscilaram de $174,77 \pm 0,42$ kg (N) a $206,40 \pm 1,54$ kg (15C17N) para peso à desmama (PD) e de $0,546 \pm 0,001$ kg/dia (N) a $0,648 \pm 0,006$ kg/dia (15C17N). Os autores concluíram que animais cruzados Charolês x Nelore apresentam pesos à

desmama (PD) e ganho de peso do nascimento à desmama (GPND) maiores do que animais puros, sendo que as diferenças dependem da porcentagem de Charolês e das porcentagens das heterozigoses materna e individual dos animais.

Perotto et al (2001), analisaram 634 observações de ganho médio diário de peso da desmama aos 12 meses (GMD12) e de pesos aos 12 meses de idade (P12M) de bezerros Nelore (N), 1/2Guzerá+1/2Nelore (GN), 1/2Red Angus+1/2Nelore (RN) e 1/2Marchigiana+1/2Nelore (MN), machos e fêmeas nascidos no período de 1985 a 1997. Os autores obtiveram para GMD12 $0,247 \pm 0,009$ kg/dia, $0,287 \pm 0,010$ kg/dia, $0,366 \pm 0,010$ kg/dia e $0,352 \pm 0,012$ kg/dia para N, GN, RN e MN respectivamente. Para a característica P12M, estes autores reportaram médias de $176,82 \pm 1,86$ kg, $190,59 \pm 2,07$ kg, $223,30 \pm 2,03$ kg e $214,12 \pm 2,31$ kg para N, GN, RN e MN respectivamente.

Mourão et al. (2006), avaliaram bovinos puros e mestiços, incluindo várias combinações de tipos biológicos, que caracterizavam a população de compostos tropicais, visando identificar o melhor modelo de estimação dos efeitos genéticos aditivos e não aditivos, bem como a capacidade de predição do desempenho produtivo destes animais. Foram avaliados três modelos estatísticos: o primeiro modelo, denominado *RM*, incluiu os efeitos fixos de grupo contemporâneo (GC), classe de idade da mãe ao parto (CIMP) e as covariáveis associadas aos efeitos genéticos aditivos diretos e maternos, além das covariáveis associadas aos efeitos genéticos não aditivos das heterozigoses. O segundo modelo, denominado *R*, considerou todos os efeitos do modelo *RM* à exceção dos efeitos aditivos maternos. Finalmente, o terceiro modelo, denominado *H*, considerou todos os efeitos incluídos no modelo *R*, à exceção dos efeitos aditivos diretos. O ajuste das informações aos efeitos dos cruzamentos foram realizados com base nas porcentagens de cruzamento entre os diferentes grupos raciais (sistema NABC), as chamadas *outcrossing percentages*, tratadas como covariáveis nas análises conforme recomendações de Ferraz, Eler e Golden (1999a). Os autores observaram estimativas de médias de quadrados mínimos que oscilaram de: 175,30 kg a 195,70 kg para peso ajustado aos 205 dias (PES205); 255,50 kg a 276,80 kg para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390); e, 69,30 kg a 81,70 para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185).

2.2. Bases teóricas da interação genótipos-ambientes

Hammond (1947) e Falconer (1952) conduziram as pesquisas pioneiras sobre a importância da interação genótipo-ambiente na produção animal.

Em 1947, Hammond preconizou que os animais deveriam ser selecionados nos melhores ambientes em razão da maior expressão dos genes de interesse. Em 1952, Falconer sugeriu que os genes poderiam não ser os mesmos nos vários ambientes, ou seja, que o conjunto de genes responsáveis pela expressão de determinada característica poderia variar, dependendo do ambiente no qual o animal é inserido.

Dickerson em 1973 considerava a correlação genética entre ambientes como o critério mais útil para se avaliar a importância da interação genótipo-ambiente em produção animal.

A interação genótipo-ambiente é uma hipótese essencial tanto na evolução genética como no melhoramento genético dos animais domésticos (FERREIRA et al., 2001). Ela se evidencia e ocorre quando o desempenho de dois ou mais genótipos variam em função do ambiente ao qual estão expostos (BERRY et al., 2003; TEIXEIRA; ALBUQUERQUE; ALENCAR, 2004).

Um genótipo responde produzindo diferentes fenótipos quando este é exposto a diferentes ambientes e a resposta pode variar de um genótipo para o outro (LIN; TOGASHI, 2002; FIKSE; REKAYA; WEIGEL, 2003). Para averiguar a influência da interação genótipo-ambiente (rebanho x ambiente de produção ou dieta) em características de crescimento, têm sido desenvolvidos estudos por vários autores. Estes estudos geralmente estão baseados em dois tipos de mensurações onde os animais geneticamente relacionados são colocados em dois ambientes diferentes (SCHOEMAN; JORDAAN, 1998). A partir de tais procedimentos é possível estimarmos a correlação genética aditiva para as mensurações de tratamentos simples em diferentes ambientes (SOUZA et al, 1998).

Segundo Eler et al. (2000) se a classificação de um animal se altera entre ambientes, existem evidências da interação genótipo-ambiente. As acurácias das estimativas de valor genético nos diferentes ambientes será reduzida se estas interações forem importantes e, a menos que o touro tenha progênie em muitos ambientes, qualquer efeito da interação seria confundido com a estimativa do mérito genético. Os autores concluíram que a inclusão da interação genótipo-ambiente seja touro x rebanho, touro x grupo contemporâneo ou touro x ano de nascimento do

bezerro, no modelo, pode ser um procedimento adequado para melhorar a ordenação dos reprodutores. Montaldo (2001) também sugeriu que se deva incluir a fonte de variação interação genótipos-ambientes nos modelos de análises dos programas de seleção ou realizarem-se tantas avaliações quanto forem os ambientes, uma vez que foi detectada a existência da interação genótipo-ambiente.

2.3. Metodologias utilizadas para detecção da interação genótipos-ambientes

Biologicamente, a interação genótipo-ambiente pode ser evidenciada em duas maneiras possíveis: (i) os genótipos expressos diferentemente em ambientes distintos; e (ii) a diferença real entre genótipos pode variar entre ambientes em valor, porém sem mudar a ordem de classificação (*ranking*) dos melhores animais ou genótipos. Este último tipo de interação genótipo-ambiente não apresenta nenhum problema do ponto de vista da seleção, uma vez que os melhores animais selecionados em um ambiente seriam os melhores no outro, não obstante a expressão diferencial dos genótipos nos ambientes em questão (LIN; TOGASHI, 2002).

A interação genótipo-ambiente pode existir quando diferenças fenotípicas entre genótipos variam de ambiente para ambiente, podendo ser definida como a mudança no desempenho relativo de genótipos em diferentes ambientes. Tais diferenças podem, algumas vezes, envolver mudanças na ordem de classificação dos genótipos e/ou mudanças na magnitude absoluta ou relativa dos desempenhos e das variâncias genotípica e de ambiente (FERREIRA et al, 2001).

Uma forma de demonstrar a presença da interação genótipo-ambiente para animais de raças puras, é a comparação do desempenho de progênie de touros em vários ambientes utilizando técnicas de análise de componentes de (co)variância (NOTTER; TIER; MEYER, 1992; TORRES et al., 2000). Nestes estudos, análises bi-características tratam a expressão fenotípica em vários ambientes como características distintas. Neste caso, existem duas formas de detecção da interação genótipo-ambiente. Uma ocorre quando a correlação genética para a mesma característica avaliada, em dois ambientes, é significativamente pequena, sugerindo que a classificação dos animais com base nos valores genéticos preditos para cada ambiente pode não ser a mesma. A outra forma ocorre quando a correlação genética é alta, mas a magnitude das diferenças entre os valores genéticos dos animais é diferente entre ambientes, sendo a heterogeneidade de variâncias indicada como a

causa desta forma de interação genótipo-ambiente (BALIEIRO, 2001; BUENO et al., 2004). Segundo Montaldo (2001) e Lin e Togashi (2002), correlações genéticas abaixo de 0,8 indicariam importante redução na eficiência nos programas de melhoramento.

Assim, análise dos componentes de (co)variância permitem avaliar a interação genótipo-ambiente por meio de duas estratégias: a estimação de componentes de variância em cada ambiente e a quantificação da correlação genética entre ambientes avaliados. A heterogeneidade de variância aditiva e/ou residual entre ambientes e a correlação entre as performances dos indivíduos avaliados em diferentes ambientes podem ser confundidas quando o método dos quadrados mínimos é usado para estimar os componentes de variância da interação. Para fugir deste problema uma boa alternativa parece ser o uso das metodologias de modelos mistos que podem ser usadas para estimar a correlação genética imparcialmente. Tal avaliação genética usando a metodologia de modelos mistos na presença de variâncias heterogêneas foi descrita por Balieiro (2001), Montaldo (2001) e Bueno et al. (2004) que também avaliaram a sua efetividade.

