

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE TOUROS
TABAPUÃ PARA CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO
EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE REBANHOS

STABILITY AND ADAPTABILITY OF TABAPUÃ BULLS
FOR PERFORMANCE TRAITS ACCORDING TO THE HERD
LEVEL

Mariela Ferreira Marçal

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
FEVEREIRO DE 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE TOUROS
TABAPUÃ PARA CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO
EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE REBANHOS

STABILITY AND ADAPTABILITY OF TABAPUÃ BULLS
FOR PERFORMANCE TRAITS ACCORDING TO THE HERD
LEVEL

Mariela Ferreira Marçal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Bahiense Ferraz Filho

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.
Área de Concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
FEVEREIRO DE 2012

Aos meus pais, João e Maria, aos meus irmãos Gisele e Danilo, aos meus sobrinhos Sofia e Luiz Miguel e a Deus, por ter me dado a chance de conhecer pessoas maravilhosas em meus estudos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, energia positiva que traz conforto, paz e anjos em forma de pessoas nos momentos mais difíceis.

Ao meu pai, por sempre me mostrar o “poder de pai” e pelo apoio financeiro e à minha mãe, pela minha educação, disciplina e força de vontade, sempre ao meu lado minha amiga. Por sempre me acompanharem nas alegrias e nas tristezas, mas que principalmente, me trazem infinitamente o grande prazer de viver.

Ao meu extraordinário orientador Professor Doutor Paulo Bahiense Ferraz Filho, pela boa vontade, amizade, orientação e oportunidade. Por sempre me atender com muito carinho, atenção, por me ensinar com sabedoria, paciência e por incentivar e apoiar os meus estudos.

Ao fantástico Professor Doutor Júlio Cesar de Souza, pela amizade, paciência, valiosa “co-orientação”, pelo exemplo e essencial colaboração que possibilitou a realização do projeto.

Ao pesquisador da Embrapa Doutor Luiz Otávio Campos Silva, por me tratar sempre com muito carinho, amizade e ceder um pouquinho da sua vasta inteligência para o meu melhor desempenho nos estudos.

Ao compreensivo Doutor Paulo Roberto da Costa Nobre por me receber, ME OUVIR diante de tantos compromissos e me tratar com muito respeito. OBRIGADA!

À equipe de professores da Pós Graduação em Ciência Animal - UFMS, por transferir seus conhecimentos se preocupando com nosso aprendizado.

Ao Mestrado em Ciência Animal – UFMS e seus funcionários especialmente à Marilete, sempre bem humorada, mesmo quando não é tão bem tratada quanto merece, por se desdobrar para dar atenção aos alunos e estar sempre à disposição de ajudar no que for necessário. O que seria de mim sem você? “Maezona” OBRIGADA!

À ABCZ, por ter cedido os dados para que fosse realizado o meu estudo.

À UFMS, pelo ensino que me proporcionou.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa, pela bolsa de estudos concedida.

SUMÁRIO

	“Página”
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Melhoramento Genético	2
2.2 Base Teórica da Interação Genótipo-Ambiente	4
2.3 Resultados de Pesquisa da Interação Genótipo – Ambiente	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. ARTIGO: Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã em função de índices de rebanhos	12
4.1 Resumo	12
4.2 Introdução	13
4.3 Material e Método	14
4.4 Resultados e Discussões	21
4.5 Conclusões	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE TABELAS

ARTIGO: Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã em função de índices de rebanhos.

Tabela 1. Médias e desvio-padrões dos dados originais das DEPs dos filhos de cada touro em cada rebanho, para peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 (P240) e 420 dias de idade (P420)	16
Tabela 2. Médias dos dados simulados das DEPs dos filhos de cada touro em cada rebanho, para peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 (P240) e 420 dias de idade (P420)	17
Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta para o peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 e 420 dias de idade, considerando a interação touro x rebanho	24
Tabela 4. Dissimilaridade de grupos de rebanhos com base no quadrado médio da interação touro x rebanho (QMTxR)	25
Tabela 5. Estimativas de média das progênies dos touros e índices de rebanho para as DEPs das características P120M, P240 e P420 dias de idade.....	26
Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 120 dias efeito materno (P120M) dos cinco touros avaliados.....	26
Tabela 7. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 240 dias (P240) dos cinco touros avaliados	29
Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 420 dias (P420) dos cinco touros avaliados	31
Tabela 9. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 120 dias efeito materno (P120M)	33
Tabela 10. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 240 dias (P240).....	34
Tabela 11. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 420 dias (P420).....	34

LISTA DE FIGURAS**ARTIGO: Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã em função de índices de rebanhos**

- Figura 1.** Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 120 dias, efeito materno (P120M)28
- Figura 2.** Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 240 dias (P240)..30
- Figura 3.** Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 420 dias (P420)..32

1. INTRODUÇÃO

A investigação da existência de interação genótipo-ambiente é essencial para os programas de melhoramento genético, visto que, as informações para a obtenção das avaliações genéticas são coletadas a partir do fenótipo do animal determinado não só pelos seus genes, mas também pela nutrição, temperatura, condições sociais e muitos outros aspectos de seu ambiente denominados fatores não genéticos (Futuyama, 2009).

Quando ocorre a interação genótipo-ambiente o desempenho de dois ou mais genótipos pode variar por intermédio do fenótipo em função da exposição do animal às dissimilaridades ambientais (Teixeira et al. 2006), ou seja, os conjuntos de genes responsáveis pela expressão de determinada característica podem variar em desempenho nos lugares constituídos por grande heterogeneidade de ambientes, como é o caso do Brasil (Frisch, 1981).

A propagação de técnicas que visam aumentar a eficiência do rebanho faz com que ocorra uma rápida disseminação de sêmen de inúmeros touros, proporcionando ganhos em várias características de produção, porém a avaliação dos animais através de suas progênes em diferentes ambientes apresenta um crescimento acentuado, e a interação genótipo - ambiente tem sido detectada na maioria dos estudos (Souza, et al., 2003; Toral et al., 2004; Lopes et al., 2008).

A interação genótipo-ambiente é um desafio tanto para indicação de genótipos superiores, quanto para os programas de melhoramento genético, pois resulta em estimativas viesadas dos parâmetros genéticos. Sendo a seleção realizada com base em médias de vários ambientes, não se tem certeza dela indicar os melhores em cada ambiente, pois as interações não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais (Cruz & Regazzi, 1994).

A identificação de touros adaptados e estáveis para as diferentes rebanhos pode ser uma ferramenta essencial na expansão da produtividade, e complementar no processo da interação que envolva touros e rebanhos (Cruz, 2005). As análises de estabilidade e de adaptabilidade possibilitam a identificação de touros de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações de rebanho, em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 1994). Adaptabilidade é a capacidade potencial de um touro responder as variações do rebanho enquanto que a estabilidade refere-se a capacidade dos mesmos mostrarem um comportamento altamente previsível em função de variações de rebanho (Lin et al. 1986).

As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade são fundamentais para constatar a existência de interações e distinguem-se quanto aos conceitos associados aos parâmetros estimados, procedimentos biométricos adotados, exigências para utilização e quanto ao número de parâmetros a serem interpretados de forma que todas as metodologias apresentem vantagens e limitações (Vencovsky & Barriga, 1992). O propósito deste trabalho foi estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de touros da raça Tabapuã mediante as diferenças no nível genético médio existentes nas matrizes dos rebanhos, por meio de metodologias de regressão linear.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MELHORAMENTO GENÉTICO

O propósito de um programa de melhoramento genético em gado de corte é o de utilizar a variabilidade genética da população para aumentar a produção dos animais (Falconer & Mackay, 1996). Para esta finalidade utilizam-se as boas práticas de manejo, base para o início da avaliação genética, que se inicia dentro da fazenda, pela correta identificação dos animais e formação de lotes de manejo o que possibilita a coleta de dados não tendenciosos e a conectabilidade entre grupos contemporâneos (Foulley et al., 1990; Van Vleck, 1987).

O conjunto de dados coletados na fazenda (pesos, aferições, datas, e observações) é fenotípico, uma vez que os caracteres de interesse econômico são controlados por muitos genes. Desta forma, a avaliação genética faz uso de uma metodologia estatística capaz de demonstrar a contribuição da genética deste animal que pode ser transmitida as suas progênes.

A avaliação genética identifica o potencial genético de um rebanho, para a utilização dos métodos da seleção e de acasalamento visando o melhoramento genético dos animais por meio das DEPs fazendo uso das metodologias de modelos mistos que utilizam as estimativas dos componentes de (co)variância por *máxima verossimilhança restrita (REML)* por meio do *BLUP (Best Linear Unbiased Prediction ou Melhor Preditor Linear não Viesado)*, sob o modelo animal (Van Vleck, 1993). As *Diferenças Esperadas nas Progênes (DEP)* estimam a metade do valor genético do animal e o *BLUP* possibilita a correta ponderação destas diversas fontes de obtenção das *DEPs* para características de importância econômica e remove a incerteza associada ao valor das *DEPs* denominada acurácia (Van Vleck, 1993; Ribeiro, 2006).

O Peso aos 120 dias na fase materna (P120M) é uma característica definida como a habilidade materna, ou seja, habilidade da mãe em participar também no processo de aprendizagem do bezerro, proporcionando um meio adequado para o seu desenvolvimento (Pereira et al., 2004; Trovo et al 1996). A influência da mãe pode afetar o peso do bezerro até um ano de idade, conforme resultados encontrados por Biffani et al. (1999), já Meyer et al.(1998), encontraram efeito genético materno aditivo para os pesos 550 dias de idade. Geralmente, os valores médios das características nos descendentes do cruzamento de duas raças ou linhagens podem variar conforme a raça da mãe. Essas diferenças de devem à superioridade das mães de uma raça ou linhagem em relação às de outra (Falconer, 1989).

O peso aos 240 dias efeito direto, a desmama, é uma característica que fornece informações que subsidiam a avaliação do potencial de crescimento individual dos bezerros e também se constitui no principal parâmetro de avaliação de habilidade materna ou seja, utilizada para avaliar o peso que o animal ganhou durante a fase de lactação, avaliando a habilidade materna (Carvalho, 1998). O desenvolvimento do bezerro até à desmama é determinado pelo genótipo, ambiente, suas interações e também o efeito materno (Malhado et al. 2004). Para programas de melhoramento genético esta característica é importante, pois além de avaliar o efeito direto do animal para ganho de peso, pode também avaliar o efeito materno da vaca para produção de leite, permitindo a seleção para habilidade materna (Eller, 2000). Diversos estudos mostram uma correlação alta entre o peso a desmama e os pesos subseqüentes (Toral et al. 2004; Lopes et al. 2008).