Entretanto, a despeito de sua importância, estes trabalhos não fornecem maiores informações sobre o comportamento de combinações genóticas de bovinos de corte cruzados, em relação a diferentes ambientes. Estratégias que permitem identificar as combinações genóticas de comportamento previsível e que respondem positivamente às variações ambientais favoráveis são denominadas análises de adaptabilidade e estabilidade (CRUZ; REGAZZI, 2001). Estes métodos de avaliação da interação genótipos-ambientes têm a finalidade de avaliar o padrão de desempenho de combinações genóticas em diferentes ambientes, e vêm sendo largamente aplicados ao melhoramento de plantas. O impacto da interação genótipos-ambientes, assim como, a obtenção dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade podem ser obtidos usando-se análises de variância onde dois fatores com classificação cruzada permitem acessar estimativas de variação atribuída aos genótipos dentro dos diferentes ambientes avaliados (BRADFIELD; GRASER; JOHNSTON, 1997; REZENDE, FERREIRA e GONÇALVES, 1999; REZENDE e FERREIRA, 2001; BARROS et al., 2006).

A grande maioria dos estudos a respeito da interação genótipos-ambientes, não tem fornecido informações detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. A realização de análises de adaptabilidade e

estabilidade permite a avaliação dos desempenhos de cada genótipo em relação às variações ambientais existentes, independente do número de ambientes avaliados. Existem várias metodologias para a realização de análises de adaptabilidade e estabilidade, sendo a escolha dependente dos dados experimentais. A metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966) considera que um genótipo com coeficiente de regressão superior a 1,0 tem comportamento melhor em ambientes favoráveis, enquanto um que apresenta coeficiente de regressão inferior a 1,0 é tido como de desempenho relativamente melhor em ambiente desfavoráveis. Os autores consideram um genótipo ideal aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvios de regressão tão pequenos quanto possíveis. Adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente enquanto que, a estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (CRUZ; REGAZZI, 2001).

2.4. Impactos da interação genótipos-ambientes

A interação genótipo-ambiente tem sido observada quando animais são submetidos a ambientes climáticos e nutritivos variados.

Notter, Tier e Meyer (1992), ao avaliar a interação de touros-rebanhos, encontraram interações significativas em todos os casos, mensurando-as em 3,3% da variância fenotípica. Posteriormente, Bradfield, Graser e Johnston (1997) concluíram em seus estudos com a raça Santa Gertrudis, que é importante se incluir a interação pai x grupo contemporâneo em modelos que consideram a interação genótipo-ambiente.

No Brasil, em particular no Estado de Minas Gerais, Ferreira et al. (2001) sugeriram a existência de sub-regiões com ambientes diversos e de variações extensas ressaltando que, com a difusão da inseminação artificial, a utilização de touros expandiu seus limites, atingindo os diversos ambientes e reforçando a preocupação com a influência ambiental na produção.

Torres et al. (2000) ressalta que os efeitos da heterogeneidade de variância sobre a resposta à seleção dependem das diferenças em variância genética aditiva entre as classes e de suas relações com as variâncias fenotípicas. Desta forma, a seleção pelo desempenho, sem considerar a variabilidade dentro de grupo seria falha, pois se a seleção for intensa, os grupos mais variáveis contribuiriam com a

maior parte dos animais. Isto, em outras palavras, caracterizaria a interação genótipo-ambiente, em que existem grandes diferenças de ambientes e pequenas diferenças genéticas.

Rezende, Ferreira e Gonçalves (1999) e Rezende e Ferreira (2001) compararam métodos de estimação da estabilidade fenotípica em animais de diferentes percentagens de alelos (31/32, GC1; GC2, GC3, de GC4 a GC11 e PO) na raça Holandesa. Estes animais foram separados em 14 ambientes distintos no Estado de Minas Gerais. Os métodos de análises avaliados para estimação dos parâmetros de estabilidade foram o de regressão (EBERHART; RUSSEL, 1966; CRUZ; TORRES; VENCovsky, 1989), o de desvio do desempenho máximo (LINS; BINNS, 1988) e o AMMI (GAUCH JUNIOR; ZOBEL, 1988). Os melhores métodos avaliados para utilização em análises com animais foram, por ordem, o de regressão seguido do desvio do desempenho máximo.

Teixeira et al. (2006), estudando interação genótipo-ambiente em uma população de animais da raça Hereford, Nelore e seus cruzamentos e agrupados em duas regiões do Brasil, região 1 (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e região 2 (São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul), verificaram efeitos significativos e obtiveram médias estimadas para as características peso à desmama e peso ao sobreano de 158 kg e 178 kg e 274 kg e 289 kg para as regiões 1 e 2, respectivamente. Estes autores constataram a existência da interação genótipo-ambiente significativa e concluíram que tal ocorrência implica na necessidade de se considerar esse efeito nas análises de peso de rebanhos cruzados, uma vez que o desempenho de todos os grupos genéticos foi influenciado pelo efeito de região.

Barros et al. (2006) avaliaram 39.212 pesos à desmama e 16.546 pesos aos 12 meses e ganhos de peso até 160 dias de idade, de bovinos cruzados de nove composições genótípicas e avaliados em seis fazendas do Brasil. Os autores estimaram parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, utilizando o método proposto por Eberhart e Russel (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989) e concluíram as análises de adaptabilidade pelo método de regressão podem ser úteis em discriminar o comportamento das combinações genótípicas dentro dos diferentes ambientes de criação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Origem dos dados

Os dados utilizados para o presente estudo referem-se às características de desenvolvimento ponderal peso à desmama ajustado para 205 dias de idade (PES205), peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUSC390), oriundos de animais obtidos por cruzamento Europeu-Zebu e criados em diferentes regiões climáticas do país. O detalhamento dos procedimentos para realização dos ajustes para as variáveis peso à desmama ajustado para 205 dias de idade (PES205) e peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), em função da idade de pesagem, seguiram as recomendações propostas por Mourão et al. (2004).

Estes registros de desempenho ponderal vêm sendo gerenciados e analisados pelo Grupo de Melhoramento Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (GMA-FZEA/USP), em Pirassununga, SP.

3.2. Animais avaliados

As características de desenvolvimento ponderal avaliadas neste trabalho são referentes à população de bovinos de corte compostos Montana Tropical®, criados em vários estados do Brasil. Conforme Ferraz, Eler e Golden (1999b), Ferraz e Eler (2000) os animais compostos Montana Tropical® são identificados de acordo com sua composição racial, baseado no sistema de tipos biológicos, agrupados em quatro grupos. Por sua vez, os tipos biológicos adotados são classificados de acordo com o sistema NABC, sempre nesta ordem, onde:

Tipo Biológico N: animais *Bos taurus indicus*, incluindo-se as raças já adaptadas no Brasil, como a Gir, Guzará, Indubrasil, Nelore, Tabapuã e outros zebuínos de origem africana, como o Boran. Essas raças contribuem para o programa com sua alta rusticidade, sua resistência a parasitas e seu rendimento de carcaça e são a base inicial do programa, constituída principalmente por vacas da raça Nelore;

Tipo Biológico A: bovinos de origem não zebuína adaptados aos trópicos, através de seleção natural ou artificial. Este grupo inclui as raças Afrikander, Belmont Red, Bonsmara, Caracu, Romo-Sinuano, Senepol e outras. Animais destas

raças contribuem para o programa com seu alto grau de adaptabilidade ao clima tropical e fertilidade, além de algumas características relacionadas à qualidade de carne.

Tipo Biológico B: animais *Bos taurus taurus* de origem britânica, como as raças Aberdeen Angus, Devon, Hereford, Red Angus, Red Poll, South Devon, etc., com predominância das raças Red Angus e South Devon. Essas raças contribuem com a precocidade sexual e de acabamento, além de características de conformação frigorífica, qualidade de carcaça, carne e crescimento;

Tipo Biológico C: animais *Bos taurus taurus* de origem na Europa continental, incluindo as raças Charolesa, Gelbvieh, Limousin, Pardo-Suiço, Simental, etc. Estas raças contribuirão na população composta com seu alto potencial de crescimento, rendimento e qualidade de carcaça. Um dos principais cuidados que o programa toma nesse grupo é evitar o uso de reprodutores que deixem descendência de grande porte, composta de animais normalmente mais tardios. A precocidade sexual e de crescimento tem sido rigorosamente verificada. Assim, as raças mais utilizadas deste grupo no programa são Gelbvieh e o Simental.

O Esquema geral de formação dos animais compostos pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Esquema de formação dos animais compostos

Na Tabela 1, são apresentados os códigos dos grupos genotípicos avaliados, bem como os critérios para classificar os animais em grupos genotípicos em função da composição racial do sistema NABC.