O peso ao sobreano mede o potencial de desenvolvimento direto do animal em ganhar peso, é mais livre do efeito materno encontrado nas idades anteriores e apresenta correlações mais altas com o peso ao abate (Eller, 2000). Muito comum a venda de machos aos 18 meses como futuros reprodutores ou pesos usados para venda. (Bergmann, 1996; Ferraz Filho, 2002).

Os pesos nas diferentes idades são correlacionados positivamente, ou seja, a seleção por peso ao longo do tempo conduz ao incremento de peso à idade adulta (Bullock et al., 1993; Albuquerque e El Faro, 2002; Mercante, 2004). Este é um ponto relevante, já que a manutenção da genética das fêmeas no rebanho é um fator determinante da eficiência econômica dos sistemas de produção. Todavia, o maior prejuízo do criador está relacionado ao desempenho reprodutivo das fêmeas em relação aos sistemas de produção em que estão sendo criadas, uma vez que, no Brasil, as terras menos férteis ou de fronteiras são aquelas mais utilizadas pela pecuária bovina, em sistemas de pastagens tropicais, pois quando este ambiente não supre as necessidades das matrizes, os índices de fertilidade caem

consideravelmente (Lanna et al., 1998; Vargas et al., 1999). Esses estudos permitem concluir que não existe um genótipo ideal para todas as possibilidades de ambientes.

2.2. BASES TEÓRICAS DA INTERAÇÃO GENÓTIPO – AMBIENTES

A interação genótipo-ambiente vem sendo estudada e aguçando discussões ao longo do tempo. Lush (1945) recomendava que os animais devessem ser avaliados no ambiente em que suas progênes seriam criadas e ali permanecer, para dar oportunidade aos genes desejados de se expressarem para fins de seleção. Contestando o pensamento de Lush após dois anos, Hammond (1947) propôs que os animais deveriam ser selecionados nos melhores ambientes, para que pudessem expressar os genes de interesse. Já Falconer em 1952, sugeriu que os genes responsivos pela expressão de determinado caráter poderia variar de acordo com o ambiente de criação enquanto Dickerson (1962) sugeriu que a mudança genética em ambientes diferentes do ambiente de seleção seria proporcional à correlação genética entre os desempenhos nos dois ambientes.

A interação genótipo-ambiente tem diversas definições na literatura, todavia, todas comparam o desempenho de dois ou mais genótipos em ambientes distintos (Haldane, 1946; Mc Bride 1958; Dumlop, 1962; Vencovsky & Packer, 1976; Browman 1981; Tess et. al., 1984; Falconer & Mackay 1996; Souza et.al., 1994; Toral., 2004; Diaz et. al., 2011). Nesse caso, o comportamento dos genótipos em um determinado ambiente pode não ser coincidente em outro (Ramalho et al., 1993). Essas alterações devido a diferenças ambientais podem ocasionar reclassificação dos animais ou uma mudança em escala. (Lync & Walsh, 1998).

A interação genótipo – ambiente pode ser avaliada através da estimativa da correlação genética (r_g) de um mesmo caráter expresso em um mesmo ambiente, em que os valores desta correlação podem indicar a existência da interação genótipo – ambiente, se o valor encontrado for maior que 0,8, ausência da interação se o valor for igual a 1, os genes agem de maneira similar com a dissimilaridade ambiental e valores menores que 1 e maiores que 0,8, indicam uma similaridade parcial no comportamento dos genótipos (Robertson, 1959).

A análise de variância é outra forma de se avaliar o efeito da interação genótipo – ambientes em modelos que incluem fatores de classificação cruzada, por exemplo: combinação do efeito do genótipo (G) e o efeito do ambiente (A), em que se pode testar o efeito da interação genótipo por ambientes (Van Vleck 1963).

Os dados fenotípicos coletados na fazenda são respostas da constituição genética do animal e da interação de seus genes com os efeitos não genéticos, ou seja, o ambiente indica o

grau de expressividade do genótipo e quanto maior for a influencia do ambiente nas ações dos genes, menor será a confiabilidade da estimativa do genótipo do animal (Pereira, 2008; Cruz & Regazzi, 2004).

Um genótipo responde produzindo diferentes fenótipos quando este é exposto a diferentes ambientes. Esta heterogeneidade de ambientes proporciona oportunidades deiferentes de expressão para um mesmo genótipo, ou seja, a resposta pode variar de um genótipo para outro o que dificulta a identificação de animais geneticamente superiores com ampla adaptabilidade. (Correa, 2007; Weigel, 2000).

O Fenômeno da interação genótipo – ambiente é de extrema importância nos programas de melhoramento. A partir dele é possível executar uma seleção de genótipos com adaptação ampla ou específica, escolher locais de seleção, identificar o nível de estresse nos ambientes e de genótipos a serem avaliados em cada fase de seleção (Fox et al., 1997).

2.3. RESULTADOS DE PESQUISA DA INTERAÇÃO GENÓTIPO – AMBIENTE

Notter, Tier & Meyer (1992), ao avaliar a interação de touros-rebanhos encontraram interações significativas em todos os casos, mensurando-as em 3,3% da variância fenotípica. E no Brasil, no Estado de Minas Gerais, Ferreira et al. (2001) sugeriram a existência de sub-regiões em 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.