Tabela 1. Códigos dos grupos genotípicos avaliados e critérios utilizados para classificar os animais em grupos genotípicos em função da composição racial do sistema NABC

Condições Necessárias				
GG	<i>Bos indicus</i>	<i>Bos taurus</i> Adaptados	<i>Bos taurus</i> Britânicos	<i>B. taurus</i> Continentais
4 4 4 4	$18,75\% < N < 31,25\%$	$18,75\% < A < 31,25\%$	$18,75\% < B < 31,25\%$	$18,75\% < C < 31,25\%$
4 4 8 0	$18,75\% < N < 31,25\%$	$18,75\% < A < 31,25\%$	$43,75\% < B < 56,25\%$	$C > 6,25\%$
4 8 0 4	$18,75\% < N < 31,25\%$	$43,75\% < A < 56,25\%$	$B > 6,25\%$	$18,75\% < C < 31,25\%$
4 8 4 0	$18,75\% < N < 31,25\%$	$43,75\% < A < 56,25\%$	$18,75\% < B < 31,25\%$	$C > 6,25\%$
MONT	$N < 37,5\%$	$12,5\% \leq A \leq 87,5\%$	$B \leq 75\%$	$C \leq 75\%$
NXB	$40\% \geq N \leq 60\%$		$40\% \geq B \leq 60\%$	
OUTX	Toda composição que não atenda nenhuma das condições acima			

Para facilitar a descrição dos resultados, os grupamentos genotípicos foram codificados em ordem numérica de um a sete, sendo 4444 (1), 4480 (2), 4804 (3), 4840 (4), MONT (5), NXB (6) e OUTX (7), respectivamente,

3.3. Ambientes avaliados

Os rebanhos utilizados neste trabalho são explorados visando à venda tanto de reprodutores como também matrizes geneticamente avaliados. Os touros geneticamente superiores são encaminhados às centrais de coleta de sêmen e, posteriormente, comercializados em leilão público, juntamente com as fêmeas superiores.

O sistema de criações a campo é adotado nas fazendas, com suplementação de sal mineralizado à vontade. Os rebanhos são sistematicamente vacinados contra febre-aftosa, brucelose, tuberculose, carbúnculo, pneumoenterite e raiva, fazendo-se, também, o controle de ectoparasitoses e endoparasitoses.

As fazendas estão localizadas em várias regiões do Brasil conforme a Figura 2 e Tabela 2. As áreas circundadas pelas linhas pretas delimitam as divisões dos ambientes de acordo com a localização do sistema de produção.

Figura 2. Localização geográfica das fazendas e as divisões dos ambientes de acordo com a localização do sistema de produção

Tabela 2. Descrição das fazendas, de acordo com as divisões dos ambientes e localização geográfica do sistema de produção

Código	Nome da Fazenda	Cidade	Estado
Ambiente 1			
FN	Juscelândia	Britânia	GO
FB	Barra	Aporé	GO
IP	Iporanga	Mutunópolis	GO
V5	Codora	Santa Isabel	GO
IS	Planalto	Conceição das Alagoas	MG
UN	Derribadinha	Carlos Chagas	MG
SM	São Miguel	Guarapará	ES
Ambiente 2			
NM	Núcleo Montana	Pontes Gestal	SP
AR	Aracangua	Araçatuba	SP
GU	Guariroba	Pontes Gestal	SP
RG	Posses	Guaraci	SP
MK/MA	Madeiral	Presidente Epitácio	SP
ZT	Santo Antonio da Grama	Pirajuí	SP
Ambiente 3			
MP	San Francisco	Miranda	MS
CI	Chimarrão	Anastácio	MS
ES	Estrela	Jaraguari	MS
LA/LG	Lageado	Dois Irmãos do Buriti	MS
PQ	Passa Quatro	Rio Brilhante	MS
XK	Xavantes	Santa Rita do Pardo	MS
CD	Cadeado	Rio Brilhante	MS
AL	Alegria	Rio Brilhante	MS
SV	Santa Virgínia	Ponta Porá	MS
SO	Someco	Ivinhema	MS
CP	Campanário	Caarapó	MS
LR	Pinido	Navirai	MS
Ambiente 4			
SU	União	Sul do Pará	PA
TI	Três Irmãos	Cerejeiras	RO
SQ	São Joaquim	Paranaíta	MT
TJ	Tambataja	Alta Floresta	MT
BT	São Bento	Alta Floresta	MT
PG	Paragua	Comodoro	MT
Ambiente 5			
DF	Don Florentino	Santana do Livramento	RS
FS	Santa Fé	Santana do Livramento	RS
JV	Santa Jovita	Santana do Livramento	RS
GR	Gruta	Pelotas	RS
CR	Capão Redondo	Pelotas	RS
AF	São José	Pelotas	RS

3.4. Dados analisados

O conjunto inicial de dados contava com cerca de 250.000 registros de produção de animais com informações de pesos à desmama ajustado a idade de 205 dias (PES205), sendo que este total diminui para as demais características, em virtude de venda de animais.

Os grupos de contemporâneos para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) foram caracterizados por animais nascidos no mesmo rebanho, no mesmo ano, na mesma estação, de mesmo sexo e no mesmo grupo de manejo até à desmama. Para formação dos grupos contemporâneos para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós à desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUSC390), além dos efeitos supracitados foi incluído o grupo de manejo da desmama aos 390 dias.

Os dados foram inicialmente analisados e editados para eliminação de registros que apresentarem erros ou informações incompletas, assim como animais filhos de pais desconhecidos, supostamente filhos de reprodutores múltiplos, ou ainda de progênie de touros que só apareçam em um rebanho. Além destas eliminações, as classes de grupos contemporâneos com menos de cinco observações também foram descartadas das análises principais.

Como a estratégia das análises pressupõe existência das mesmas combinações genóticas em cada um dos ambientes avaliados, os Ambientes 4 e 5 foram excluídos das análises principais por não atenderem essa condição.

O arquivo de dados final, após críticas e restrições, ficaram constituídos por 111.101 registros de pesos à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), 50.860 registros de peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), 47.462 registros de ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e 46.859 registros de escores de musculosidade (MUSC390).

3.5. Métodos de análises

3.5.1. Análises de variância individuais para cada ambiente avaliado

Previamente ao estudo da interação genótipos-ambientes, foram necessárias análises de variância para cada ambiente, visando avaliar a existência de variabilidade genotípica entre as combinações dos diferentes cruzamentos, a

precisão relativa das informações de cada ambiente e a homogeneidade das variâncias residuais.

O modelo estatístico utilizado nas análises de variância, dentro de cada ambiente, para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado a idade de 390 dias (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e para os escores de musculosidade (MUSC390), é apresentado abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + GC_j + CIMP_k + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijkl} = PES205 ou PES390 ou GP185 ou MUS390 do animal com combinação genotípica i , pertencente ao grupo contemporâneo j , progênie de vaca da classe de idade ao parto k ;

μ = constante inerente a todas observações;

G_i = efeito aleatório da combinação genotípica i , com média 0 e variância σ^2_g ;

GC_j = efeito fixo da classe de grupo contemporâneo j , sendo o grupo contemporâneo definido por animais que nasceram em uma mesma safra (ano), em mesma estação, de mesmo sexo e mesmo grupo de manejo até à desmama para PES205 e mesmo grupo de manejo da desmama até os 390 dias para PES390, GP185 e MUS390;

$CIMP_k$ = efeito fixo da classe k de idade da vaca ao parto;

e_{ijk} = efeito aleatório residual associado ao PES205 ou PES390 ou GP185 ou MUS390 do animal com combinação genotípica i , na classe de grupo contemporâneo j , e progênie da vaca com classe de idade ao parto k , com média 0 e variância σ^2_e .

A verificação da homogeneidade dos quadrados médios residuais das análises para cada ambiente foi realizada utilizando o Teste de Bartlett (BARTLETT, 1937). Foram utilizados os procedimentos PROC MEANS, FREQ, MIXED e VARCOMP do programa *Statistical Analysis System*, versão 9.1.3 (SAS, 1995), na realização das análises de variância para cada ambiente. O comportamento das combinações genotípicas de bovinos cruzados em cada ambiente onde foram

realizadas as mensurações, foi avaliado por meio da hipótese: $H_{01}: \sigma^2_G = 0$, a qual foi utilizada a estatística $F_{\text{calc}} = QM_G/QM_R$. Nesta fase, foram calculadas as médias do grupo de combinações genóticas para cada ambiente, avaliação da homogeneidade das variâncias residuais nos vários ambientes, além dos coeficientes de variação (CV%) e das estimativas de componentes de variância genotípica em cada ambiente.

3.5.2. Análises de variância conjuntas considerando a interação genótipos-ambientes

O modelo estatístico utilizado nas análises de variância conjuntas, considerando os ambientes simultaneamente para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado a idade de 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e para os escores de musculosidade (MUSC390), é apresentado abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + GC/A_{jk} + CIMP_l + e_{ijkl}$$

em que,

Y_{ijkl} = PES205 ou PES390 ou GP185 ou MUS390 do animal com combinação genotípica i , no ambiente j , pertencente ao grupo contemporâneo k e progênie da vaca com classe de idade ao parto l ;

μ = constante inerente a todas observações;

G_i = efeito aleatório da combinação genotípica i , com média 0 e variância σ^2_g ;

A_j = efeito aleatório do ambiente j , com média 0 e variância σ^2_A ;

GA_{ij} = efeito aleatório da interação da combinação genotípica i com o ambiente j , com média 0 e variância σ^2_{ga} ;

GC/A_{jk} = efeito aleatório da classe de grupo contemporâneo à desmama j , sendo o grupo contemporâneo definido por animais que nasceram em uma mesma safra (ano), em mesma estação, de mesmo sexo e mesmo grupo de manejo até à desmama, dentro do ambiente j ;

$CIMP_l$ = efeito fixo da classe l de idade da vaca ao parto;

e_{ijkl} = efeito aleatório residual associado a variável no animal com combinação genotípica i , no ambiente j , na classe de grupo contemporâneo k , e progênie da vaca com classe de idade ao parto l , com média 0 e variância σ_e^2 .