Campelo et al. (2003) verificaram a influência da heterogeneidade de variâncias na avaliação genética de bovinos da raça Tabapuã e encontraram correlações entre os valores genéticos maiores do que 0,93. Os autores concluem que apesar da variância genética e ambiental, das herdabilidades e das médias e desvios-padrão dos valores genéticos dos reprodutores terem aumentado com o aumento do desvio-padrão fenotípico da classe, a heterogeneidade de variâncias não causou mudança na classificação dos reprodutores.

Fridrich et al. (2005), avaliaram a interação genótipo – ambiente para os pesos aos 205 (P205) e 365 (P365) dias de idade de bovinos da raça Tabapuã nas diversas regiões brasileiras, observaram efeito da interação genótipo – ambiente para 205 somente nas combinações que envolvem a região Nordeste e as regiões Sul e Sudeste, e para P365 o efeito da interação genótipo – ambiente foi evidenciado em todas as combinações que incluíram a região Nordeste, além de observar mudanças na classificação dos touros nas diversas regiões para ambas as características estudadas.

Rezende & Ferreira (2001) compararam métodos de estimação da estabilidade fenotípica em animais de diferentes porcentagens de alelos (31/32, GC1; GC2; GC3, de GC4 a GC11 e PO) na raça Holandesa. Estes animais foram separados em 14 ambientes diferentes no Estado de Minas Gerais. Os métodos de análises avaliados para estimação dos parâmetros de estabilidade foram o de regressão Eberhart & Russel, (1996) e Cruz, Torres & Vencovsky, (1989) e o de desvio do desempenho máximo (Lins & Binns, 1988) e o AMMI. Os melhores métodos avaliados para a utilização em análises com animais foram, por ordem, o de regressão seguido do desvio do desempenho máximo.

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 genotípicas e avaliados em seis fazendas do Brasil. Os autores estimaram parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, utilizando o método proposto por Eberhart & Russel, (1966) e Cruz, Torres & Vencovsky, (1989) e concluíram as análises de adaptabilidade pelo método de regressão podem ser úteis em discriminar o comportamento das combinações genotípicas dentro dos diferentes ambientes de criação.

Souza et. al. (2003) estimaram os parâmetros genéticos e ambientais em oito regiões do país e verificaram uma importância significativa da interação genótipo por ambientes no peso à desmama em animais da raça Nelore. Resultados similares foram encontrados por (Teixeira et, al., 2006 ; Simonelli et. al., 2004, Toral et. al., 2004, Lopes et al., 2008), em animais da raça Nelore. Fridrich et. al. (2003), em animais da raça Tabapuã. Newman et al. (2002) ao mensurarem características de desempenho e carcaça em bovinos de diversas raças, identificaram alterações dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos atribuídos à interação na Austrália. Espasadin et al. (2004), com animais da raça Angus e Lee & Bertrand (2002) em animais da raça Hereford entre países.

Diante destes estudos, fica evidente que há muitas metodologias de análise para identificar a reação dos genótipos frente a dissimilaridade ambiental. Porém, estes estudos não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente as variações ambientais. (Cruz & Regazzi, 2001). Metodologias que permitem identificar o comportamento previsível dos genótipos frente as variações ambientais, são denominados análise de adaptabilidade e estabilidade.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE L.G.; EL FARO, L. Consequencias da correlação genética entre características. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS – OS MITOS E A REALIDADE DA CARNE BOVINA, 5., Uberaba, 2002. Anais... Uberaba 2002. P.269 – 270.
- BARROS, J.B.G.; BALEIRO,J.C.C; ELER,J.P.; FERRAZ,JB.S. et al. Estimativas de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas em características produtivas em bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.4, p.590 – 598, 2006.
- BERGMANN, J.A.G. Objetivos e critérios de seleção. In: WORKSHOP SELEÇÃO EM BOVINOS DE CORTES. Salvador, 2003. Anais... Ribeirão Preto: ANCP, 2003. CDROM
- BIFFANI,S. Caratteristiche riproduttive di femmine di razza Chianina e Nelore alleviate nel Nord Este del Brasile. Firenze: Università degli studi di Firenze, 1999. 104p, Tese (Doutorado em Scienze Zootecniche) – Università degli Studi di. Firenze, 1999.
- BOWMAN, J.C. Introdução ao Melhoramento genético animal. São Paulo, EDU – EDUSP, 1981.87p.
- BULLOCK, K.D.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in polled Hereford cattle. Journal of Animal Science, v.71, p. 1737-1741, 1993.
- CAMPELO, J.E.G.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A. et al. Influência da heterogeneidade de variância na avaliação genética de bovinos de corte da raça Tabapuã. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. V.55, n.6, p.685-693, 2003.
- CARVALHO, F.A.N. A saga do Simental no Brasil. 1ed. Curitiba: Mediograf, 1998. 422p.
- CORRÊA, M.B.B.; DIONELLO, N.J.L., CARDOSO, F.F. Efeito da interação genótipo x ambiente na avaliação genética de bovinos de corte, Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.13, n.2, p. 153-159, 2007.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2ed.Viçosa: UFV, imprensa universitária, 1994. 390 p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, CD Princípios da genética quantitativa. v.2. Viçosa: UFV, 2005. 585p.

DIAZ, I.D..P.S. NETO, F.R.A. Interação genótipo x ambiente e características pré-desmama em animais da raça Simental em duas estações de nascimento. Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília, v.46, n.3, p.323-330, 2011.