Nesta etapa, foram utilizados os procedimentos PROC MIXED e PROC VARCOMP do programa *Statistical Analysis System*, versão 9.1.3 (SAS, 1995), para realização nas análises de variância conjuntas.

No comportamento do grupo de combinações genotípicas de bovinos considerando os diferentes ambientes, foram avaliados por meio das hipóteses nulas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Hipóteses estatísticas utilizadas para avaliação das combinações genotípicas nas análises conjuntas

Hipótese (H_0)	Estatística F
$H_{01}: \sigma_A^2 = 0$	$F_{01} = QM_A + QM_R / QM_{SEM/A} + QM_{GA}$
$H_{02}: \sigma_G^2 = 0$	$F_{02} = QM_G / QM_{GA}$
$H_{03}: \sigma_{GA}^2 = 0$	$F_{03} = QM_{GA} / QM_R$

3.5.3. Análises para obtenção dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade

As decomposições das somas de quadrados das interações genótipos-ambientes, para cada variável estudada, foram realizadas pelo método de regressão proposto por Eberhart e Russel (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989). Estas análises visaram estimar os seguintes parâmetros:

- (a) adaptabilidade genotípica, a qual representa a capacidade das combinações genotípicas aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente; e,
- (b) estabilidade genotípica, a qual representa a capacidade das combinações genotípicas mostrarem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente.

Os parâmetros de adaptabilidade para as combinações genotípicas de bovinos, criados em diferentes ambientes, foram interpretados com base nos

coeficientes de regressão linear ($\beta_{1(i)}$), que medem as respostas de uma combinação genotípica i , à variação ambiental.

Combinações genotípicas com adaptabilidade geral ou ampla, foram aquelas com $\beta_{1(i)}$ igual a 1. Combinações genotípicas com adaptabilidade específica à ambientes favoráveis, aquelas com $\beta_{1(i)}$ superior a 1 e, combinações genotípicas com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, aquelas com $\beta_{1(i)}$ inferior a 1.

Os parâmetros de estabilidade foram interpretados com base nos componentes de variância atribuídos aos desvios de regressão ($\sigma^2_{d(i)}$). Combinações genotípicas com estabilidade ou previsibilidade alta, seriam aquelas com $\sigma^2_{d(i)}$ igual a 0. Combinações genotípicas com estabilidade ou previsibilidade baixa, aquelas com $\sigma^2_{d(i)}$ maior a 0.

Para realização das análises de adaptabilidade e estabilidade foram desenvolvidos programas utilizando como ferramenta o *Microsoft Excel*[®], no sistema operacional *Microsoft Windows XP*[®]. Estes programas tiveram por base os procedimentos indicados por Cruz (2001) e Cruz e Regazzi (2001).

4. RESULTADOS

4.1. Análises descritivas das características avaliadas

Os números de observações e as estimativas de médias, desvios padrão, coeficientes de variação, mínimo e máximo para as características peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUSC390) após as análises críticas e de consistência, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Números de observações (N), médias (MED), desvios padrão (DP), coeficientes de variação, mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características avaliadas

Característica	N	MED	DP	CV(%)	MIN	MAX
PES205(kg)	111.101	193,33	30,99	16,03	108,00	276,00
PES390(kg)	50.860	272,94	49,58	18,16	135,00	404,00
GP185 (kg)	47.462	73,77	40,59	55,01	-82,30	253,30
MUSC390(un.)	46.859	4,08	1,05	25,71	0,64	6,90

Verificou-se que as características peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado aos 390 dias de idade (PES309) e escores de musculosidade (MUSC390) apresentaram variabilidades satisfatórias, evidenciadas pelas magnitudes dos seus respectivos coeficientes de variação. A característica ganho de peso até os 185 dias pós desmama (GP185) mostrou-se extremamente variável, o que proporcionou aumento das estimativas de coeficiente de variação.

Os números de observações e as estimativas de médias, desvios padrão, coeficientes de variação, mínimo e máximo para as características peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), e escores de musculosidade (MUSC390), dentro dos respectivos Ambientes, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Números de observações (N), médias (MED), desvios padrão (DP), coeficientes de variação, mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características avaliadas, dentro de cada ambiente

Característica	N	MED	DP	CV(%)	MIN	MAX
Ambiente 1						
PES205(kg)	25.181	184,06	30,44	16,54	108,00	275,90
PES390(kg)	9.368	257,43	49,42	19,20	135,40	403,90
GP185 (kg)	8.612	72,72	39,02	53,66	-47,90	253,30
MUSC390(un.)	8.484	3,97	0,98	24,79	0,94	6,84
Ambiente 2						
PES205(kg)	30.153	206,11	31,75	15,40	108,00	276,00
PES390(kg)	18.762	281,62	45,21	16,05	138,20	403,80
GP185 (kg)	18.257	71,30	38,64	54,20	-79,60	245,90
MUSC390(un.)	16.906	4,24	1,04	24,52	0,69	6,90
Ambiente 3						
PES205(kg)	55.767	190,61	28,56	14,98	108,00	276,00
PES390(kg)	22.730	272,17	51,43	18,89	135,00	404,00
GP185 (kg)	20.593	76,40	42,70	55,89	-82,30	251,10
MUSC390(un.)	21.469	4,00	1,07	26,67	0,64	6,90

Nos diferentes ambientes avaliados houve uma redução nos números de observações com o aumento de idade dos animais, ou seja, das pesagens à desmama para as pesagens aos 390 dias. Possivelmente, este fato ocorra em virtude da venda de animais por ocasião da desmama, o que reflete na menor quantidade de registros nas pesagens posteriores dos animais.

Para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), observou-se que os Ambientes 2 e 3 tenderam a apresentar maiores médias, em relação ao Ambiente 1. As medidas de variabilidades para os pesos à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) nos diferentes Ambientes, mostraram-se similares com desvios padrão oscilando de 28,56 kg a 31,75 kg. Tal tendência também foi verificada nos coeficientes de variação, os quais variaram de 14,98% a 16,54%.

Para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), detectou-se que o Ambiente 2 apresentou maiores médias, seguidos dos Ambientes 3 e 1. As variabilidades associadas aos diferentes ambientes demonstram tendência similar ao ocorrido com a característica peso à desmama. O menor desvio padrão e coeficiente de variação foi associado ao Ambiente 2 (45,21 kg e 16,05%) e o maior

desvio padrão foi associado ao Ambiente 3 (51,43 kg) e coeficiente de variação foi associado ao Ambiente 1 (19,20%).

A característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), apresentou maiores médias associado ao Ambiente 3. As medidas de dispersão associadas aos diferentes ambientes mostraram-se extremamente variáveis. Os menores desvios padrão foram associados aos Ambientes 2 (38,64 kg) e 1 (39,02 kg), respectivamente. Maior desvio padrão e coeficiente de variação foram observados no Ambiente 3 (42,7 0kg e 55,89%).

A característica escores de musculosidade (MUSC390) apresentou maior média associado aos Ambientes 2 e 3 seguido pelo Ambiente 1 respectivamente. As medidas de dispersão associadas aos diferentes ambientes mostraram-se próximas, com desvios padrão oscilando entre 0,98 un. para o Ambiente 1 a 1,07 un. para o Ambiente 3.

4.2. Análises de variância individuais para cada ambiente avaliado

As análises individuais são de grande importância, pois possibilitam a avaliação da magnitude da variabilidade genotípica e também das discrepâncias entre as variâncias residuais obtidas em cada ambiente.

O resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), demonstrando as fontes de variação de particular interesse, estão apresentados na Tabela 6.

Observa-se que, para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), o grupo contemporâneo à desmama assim como, a classe de idade da mãe ao parto e grupo genotípico foram fontes de variação altamente significativas ($P < 0,01$) pelo Teste F da análise de variância, para todos os Ambientes avaliados. Os quadrados médios residuais não apresentaram maiores variações, revelando estabilidade das variâncias, as quais apresentaram resultado não-significativo ($P > 0,05$) pelo Teste de Bartlett. O componente de variância genotípica para os Ambientes 2 e 3 demonstraram magnitudes superiores em relação ao Ambiente 1. Todavia, tais componentes não foram suficientemente grandes para provocar alterações nos respectivos coeficientes de variação.

Tabela 6. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), indicando as principais fontes de variação

FV	A1		A2		A3	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
GCDESM ¹	465	17.629,99**	550	14.431,22**	801	14.867,14**
CIMP ²	6	138.191,33**	6	251.336,71**	6	417.064,16**
GG ³	6	36.288,64**	6	91.544,66**	6	132.202,20**
Residuo	24.703	518,91	29.590	506,29	54.953	485,21
Média		184,06		216,11		190,61
CV(%)		12,38		10,41		11,56
$\hat{\sigma}_G^2$		10,83		21,05		21,77

¹GCDESM=Grupo Contemporâneo à Desmama; ²CIMP=Classe de Idade da Mãe ao Parto; ³GG=Grupo Genotípico; **=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade (P< 0,01) pelo Teste F.

O resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), demonstrando as fontes de variação de particular interesse, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), indicando as principais fontes de variação

FV	A1		A2		A3	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
GC12 ¹	299	45.441,51**	725	35.639,35**	654	59.546,24**
CIMP ²	6	22.370,15**	6	35.660,99**	6	52.831,85**
GG ³	6	5.144,50**	6	32.504,29**	6	21.870,56**
Residuo	9.056	767,97	18.024	624,30	22.063	674,24
Média		257,43		281,62		272,17
CV(%)		10,76		8,87		9,54
$\hat{\sigma}_G^2$		10,16		29,10		10,31

¹GC12=Grupo Contemporâneo aos 12 meses; ²CIMP=Classe de Idade da Mãe ao Parto; ³GG=Grupo Genotípico; **=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade (P< 0,01) pelo Teste F.

Para a característica peso aos 390 dias (PES390), as fontes de variação grupo contemporâneo aos 12 meses, classe de idade da mãe o parto e grupo genotípico foram altamente significativas (P<0,01) para todos os Ambientes

avaliados, pelo Teste F da análise de variância. Os quadrados médios residuais não apresentaram maiores variações revelando certa estabilidade das variâncias, as quais apresentaram resultado não-significativo ($P>0,05$) pelo Teste de Bartlett. O componente de variância genotípica para o Ambiente 2 demonstrou magnitude superior em relação aos Ambientes 1 e 3. Todavia, novamente estes componentes não foram suficientemente grandes para provocar alterações bruscas nos respectivos coeficientes de variação.

O resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), demonstrando as principais fontes de variação, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), indicando as principais fontes de variação

FV	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 3	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
GCGP ¹	282	29.190,57**	722	26.314,91**	618	40.447,77**
CIMP ²	6	2.444,06 **	6	14.610,51**	6	8.911,93**
GG ³	6	1.708,63**	6	13.499,71**	6	7.151,22**
Residuo	8.317	470,25	17.522	350,51	19.962	407,96
Média		72,72		271,30		76,40
CV(%)		29,82		6,90		26,43
$\hat{\sigma}_G^2$		8,04		16,03		12,89

¹GCGP=Grupo Contemporâneo de Ganho de Peso; ²CIMP=Classe de Idade da Mãe ao Parto; ³GG=Grupo Genotípico; **=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P<0,01$) pelo Teste F.

Para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), o grupo contemporâneo de ganho de peso, a classe de idade da mãe ao parto e grupo genotípico foram fontes de variação altamente significativas ($P<0,01$), pelo Teste F, para todos os Ambientes avaliados. Os quadrados médios residuais não apresentaram grandes variações dentre os ambientes analisados, o que ocasionou resultados não-significativos ($P>0,05$) para Teste de Bartlett. O componente de variância genotípica para o Ambiente 2 demonstrou magnitude de 16,03 o que foi superior em relação aos demais Ambientes 3 e 1 respectivamente (12,89 e 8,04).

Todavia, tais componentes não foram suficientemente grandes para provocar alterações nos respectivos coeficientes de variação.

O resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica escores de musculabilidade (MUSC390), demonstrando as principais fontes de variação, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Resumo das análises de variância individuais em cada Ambiente avaliado para a característica escores de musculabilidade (MUSC390), indicando as principais fontes de variação

FV	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 3	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
GCMUSC ¹	249	10,59*	650	13,96**	591	14,50**
CIMP ²	6	3,96**	6	3,68**	6	3,59**
GG ³	6	1,81**	6	1,17*	6	3,45**
Residuo	8.222	0,65	16.243	0,52	20.865	0,73
Média		3,97		4,24		4,00
CV(%)		20,31		17,00		21,36
$\hat{\sigma}_G^2$		0,01		0,00		0,00

¹GCMUSC=Grupo Contemporâneo de Musculabilidade; ²CIMP=Classe de Idade da Mãe ao Parto; ³GG=Grupo Genotípico; *=resultado significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) pelo Teste F; **=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Para a característica escores de musculabilidade (MUSC390), a classe de idade da mãe ao parto foi fonte de variação altamente significativa ($P < 0,01$), pelo Teste F, para todos os Ambientes avaliados. Já para grupo contemporâneo para musculabilidade foi fonte de variação altamente significativa ($P < 0,01$) somente para os Ambientes 2 e 3 sendo que o Ambiente 1 foi significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), pelo Teste F. Para grupo genotípico os Ambientes 1 e 3 foram fontes de variação altamente significativas ($P < 0,01$) enquanto que para o Ambiente 2 foi significativo ($P < 0,05$), pelo Teste F.

Para os quadrados médios residuais não teve grandes variações entre os três ambientes analisados revelando estabilidade das variâncias, as quais apresentaram resultado não-significativo ($P > 0,05$) pelo Teste de Bartlett. O componente de variância genotípica apresentou-se de baixa magnitude para todos os ambientes (próximo de zero). Todavia, tais componentes não foram suficientes para provocar alterações nos respectivos coeficientes de variação.

4.3. Análises de variância conjuntas considerando a interação genótipos-ambientes

Para realização da análise de variância conjunta da característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), foi utilizado o mesmo arquivo de dados das análises individuais, o qual foi composto de sete composições genotípicas em cada um dos três ambientes avaliados.

As estimativas de médias, desvios padrão e coeficientes de variação para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUSC390), obtidas nas análises de variância conjuntas foram: para PES205, $193,33 \pm 22,34$ kg e 11,55%; para PES390, $272,94 \pm 25,95$ kg e 9,51%; para GP185, $73,77 \pm 19,94$ kg e 27,03%; e para MUS390, $4,08 \pm 0,80$ un. e 19,67%, respectivamente.

Verificou-se que, quando da utilização de análises conjuntas, a conexão dentro das subclasses das composições genotípicas i com os ambientes j , permitiu a redução das principais estimativas das medidas de variabilidade, em relação à Tabela 4, o que indica melhorias na qualidade das variáveis avaliadas.

Os resumos das análises de variância conjuntas para as características peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) e peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), bem como para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e escores de musculosidade (MUS390), encontram-se nas Tabelas 10 e 11.

Observa-se que todas as fontes de variação avaliadas nas análises conjuntas apresentaram resultados altamente significativos ($P < 0,01$), para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) e peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390). A ocorrência de fontes de variação significativas, como as encontradas neste estudo, indica que os efeitos contemplados nos modelos utilizados para estas características, foram suficientemente sensíveis em captar porções de variação consideráveis, e que, caso fossem omitidas, teriam como destino o resíduo. Este fato corroboraria para incrementos na variância residual o que, poderia levar a uma redução do poder de detecção de significâncias para as características em análise.

Tabela 10. Resumo da análise de variância conjunta para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) e peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) considerando a interação genótipos-ambientes

Fontes de Variação	PES205		PES390	
	GL	QM	GL	QM
Grupo Genotípico (GG)	6	204.682,35**	6	37.884,86**
Ambiente (A)	2	1.052.446,76**	2	671.256,13**
GG x A	12	10.822,07**	12	7.608,88**
GC(A)	1816	15.626,11**	1.678	46.902,11**
CIMP	6	795.725,65**	6	109.088,44**
Resíduo	109.258	499,10	49.155	673,30

**=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Tabela 11. Resumo da análise de variância conjunta para a característica ganho de peso até 165 dias pós desmama (GP185) e escores de musculabilidade (MUSC390), considerando a interação genótipos-ambientes

Fontes de Variação	GP185		MUSC390	
	GL	QM	GL	QM
Grupo Genotípico (GG)	6	13.109,83**	6	4,55**
Ambiente (A)	2	3.729,59**	2	79,06**
GG x A	12	2.044,53**	12	0,66**
GC(A)	1.622	32.525,79**	1490	13,93 ^{ns}
CIMP	6	21.973,12**	6	8,58**
Resíduo	45.813	397,73	45.342	0,64

^{ns}=resultado não-significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) pelo Teste F. **=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Para as características ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) e escores de musculabilidade (MUSC390), verifica-se que todas as fontes de variação avaliadas nas análises conjuntas apresentaram resultados altamente significativos ($P < 0,01$), a exceção da fonte de variação GC(A) para a característica escores de musculabilidade (MUSC390), que apresentou resultado não-significativo ($P > 0,05$).

Destaca-se ainda que, em todas as características avaliadas, a significância para a fonte de variação relativa à interação genótipos-ambientes, confirmou as expectativas esperadas, e que, por si só, justificam o presente estudo.

4.4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade

Em virtude dos resultados significativos para as interações genótipos-ambientes nas quatro características avaliadas, procedeu-se a decomposição de cada soma de quadrados relativa a esta particular fonte de variação, para obtenção das estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, bem como, as significâncias para as respectivas estimativas e os coeficientes de determinação, para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) nos sete genótipos avaliados, encontra-se na Tabela 12.