DICKERSON, G.E. Implication of genetic-environmental interaction in animal breeding. Animal Production, v.4, n.1, p.47-63, 1962.

DUMLOP, A.A. Interaction between heredity and environment in the Australian Merino. I. Strain x location interactions in wool traits. Australian Journal of Agricultural Research, v.13, p.503-531, 1962.

ELLER, 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.

ESPASANDIN, A.C.; ALENCAR, M.M.; URIOSTE, J.I. Interação genótipo x ambiente para peso à desmama de animais da raça Angus do Brasil e do Uruguai. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal. 2004 Pirassununga. Anais... Pirassununga: [s.n.] 2004. (Resumo).

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

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. Harlow:Longman group Ltda,1996. 464p.

FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed New York: Longman Group Limited, New York, 1989, 340 p

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A. ; SILVA, L.O.C. et al. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos à desmama e pós desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p. 635-640, 2002.

FERREIRA, V.C.P.; PENNA, V.M.; BERGMAN, J.A.G. et al., Interação genótipo-ambiente em algumas características produtivas de gado de corte no Brasil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia, v.53, n.3 p. 385-392, 2001.

FOULLEY, J.L.; BOUIX, J.; GOFFINET, B.; ELSEN, J.M. Connectedness in genetic evaluation. In: GIANOLA, D. ; HAMMOND, K. Advances in Statistical Methods for genetics Evaluation. Berlin : Speinger – Verlad, 1990

- FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.; FRIDRICH, D. et al. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos de características ponderais de bovinos Tabapuã. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.57, n.5, p.663 – 672, 2005.
- FRISCH, J.E. Changes occurring in cattle as a consequence of selection for growth rate in a stressful environment. *Journal of Agricultural Science*, v.96, p.23-38, 1981.
- FUTUYAMA, D. J. *Biologia evolutiva*, Ribeirão Preto: Funpec, 2009. p.39-41.
- HALDANE, J.B.S. The interaction of nature and nurture. *Annals of Eugenics*, v.13, p.197-205, 1946.
- HAMMOND, J. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. *Biological Review*, v.22, n.2, p.195-213, 1947. Maringá, Anais... Maringá: [s.n.] 2009. (Resumo).
- LANNA, D.P.; PARKER, I.U. Eficiência biológica e econômica de bovino de corte In: **WORKSHOP: QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE**, 1., São Carlos. Anais... São Carlos: EMBRAPA-CPPSE/São Carlos, 1998. 172p
- LEE, D.H. ; BERTRAND, J.K. Investigation of genotype x country interactions for growth traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*. V.80, p.330-337, 2002.
- LIN, C.S. et al. Stability analysis. Where do we stand? *Crop Science*, v.26, n.5, p.894-899, 1986
- LOPES, J.S.; ROTATO, P.R.N. et al. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa v.37, n.1, 2008.
- LUSH, J.L. *Animal breeding plans*. Ames: Iowa State College, 1945. 443p.
- LYNC, M.; WALSH, J.B. *Genetics and analysis of quantitative traits*. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, 1998.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO,R. et al. Análises das pastagens de Indubrasil na Bahia. In: **CONGRESSO MORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL**, 3. 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: [s.n.] 2004. (Resumo).
- MCBRIDE, C. The environment and animal breeding problems. *Animal Breeding Abstract*, v.26, n.4, p.349-358, 1958.
- MERCADANTE M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G.; et al. Programa de Seleção da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho: resultados de pesquisas e sumários de touros Nelore. Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2004.

- MEYER, K. Estimatives of genetics parameters and breeding values for New Zealand and Australian Angus cattle. *Journal of Agricultural Research*. Australian: n.46, p. 1219 – 1229, 1992.
- MEYER, K. Estimating covariance functions for longitudinal data using a random regression model. *Genetics selection Evolution*, v.30, p.221-240, 1998.
- NEWMAN, S. ; REVERTER, A. ; JOHSTON,D.J. Puberred-crossbred performance and genetic evaluation of postweaning growth and carcass traits in *Bos indicus* x *Bos taurus* crosses in Australia. *Journal of Animal Science*. v. 80, p.1801 – 1908, 2002.
- NOTTER, D.R. ;TIER, B. ; MEYER, K. Sire x herd interactions for weaning weight in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 8, p. 2359-2365, 1992.
- PEREIRA, J.C.C. *Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal*. FEPMVZ, Belo Horizonte: 2004. 341p.
- REZENDE, D.M.L.C; FERREIRA, D.F. Comparação de Métodos de estimação da estabilidade fenotípica em animais da raça Holandesa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V.36, p. 179 – 186, 2001.
- RIBEIRO, S. Estudo da interação genótipo x ambiente em algumas características produtivas na raça Nelore. 2006. 72p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- ROBERTSON, S. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics*, v.15, n.3, p. 469-485. 1959.
- SIMONELLI, S.M.; MARTINS, H.N.; SAKAGUTI, E.S. et al. Interação genótipo x ambiente para peso à desmama, ao ano e ao sobreano na raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2004 Pirassununga. Anais... Pirassununga [s.n.] 2004. (Resumo).
- SOUZA, J.C.; FERRAZ FILHO, P.B.; VALENCIA, E.F.T. et al. Estudo comparativo de peso ao desmame de bezerros filhos de touros Zebu e Europeu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. Anais... Maringá: 1994. p.181.(Resumo).
- SOUZA, J.C.de; GADINI, C.H.; SILVA, L.O.C. et al. Estimatives of genetic parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weight in Nelore cattle. *Archives Latinoamerican os productions animal*. 2003.
- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR M.M. et al. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1677 – 1683, 2006.

- TESS, M.W.; JESKE, K.E.; DILLARD, E.U. et al. Sire x environment interactions for growth traits of Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v.59, n.6, p.1467-1476. 1984.
- TORAL, F.L.B. et al. Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1445-1455, 2004.
- TROVO, J.B. et al. Avaliação genética em bovinos de corte utilizando estruturas de dados não convencionais. In: Congresso brasileiro das raças Zebuínas, 2. Uberaba Anais... Uberaba: ABCZ, 1996. P. 107.
- VAN VLECK, L.D. selection when traits have different genetic and phenotypic variances in different environments. *Journal of Dairy Science*, v.70, n.1, p.337-344. 1987.
- VAN VLECK, L.D. Selection Index and Introduction to Mixed model Methods for Genetic Improvement of Animals: the green book. Florida: CRCPress, 1993
- VARGAS, C.A.; OLSON T.A.; CHASE A.C.; et al. Influence of frame size and body condition score on performance of Brahman cattle. *Journal of Animal Science*. V. 77, p.3140-3149, 1999.
- VENCOVSKY, R.; PACKER, I.U. Interação genótipos x ambientes no melhoramento de bovino de corte e leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS. Jaboticabal, 1976. Anais... Jaboticabal: editores: José Carlos de Moura e Mirian Ramalho Luz, 1976. p. 91-102.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486
- WEIGEL, K. A. REKAYA, R. A multiple trait herd cluster model for international dairy sire evaluation. *Journal Dairy Science*. Champaing, v.83 p 821.

4. Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã em função de índices de rebanhos

RESUMO: Com objetivo de estudar a estabilidade e a adaptabilidade de bovinos da raça Tabapuã para as características de peso aos 120 (efeito materno), 240 e 420 dias de idade empregou-se metodologias de regressão linear. As análises incluíram as Diferenças Esperadas nas Progênie (DEP) de cinco reprodutores em quatro rebanhos localizados em fazendas nos estados da Bahia (rebanhos 1 e 2), Paraná (rebanho 3) e Minas Gerais (rebanho 4). A interação touro x rebanho foi significativa e evidenciou um diferencial no comportamento dos touros avaliados nos diferentes rebanhos. Observaram-se touros perfeitamente adaptados e de estabilidade satisfatória, de melhor adaptação geral, e com adaptação específica a rebanhos favoráveis e desfavoráveis, sendo que a concordância entre as metodologias utilizadas foi a indicação para rebanhos favoráveis e o método proposto por Eberhart & Russel (1966) foi indicado como a melhor escolha por ser de fácil utilização e de interpretação direta.

Palavras-chave: Gado de corte, interação touro-rebanho, previsibilidade genotípica

Stability and adaptability of bulls Tabapuã rates due livestock

ABSTRACT: In order to study the stability and adaptability of cattle Tabapuã for the characteristic weight at 120 (maternal effect), 240 and 420 days of age, we used methods the linear regression. The analysis included differences in the expected progeny of five sires in herds located in four farms in the states of Bahia (herd 1 and 2), Paraná (herd 3) and Minas Gerais (herd 4). The sire x herd interaction was significant and showed a difference in the behavior of bulls evaluated at different herds. Bulls were observed perfectly adapted and satisfactory stability, better adaptation of general and specific adaptation to favorable and unfavorable herds, and the agreement between the methods used was the indication in favorable herds and the method proposed by Eberhart & Russell (1966) was nominated as the best choice because it is easy to use and straightforward interpretation.

Key words: Beef cattle, genotypic predictability, sire-herd interaction

4.2 Introdução

Em melhoramento as interações mais esclarecedoras são as que envolvem o genótipo dos animais relacionado ao rebanho, avaliando as respostas dos genótipos nos diferentes rebanhos. Logo, é possível identificar o tipo biológico apropriado para um determinado rebanho, e quantificar as respostas das características economicamente desejáveis de acordo com o touro e o rebanho. No entanto, há um desafio dentro dos programas de melhoramento genético quanto à indicação de touros. Esses podem ser bons em um rebanho, mas não apresentar a mesma resposta em outros (Souza et al. 1998). A identificação de touros adaptados e estáveis para as diferentes regiões pode ser uma ferramenta essencial na expansão da produtividade, e complementar no processo da interação que envolva touros e rebanhos (Cruz, 2005). As análises de estabilidade e de adaptabilidade possibilitam a identificação de touros de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações dos rebanhos, em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 1994). Adaptabilidade é a capacidade potencial de um touro responder positivamente as variações do rebanho enquanto que a estabilidade refere-se a capacidade dos mesmos mostrarem um comportamento altamente previsível em função de variações dos rebanhos (Lin et al. 1986). As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade são fundamentais para constatar a existência de interações e distinguem-se quanto aos conceitos associados aos parâmetros estimados, procedimentos biométricos adotados, exigências para utilização e quanto ao número de parâmetros a serem interpretados de forma que todas as metodologias apresentem vantagens e limitações (Vencovsky & Barriga, 1992). O propósito deste trabalho foi estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de touros da raça Tabapuã mediante as variações genéticas existentes nas matrizes dos rebanhos, por meio de metodologias de regressão linear.