Tabela 12. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil

GG	$\beta_{0(i)}$	$\beta_{1(i)}$	$\sigma^2_{d(i)}$	$R^2_{(i)} (%)$
1	196,76	0,83 ⁺⁺	33,14 ^{**}	86,67
2	198,83	1,25 ⁺⁺	38,04 ^{**}	92,75
3	197,36	1,10 ⁺⁺	4,96 ^{**}	98,64
4	199,28	0,91 ⁺⁺	1,14 ^{**}	99,47
5	181,47	0,62 ⁺⁺	1,00 ^{**}	98,99
6	195,30	1,35 ⁺⁺	0,00 ^{ns}	100,00
7	191,56	0,94 ^{ns}	3,34 ^{**}	98,71

^{ns}=resultado não-significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) de acordo com o Teste estatístico utilizado; ⁺⁺=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste t ; ^{**}=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Com base nos resultados da Tabela 12, para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), os interceptos ($\beta_{0(i)}$) representam os pesos médios à desmama nas diferentes composições genotípicas. Observa-se que os genótipos 4, 2 e 3 foram os de maiores pesos à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), enquanto os genótipos 5, 7, 6 e 1 foram os de menores pesos médios à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), respectivamente.

Com base na significância do Teste t para os coeficientes angulares ($\beta_{1(i)}$), corrigidos para os índices ambientais particulares de cada ambiente avaliado, verificou-se que os animais de composição genotípica 7 foi considerado como de adaptabilidade ampla ou geral. Os animais de genótipos 2, 3 e 6 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. As composições genotípicas 1, 4 e 5 foram classificadas como animais com adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis.

O comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205), encontra-se na Figura 3.

Os componentes de variância para pesos à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205) atribuídos aos desvios da regressão ($\sigma^2_{d(i)}$) para todas as combinações genotípicas avaliadas, sugeriram que os genótipos 1, 2, 3, 4, 5 e 7 seriam de estabilidade baixa e o genótipo 6 de estabilidade alta. Em casos como este, uma medida auxiliar de comparação deve ser utilizada, sendo recomendado o coeficiente de determinação ($R^2_{(i)}$), o qual expressa, percentualmente, a porção da soma de quadrados de ambientes dentro de cada genótipo avaliado que é explicada pela soma de quadrados da regressão linear (CRUZ, 2001; CRUZ e REGAZZI, 2001). Por este critério, os genótipos 3 e 4 não deveriam ser julgados totalmente indesejáveis, uma vez que apresentaram altos pesos à desmama além de seus respectivos $R^2_{(i)}$ atingem níveis elevados (98,64% e 99,47%, respectivamente).

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, bem como, as significâncias para as respectivas estimativas e os coeficientes de determinação, para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) nos sete genótipos avaliados, encontra-se na Tabela 13.

Figura 3. Comportamento das composições genóticas de acordo com cada índice ambiental, para a característica peso à desmama ajustado aos 205 dias de idade (PES205)

Tabela 13. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) em sete composições genóticas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil

GG	$\beta_{0(i)}$	$\beta_{1(i)}$	$\sigma^2_{d(i)}$	$R^2_{(i)}$ (%)
1	281,99	0,91 ^{ns}	22,14 ^{**}	85,99
2	280,86	1,11 ⁺⁺	57,94 ^{**}	77,98
3	270,30	1,04 ^{ns}	23,49 ^{**}	88,31
4	281,86	0,60 ⁺⁺	30,55 ^{**}	65,67
5	267,29	0,16 ⁺⁺	25,65 ^{**}	13,92
6	256,29	1,83 ⁺⁺	17,53 ^{**}	96,90
7	248,75	1,35 ⁺⁺	181,62 ^{**}	62,68

^{ns}=resultado não-significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) de acordo com o Teste estatístico utilizado; ⁺⁺=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste t ; ^{**}=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), foram observados altos valores de interceptos ($\beta_{0(i)}$) para as combinações genotípicas 1, 4 e 2, as quais foram as de maiores pesos médios ajustado aos 390 dias de idade (PES390). Os genótipos 7, 6, 5 e 3 foram os de menores pesos médios ajustados aos 390 dias de idade (PES390).

Com base no Teste t para os coeficientes angulares ($\beta_{1(i)}$), corrigidos para os índices ambientais particulares de cada ambiente avaliado, verificou-se que os únicos animais considerados como de adaptabilidade ampla ou geral foram os de composições genotípicas 1 e 3. Os animais de combinações genotípicas 2, 6 e 7 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Os genótipos 4 e 5 foram classificados como animais com adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis.

O comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), encontra-se na Figura 4.

Figura 4. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390)

Os componentes de variância atribuídos aos desvios da regressão ($\sigma^2_{d(i)}$) para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390) em todas as combinações genotípicas avaliadas também indicaram que os genótipos seriam de estabilidade baixa. Utilizando o critério dos $R^2_{(i)}$ os genótipos 1 e 3 não deveriam ser descartados, uma vez que apresentaram pesos ajustados aos 390 dias de idade (PES390) alto e mediano, respectivamente, e seus $R^2_{(i)}$ foram de 85,99% para o genótipo 1 e 88,31% para o 3.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, bem como, as significâncias para as respectivas estimativas e os coeficientes de determinação, para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185) em sete composições genotípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil

GG	$\beta_{0(i)}$	$\beta_{1(i)}$	$\sigma^2_{d(i)}$	$R^2_{(i)}$ (%)
1	78,89	3,13 ⁺⁺	29,65 ^{**}	31,96
2	79,56	6,65 ⁺⁺	1,66 ^{**}	97,18
3	67,37	5,29 ⁺⁺	49,92 ^{**}	44,39
4	79,97	5,73 ^{ns}	0,15 ^{**}	99,30
5	80,13	0,88 ^{ns}	55,99 ^{**}	1,91
6	61,55	-4,19 ⁺⁺	0,65 ^{**}	96,77
7	58,57	-10,49 ⁺⁺	37,01 ^{**}	80,86

^{ns}=resultado não-significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) de acordo com o Teste estatístico utilizado; ⁺⁺=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste t ; ^{**}=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Os resultados verificados na Tabela 14, para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), demonstraram valores altos de interceptos ($\beta_{0(i)}$) para as combinações genotípicas 5, 4, 2 e 1, as quais representaram os de maiores ganhos de pesos médios até 185 dias pós desmama (GP185). Os genótipos 7, 6 e 3 foram os de menores ganhos de pesos médios até 185 dias pós desmama (GP185), respectivamente.

Com base na significância de Teste t para os coeficientes angulares ($\beta_{1(i)}$), corrigidos para os índices ambientais particulares de cada ambiente avaliado,

verificou-se que os animais considerados como de adaptabilidade ampla ou geral foram os de composição genotípica 4 e 5. Os animais com combinações genotípicas 1, 2 e 3 foram considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. As composições genotípicas 6 e 7 foram classificados como animais com adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis.

O comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), encontram-se na Figura 5.

Figura 5. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185)

Os componentes de variância atribuídos aos desvios da regressão ($\sigma^2_{d(i)}$) para todas as combinações genotípicas avaliadas, novamente indicaram que os genótipos seriam de estabilidade baixa. Utilizando o critério dos $R^2_{(i)}$, os genótipos 2 e 4 não deveriam ser considerados totalmente indesejáveis, pois apresentaram ganhos de pesos médios até 185 dias pós desmama (GP185) altos e seus respectivos $R^2_{(i)}$ atingiram níveis considerados elevados. A combinação genotípica 5, considerada de adaptabilidade ampla, deve ser analisada com ressalvas, em virtude

da alta estimativa do componente de variância atribuídos aos desvios da regressão ($\sigma^2_{d(i)}$) e baixíssima estimativa de coeficiente de determinação ($R^2_{(i)}$).

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, bem como, as significâncias para as respectivas estimativas e os coeficientes de determinação, para a característica escores de musculosidade (MUS390), encontra-se na Tabela 15.

Tabela 15. Estimativas dos parâmetros adaptabilidade ($\beta_{0(i)}$ e $\beta_{1(i)}$), estabilidade ($\sigma^2_{d(i)}$) e coeficientes de determinação ($R^2_{(i)}$) para escores de musculosidade (MUSC390) em sete composições genótípicas de bovinos de corte avaliadas em três regiões do Brasil

GG	$\beta_{0(i)}$	$\beta_{1(i)}$	$\sigma^2_{d(i)}$	$R^2_{(i)} (%)$
1	4,19	1,20 ^{ns}	0,006**	93,03
2	4,11	1,05 ^{ns}	0,006**	91,06
3	4,08	0,73 ⁺⁺	0,000 ^{ns}	98,52
4	4,14	0,80 ^{ns}	0,023**	61,46
5	4,05	0,97 ^{ns}	0,004**	92,42
6	3,85	0,52 ⁺⁺	0,000 ^{ns}	97,47
7	3,91	1,69 ⁺⁺	0,006**	96,42

^{ns}=resultado não-significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P > 0,05$) de acordo com o Teste estatístico utilizado; ⁺⁺=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste t ; ^{**}=resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) pelo Teste F.