4.3 Material e Métodos

As DEPs (Diferenças Esperadas nas Progênes) para peso (kg) aos 120 (efeito materno, P120M), 240 (P240) e 420 dias de idade (P420) foram usadas para o estudo da estabilidade e adaptabilidade referentes à população de bovinos compostas por cinco touros da raça Tabapuã, com progênes criadas em três diferentes regiões do Brasil: Bahia (rebanhos 1 e 2), Paraná (rebanho 3) e Minas Gerais (rebanho 4). A estatística descritiva é vista na Tabela 1.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos dados originais das DEPs dos filhos de cada touro em cada rebanho, para peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 (P240) e 420 dias de idade (P420)

P120M		Rebanhos			
Touro	1	2	3	4	
1	0,33 ± 0,67 (47)	0,18 ± 0,65 (38)	0,40 ± 0,81 (84)	0,94 ± 1,43 (26)	
2	0,17 ± 0,69 (106)	0,31 ± 0,58 (48)	0,12 ± 0,65 (23)	0,21 ± 0,96 (9)	
3	3,00 ± 0,53 (11)	2,88 ± 0,77 (37)	3,19 ± 0,64 (22)	2,81 ± 0,82 (86)	
4	1,52 ± 0,63 (22)	1,68 ± 0,79 (23)	2,37 ± 0,63 (46)	1,43 ± 0,62 (15)	
5	1,38 ± 0,72 (39)	2,20 ± 0,74 (61)	2,74 ± 0,47 (7)	1,75 ± 1,08 (200)	
P240		Rebanhos			
Touro	1	2	3	4	
1	2,99 ± 1,87 (47)	1,96 ± 1,85 (38)	2,80 ± 2,35 (84)	3,31 ± 1,79 (26)	
2	0,76 ± 2,33 (106)	0,67 ± 1,78 (48)	0,06 ± 2,45 (23)	0,53 ± 2,37 (9)	
3	1,27 ± 2,21 (11)	0,61 ± 2,96 (37)	0,79 ± 2,05 (22)	1,01 ± 2,08 (86)	
4	2,82 ± 2,61 (22)	1,96 ± 3,22 (23)	1,46 ± 2,08 (46)	1,55 ± 1,34 (15)	
5	2,78 ± 2,17 (39)	3,87 ± 2,48 (61)	4,59 ± 1,35 (7)	3,67 ± 2,37 (200)	
P420		Rebanhos			
Touro	1	2	3	4	
1	3,91 ± 2,71 (47)	2,43 ± 2,15 (38)	3,30 ± 3,02 (84)	4,73 ± 2,21 (26)	
2	-0,37 ± 2,53 (106)	-0,39 ± 2,36 (48)	-2,79 ± 3,37 (23)	-0,91 ± 3,50 (9)	
3	1,24 ± 2,87 (11)	0,19 ± 3,05 (37)	0,26 ± 3,11 (22)	0,99 ± 2,51 (86)	
4	1,72 ± 2,88 (22)	1,20 ± 3,51 (23)	1,67 ± 1,83 (46)	2,27 ± 1,63 (15)	
5	5,18 ± 2,80 (39)	6,61 ± 2,69 (61)	7,64 ± 2,64 (7)	6,40 ± 2,85 (200)	

*() Numero de observações

Devido à necessidade de obter um número igual de repetições (progênies) por touro, nos procedimentos de análise, foi utilizado o método Monte Carlo o qual gerou um novo arquivo com 2.400 informações sendo 120 repetições por touro e por rebanho, baseando nas médias e desvio-padrões das DEPs dos filhos de cada touro para a característica, em cada rebanho, as quais são apresentadas na Tabela 2. Foram realizados testes de comparação de médias entre os valores da Tabela 1 e os valores da Tabela 2, para verificar a correção do procedimento de simulação, sendo que as diferenças não foram significativas pelo teste t, ao nível de significância de ($P < 0,001$).

Tabela 2. Médias dos dados simulados das DEPs dos filhos de cada touro em cada rebanho, para peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 (P240) e 420 dias de idade (P420)

P120M		Rebanhos			
Touros	1	2	3	4	
1	0,38	0,23	0,46	1,04	
2	0,21	0,35	0,17	0,28	
3	3,04	2,99	3,24	2,87	
4	1,56	1,73	2,41	1,48	
5	1,44	2,26	2,77	1,77	
P240		Rebanhos			
Touros	1	2	3	4	
1	3,13	2,09	2,97	3,44	
2	0,93	0,80	0,24	0,70	
3	1,43	0,82	0,94	1,61	
4	1,16	2,19	1,61	1,64	
5	2,94	4,04	4,69	3,84	
P420		Rebanhos			
Touros	1	2	3	4	
1	4,10	2,59	3,52	4,90	
2	-0,19	-0,22	-2,55	-0,66	
3	1,44	0,41	0,48	1,17	
4	1,93	1,45	1,80	2,38	
5	5,38	6,80	7,83	6,60	

O conjunto de dados referentes às características avaliadas foi submetido à análise de variância em cada rebanho para verificar a existência de variabilidade genética entre as médias das progênes dos touros testados em cada região e também para conhecer a magnitude dos parâmetros genéticos. A análise de variância conjunta foi realizada com a finalidade de detectar a interação entre os touros e os rebanhos. Para tanto, foi construído um arquivo de dados onde constam as informações de ambiente (rebanhos), genótipo (touros) e repetição (progênes dos touros) e o valor simulado da DEP para P120M, P240 e P420. Cada observação fenotípica foi descrita pelo seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

em que:

μ : média geral;

G_i : efeito do i -ésimo touro ($i=1,2,\dots, 5$);

A_j : efeito do j -ésimo rebanho ($j=1,2,\dots,4$);

GA_{ij} : efeito da interação do i -ésimo touro com o j -ésimo rebanho;

ϵ_{ijk} : erro aleatório.