Para a característica escores de musculosidade (MUSC390), foram observados altos interceptos ($\beta_{0(i)}$) para as combinações genótípicas 1, 4, 2, 3 e 5, as quais representaram maiores unidades de escores de musculosidade (MUSC390). Os genótipos 6 e 7 foram os de menores unidades de escores de musculosidade (MUSC390) respectivamente.

Com base no Teste t , os coeficientes angulares ($\beta_{1(i)}$), corrigidos para os índices ambientais, verificou-se que os animais considerados como de adaptabilidade ampla ou geral foram os de composição genotípica 1, 2, 4 e 5. Os animais com combinações genótípicas 7 foram os únicos considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. As composições genótípicas 3 e 6 foram classificados como animais com adaptabilidades específicas a ambientes desfavoráveis.

O comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para escores de musculabilidade (MUSC390), encontram-se na Figura 6.

Os componentes de variância atribuídos aos desvios da regressão ($\sigma^2_{d(i)}$) para as combinações genotípicas 3 e 6, indicaram que os genótipos seriam de estabilidade alta e as combinações genotípicas 1, 2, 4, 5 e 7 seriam de estabilidade baixa. Utilizando o critério dos $R^2_{(i)}$, o genótipo 1 não deveria ser descartado, uma vez que apresentou alta unidade de escores de musculabilidade (MUSC390) e $R^2_{(i)}$ de 93,03%, considerado elevado.

Figura 6. Comportamento das composições genotípicas de acordo com cada índice ambiental, para a característica escores de musculabilidade (MUSC390)

5. DISCUSSÃO

Os efeitos significativos da fonte de variação associada à interação genótipos-ambientes em características produtivas, especificamente para bovinos de corte cruzados, foram reportados por Barros et al. (2003), Balieiro et al. (2004), Teixeira, Albuquerque e Alencar (2004), Barros et al (2006) e Teixeira et al. (2006).

As estimativas dos pesos médios à desmama das diferentes composições genotípicas, verificadas pelos interceptos ($\beta_{0(i)}$) da Tabela 12, demonstraram valores que oscilaram de 181,47 kg a 199,28 kg. Estes desempenhos foram superiores aos 183,10 kg relatados por Splan et al. (2002), que avaliaram 23.681 animais cruzados dos ciclos I-IV do projeto de Avaliação de Germoplasma do MARC (*Meat Animal Research Center*). Os pesos médios à desmama foram também superiores aos relatados por Perotto et al. (1998), os quais reportaram valores de $140,00 \pm 3,00$ kg a $166,00 \pm 5,00$ kg para animais puros e cruzados Caracu (Ca), Charolês (Ch), $1/2Ca+1/2Ch$, $1/2Ch+1/2Ca$, $3/4Ca+1/4Ch$, $3/4Ch+3/4Ca$, $5/8Ca+3/8Ch$ e $5/8Ch+3/8Ca$, criados no Brasil. Texeira, Albuquerque e Alencar (2004), avaliando a interação genótipos-ambientes em animais Nelore, Hereford e cruzados Nelore-Hereford em duas regiões do Brasil, relataram valores de peso à desmama de $135,35 \pm 2,41$ kg a $175,43 \pm 0,60$ kg para a região 1 (MT e MS) e de $168,65 \pm 0,91$ kg a $187,89 \pm 1,27$ kg para a região 2 (SP, PR e RS).

Entretanto, os desempenhos médios à desmama observamos neste estudo foram inferiores aos verificados por McCarter, Buchanan e Frahm (1991) e Riley et al. (2001) que relataram valores que oscilaram 218,00 kg a 245,00 kg e de $227,00 \pm 4,14$ kg a $261,06 \pm 3,82$ kg, respectivamente.

Os parâmetros de adaptabilidade observados para os pesos à desmama ajustado para 205 dias (Tabela 12) neste trabalho permitiram classificações diferentes das verificadas por Barros et al. (2006), os quais estudaram os genótipos 1, 2, 3, 4 e 6 também avaliados neste estudo. Segundo estes autores, os genótipos 1, 3 e 6 seriam de adaptabilidade ampla, enquanto que os genótipos 2 e 4 deveriam ser classificados como específicos a ambientes desfavoráveis. Neste trabalho, o genótipo 1 foi considerado específico à ambientes desfavoráveis e os 3 e 6 específicos para ambientes favoráveis.

Na Tabela 13, pode-se verificar que as estimativas médias para peso ajustado aos 390 dias de idade (PES390), que oscilaram entre 248,75 kg a 281,99 kg. Estes desempenhos foram próximos aos encontrados por Mourão et al. (2006) que também estudou essa população composta e reportaram estimativas de 255,50 kg a 276,80 kg.

Teixeira et al. (2006) avaliando a raça Hereford, Nelore e seus cruzamentos, dividiram os dados em duas regiões, sendo a região 1 composta pelos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e região 2, pelos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Estes autores encontraram médias gerais de peso ao sobreano de 274 kg para região 1 e 289 kg para região 2. As combinações genótípicas variaram, para a região 1 de $251,53 \pm 4,20$ kg a $295,37 \pm 2,39$ kg e para a região 2 de $280,34 \pm 2,38$ kg a $308,10 \pm 2,98$ kg. Estes valores observados por Teixeira et al. (2006) foram superiores aos verificados neste trabalho mas, os autores avaliaram pesos ao sobreano, que comumente ocorre aos 18 meses, e não pesos ao 390 dias, cuja equivalência em meses seria peso aos 13 meses.

Já Muniz e Queiroz (1999), analisaram 2.888 observações de cruzamentos de vacas da raça Nelore com touros da raça Aberdeen Angus, Brangus, Canchim, Gelbvieh, Nelore e Simental, para peso ajustado aos 365 dias encontraram valores médios gerais de 215,78 kg, os quais oscilaram entre $200,7 \pm 1,19$ kg a $238,5 \pm 1,48$ kg para Nelore e 1/2Gelbvieh x 1/2Nelore, respectivamente.

Barros et al. (2006) encontraram parâmetros de adaptabilidade diferentes deste trabalho. Os autores avaliaram peso aos 365 dias e encontraram animais específicos a ambientes desfavoráveis como sendo os de grupos genóticos 1, 2 e 4. Já o grupo genótico 6, foi classificado como específico à ambiente favorável e o de genótipo 3 como de adaptabilidade ampla. Neste trabalho, verificou que, específicos à ambientes desfavoráveis, os grupos genóticos seriam o 4, 5 e 7. Específicos à ambientes favoráveis, os grupos 2 e 6 e com de adaptabilidade ampla para os grupos genóticos 1 e 3.

Para ganho de peso até 185 dias pós desmama (GP185), pode-se observar na Tabela 14 valores que oscilam entre 58,57 kg a 80,13 kg. Estes são superiores aos encontrado por Barros et al. (2006) em seus estudos com bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes e analisando para característica ganho de peso até 160 dias pós desmama. Estes autores encontraram valores que oscilam

entre 55,30 kg a 73,78 kg para os grupos genotípicos avaliados. Mourão et al. (2006), ao estudarem a população de bovinos de corte compostos em questão, encontraram valores semelhantes para ganho de peso até 185 dias pós desmama, os quais oscilaram de 69,30 kg a 81,70 kg.

Para as estimativas de parâmetros de adaptabilidade para ganho de peso até 185 dias pós desmama foram parecidas às encontradas por Barros et al. (2006), exceto para os grupos genotípicos 1 e 4, que foram considerados de adaptabilidade ampla e para ambientes favoráveis, respectivamente, enquanto que neste estudo foram de ambientes favoráveis e adaptabilidade ampla, respectivamente.

Mourão (2005), analisando escore de musculosidade aos 390 dias em uma população de bovinos compostos no Brasil, encontrou valores que oscilaram entre 3,81 a 4,30 unidades de escore. Estes valores foram maiores aos encontrados neste trabalho que oscilaram entre 3,85 a 4,19 unidades de escore.

Os resultados observados em relação as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade deste trabalho, são consistentes com os relatos de Rezende e Ferreira (2001), no tocante à eficiência da técnica proposta por Eberhart e Russel (1966) em discriminar combinações genotípicas frente aos diferentes ambientes criatórios. Todavia, Rezende e Ferreira (2001) classificaram os genótipos avaliados de forma diferente, em virtude de utilizarem o critério proposto pela metodologia preconizada por Toler (1990) e não a de Eberhart e Russel (1966).

Verificaram-se diferenças entre as classificações dos genótipos neste trabalho e as reportadas por Barros et al. (2006). Este fato pode ter ocorrido em virtude do critério de agrupamento dos ambientes terem sido diferente entre os trabalhos. No trabalho de Barros et al. (2006), foram utilizadas apenas seis fazendas como ambientes de avaliação. No presente estudo, os ambientes foram agrupados por macro-regiões, contemplando várias fazendas, que envolveram inclusive Estados diferentes, como foi o caso do Ambiente 1 (GO, MG e ES), dentro de um único ambiente nas análises conjuntas.

6. CONCLUSÕES

Os achados neste trabalho indicam que as composições genotípicas comportam-se de maneira distinta frente aos estímulos dos ambientes avaliados. Assim, de acordo com índices ambientais observados, o Ambiente 1 (GO, MG e ES) foram os de piores desempenhos e o Ambiente 2 (SP) os de melhores desempenhos para as características de desenvolvimento poderal avaliadas. O ambiente 3 pode ser encarado como intermediário aos ambientes 1 e 2.

Em virtude das condições ambientais serem específicas ou amplas, faz-se necessário o conhecimento de quais composições genotípicas são mais responsivas em cada condição ambiental, para que a heterose seja maximizada dentro de determinado ambiente. Desta forma, se um sistema de produção tem por objetivo venda de animais na desmama (PES205), os genótipos 1 e 4 devem ser recomendados para o Ambiente 1 (GO, MG e ES) por serem específicos a ambientes desfavoráveis. Entretanto se este sistema de produção for localizado no Ambiente 2 (SP), os genótipos 2, 3 e 6 é que devem ser recomendados.

Este mesmo raciocínio acima descrito pode ser aplicado para sistemas de produção de bovinos de corte cruzados cujos objetivos sejam venda de animais aos 13 meses (PES390) ou mesmo para orientar criadores quando da compra de animais para engorda (GP185).

Recomenda-se cautela na interpretação dos resultados associados a MUS390, em virtude desta característica ter sido tratada como uma variável contínua, quando sua natureza de mensuração é tipicamente discreta.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, M.M. et al. Característica de crescimento até a desmama de bovinos da raça Nelore e cruzados Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 40-46, 1998.

ANUALPEC, 2006. **Anuário da pecuária Brasileira**: pecuária de corte. São Paulo: Argos, 2006. 369 p.

BALIEIRO, J.C.C. et al. Estimates of adaptability and stability for post weaning weight gain in crossbred beef cattle raised at five environments in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, suppl. 1, p. 7-7, 2004.

BALIEIRO, J.C.C. **Heterogeneidade de variância na avaliação genética de bovinos da raça Nelore**. 2001. 88 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BARROS, J.B.G. et al. Avaliação da adaptabilidade fenotípica para peso à desmama em bovinos cruzados de corte com diferentes composições raciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-ROM.

BARROS, J.B.G. et al. Estimativas de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em características produtivas em bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 590-598, 2006.

BARTLETT, M.S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v.4, suppl., p.137-147, 1937.

BERRY, D.P. et al. Estimation of genotype-environment interactions, in a grass-based system, for milk yield, body condition score, and body weight using random regression models. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 83, p. 191-203, 2003.

BRADFIELD, M.J.; GRASER, H.U.; JOHNSTON, D.J. Investigation of genotype x production environment interaction for weaning weight in the Santa Gertrudis breed in Austrália. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 48, n. 1, p. 1-5, 1997

BUENO, R.S. et al. Efeito da interação reprodutor x rebanho e reprodutor x rebanho-ano na avaliação genética de animais da raça Pardo-Suiça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campos Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD-ROM.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 309 p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n. 2, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CUNDIFF, L.V. et al. Heterosis for life time production in Hereford, Angus, Shorthorn and crossbreed cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n. 80, p. 2397-2410, 1992.

DICKERSON, G.E. Inbreeding and heterosis in animals. In: PROCEEDINGS OF THE ANIMAL BREEDING AND GENETICS SYMPOSIUM IN HONOUR OF DR. J.L. LUSH.1973, Champaign. **Proceedings...** Champaign: American Society of Animal Science, 1973. p. 54-77.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

ELER, J. P. et al. Influência da interação touro x rebanho na estimação da correlação entre efeitos genéticos direto e materno em bovinos da raça Nelore, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.6, p. 1642-1648, 2000.

EUCLIDES FILHO, K. et al. Idade aos 165 Kg de peso vivo para progênes de Nelore, Fleckvieh, Chianina, Charolês, F1's e Retrocruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p. 899-905, 1998.

FALCONER, D.S. The problem of environment and selection. **The American Naturalist**, Salem, v.86, n.830, p.293-298, 1952.

FAO. 2007. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Desenvolvimento de bovinos de corte compostos no Brasil - O desafio do projeto Montana Tropical. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2000. v. I, p. 100-104.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P; GOLDEN, B.L. Análise genética do composto Montana Tropical. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, n.2, p. 111-113, 1999a.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P; GOLDEN, B.L. A formação do composto Montana Tropical. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 115-117, 1999b.

FERREIRA, V.C.P. et al. Interação genótipo-ambiente em algumas características produtivas de gado de corte no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n.3, p.385-392, 2001.

FIKSE, W.F.; REKAYA, R.; WEIGEL, K.A. Assessment of environmental descriptors for studying genotype by environment interaction. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.82, p. 223-231, 2003.

FRANKE, D.E. et al. Direct and maternal genetic effects on birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 1713-1722, 2001.

GAUCH JUNIOR, H. G; ZOBEL, R. W. Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 1-10, 1988.

HAMMOND, J.. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. **Biological Reviews**, Cambridge, v.22, n.2, p.195-213, 1947.

HOLLOWAY, J.W. et al. Prewaning growth of F1 tropically adapted beef cattle breeds x Angus and reproductive performance of their Angus dams in arid rangeland. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 911-918, 2002.

KRESS, D.D.; DOORNBOS, D.E.; ANDERSON, D.C. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: IV. Maternal heterosis and calf production by two-year-old dams. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 1, p. 54-63, 1990.

LIN, C.Y; TOGASHI, K. Genetic improvement in the presence of genotype by environment interaction. **Animal Science Journal**, Tokyo, vol. 73, p. 3-11, 2002.

LINS, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, 193-198, 1988.

MACNEIL, M.D.; SHORT, R.E.; GRINGS, E.E. Characterization of topcross progenies form Hereford, Limousin and Piedmontese sires. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 1751-1756, 2001.

MCCARTER, M.N.; BUCHANAN, D.S.; FRAHM, R.R. Comparison of crossbreed cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: III. Productivity as three-, four-, and five-year olds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 7, p. 2754-2761, 1991.

MONTALDO, H.H. Genotype by environment interactions in Livestock breeding programs: a review. **Interciência**, Caracas, v.26, n.6, p. 229-235, 2001.

MOURÃO, G.B. et al. Uso de polinômio segmentados para o ajuste do peso à desmama e seu efeito sobre as estimativas de parâmetros genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ-CNPGC/EMBRAPA, 2004.

MOURÃO, G.B. **Estimação de efeitos genéticos aditivos diretos e maternos e não aditivos e, predição do desempenho de pesos, perímetro escrotal e musculabilidade em uma população de bovinos de corte compostos (*Bos taurus* x *Bos indicus*)**. 2005. 109 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

MOURÃO, G.B. et al. Análise de diferentes modelos estatísticos para a predição do desempenho produtivo em uma população de bovinos compostos (*Bos taurus* x *Bos indicus*). In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 51., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: The International Biometric Society, 2006.

MUNIZ, A.A.S.D; QUEIROZ, A.A. Avaliação de características de crescimento pós-desmama de animais Nelore puros e cruzados no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 713-720, 1999.

NOTTER, D.R., TIER, B., MEYER, K. Sire x herd interactions for weaning weight in beef-cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 2359-2365, 1992.

PEROTTO, D. et al. Ganho de peso da desmama aos 12 meses e peso aos 12 meses de bovinos Nelore e cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 3, p. 730-735, 2001.

PEROTTO, D. et al. Peso ao nascimento e a desmama e ganho de peso do nascimento a desmama de bovinos Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n. 4, p. 730-737, 1998.

REZENDE, D.M.L.C.; FERREIRA D.F. Comparação de métodos de estimação da estabilidade fenotípica em animais da raça Holandesa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 179-186, jan. 2001

REZENDE, D.M.L.C.; FERREIRA D.F.; GONÇALVES, T.M. Avaliação da Estabilidade Fenotípica para Produção de Leite em Animais da Raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.735-742, 1999.

RILEY, D.G. et al. Comparison of F1 Bos indicus x Hereford cows in central Texas: I. Reproductive, maternal, and size traits. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 6, p.1431-1438, 2001.

SAS. 1995. **User's guide**: basic and statistic. Cary: SAS, 1995. 1686 p.

SCHOEMAN S.J.; JORDAAN, G.C. Animal x testing environment interaction on postweaning liveweight gains of young bulls. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 49, p. 604-612, 1998.

SOUZA, J.C. et al. 1998. Effect of genotype x environment interaction on weaning weight of nellore calves raised in four different regions of Brazil. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale, Austrália. **Proceeding...** Armidale: WCGALP, 1998. 1 CD-ROM.

SPLAN, R.K.; et. al. Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbreed cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 12, p. 3107-3111, 2002.

TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M. Interação genótipo ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campos Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, R.A. et al. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, supl., p. 1677-1683, 2006.

TOLER, J. E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays.** 1990. 154 p. Thesis (PhD) - Clemson University, Raleigh, 1990.

TORRES, R.A. et al. Heterogeneidade de variância na avaliação genética de bovinos da raça Holandesa no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.1050-1059, 2000.