Identificar se há, entre os rebanhos disponíveis, padrões de similaridade de respostas dos touros é de fundamental importância, e para isso realizou-se análises de dissimilaridade de rebanhos com base no quadrado médio da interação touro por pares de rebanhos. As estimativas de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas pelos métodos de regressão linear proposto por Finlay & Wilkinson (1963), Eberhart & Russel (1966) e Tai (1971).

A metodologia proposta por Finlay & Wilkinson (1963) consiste em definir o índice de rebanho como a média de todos touros em cada rebanho. Cada touro tem uma resposta ao efeito das variações no índice de rebanho, que neste caso foi composto das médias do valor genético das matrizes e devido a amostragem mendeliana dentro de cada rebanho. Para cada touro realizou-se uma análise de regressão linear simples da variável dependente (média da DEP simulada para P120M, P240 e P420 dos filhos daquele touro) em relação ao índice de rebanho, obtido pela média das DEPs para P120M, P240 e P420 de todos os touros em um dado rebanho. Os coeficientes dessa regressão estão relacionados aos conceitos de

estabilidade e adaptabilidade fenotípica. Para o cálculo de regressão aplica-se o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i}X_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = média do touro i, no rebanho j;

β_{oi} = constante da regressão;

β_{1i} = coeficiente de regressão linear;

X_j = índice ambiental definido por: $X_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij}$: desvio da média do rebanho em relação a média geral;

δ_{ij} = desvio da regressão;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

Para facilitar o cálculo adotou-se o índice ambiental codificado (I_j), obtido por:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

Dessa forma verificou-se o $\sum_i I_j = 0$,

E, com a utilização deste índice têm-se:

$\beta_{oi} = \bar{Y}_i$ = média dos touros i.

Para estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, empregou-se o modelo

$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i}X_j + \delta_{ij}$ ($\delta_{ij} = \delta + \bar{\varepsilon}_{ij}$), este pode ser calculado matricialmente por:

$Y = X\beta + \varepsilon$, para cada i.

Deste modo, têm-se:

Y : vetor (a x 1) de médias do touro i nos vários rebanhos;

X : matriz (a x p), sendo p o número de parâmetros a serem estimados;

β : vetor de parâmetros (p x 1);

ε : vetor (a x 1) de erros.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade para os touros avaliados nos quatro rebanhos foram interpretados com base nos coeficientes de regressão linear (β_{1i}) e nas médias (β_{oi}), os quais medem as respostas de um touro i, a diferença no nível genético médio das matrizes dos rebanhos. Touros com coeficientes de regressão próximos a um ($\beta_{1i} = 1$), são considerados de estabilidade média, se associados a altos rendimentos (β_{oi}), são de adaptabilidade ampla; senão, são pouco adaptados a todos os rebanhos. Coeficientes de

regressão dos touros maiores que um ($\beta_{1i} > 1$), caracterizam estabilidade abaixo da média, e adaptabilidade específica a rebanhos em que as médias genéticas das matrizes são mais altas. Touros com coeficientes de regressão menores que um ($\beta_{1i} < 1$), apresentam estabilidade acima da média e adaptação específica a rebanhos em que a média genética das matrizes é mais baixa. Coeficientes de regressão iguais ou próximos de zero definem estabilidade absoluta (Cruz & Regazzi, 1997).

Uma avaliação da hipótese $H_0 : \beta_{1i} = 1$ é feita por meio do teste t, cuja estatística é dada por:

$$t = \frac{\beta_{1i} - 1}{\sqrt{\widehat{V}(\beta_{1i})}}$$

Com intuito de aperfeiçoar a metodologia proposta por Finlay & Wilkinson (1963), Eberhart & Russel (1966) ampliaram o modelo em que, para cada touro foi elaborada uma análise de regressão, utilizando-se o índice de rebanho (I_j), constituído pelas médias do valor genético das matrizes e devido à amostragem mendeliana dentro de cada rebanho como variável independente. Desta forma, é considerado que um touro com coeficiente de regressão superior a 1,0 tem comportamento consistentemente superior em rebanhos favoráveis, enquanto um que apresenta coeficiente de regressão inferior a 1,0 é tido como de desempenho relativamente superior em rebanhos desfavoráveis. A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão dão uma estimativa da previsibilidade do material genético (Cruz & Carneiro, 2003).

Nesta metodologia o ideal é aquele que apresenta produtividade média alta, ($b_i = 1$) e ($\sigma_{di}^2 = 0$).

O modelo estatístico para esta metodologia é descrito a seguir:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : média do touro i no ambiente j;

β_{oi} : média do touro i considerando todos os ambientes;

β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i-ésimo touro à variação do ambiente;

I_j : índice ambiental codificado ($\sum_j I_j = 0$);

δ_{ij} : desvio de regressão;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

Para este método têm - se que a adaptabilidade é ampla, se o coeficiente de regressão for igual a um ($\beta_{1i} = 1$). Adaptado a rebanhos favoráveis, se o coeficiente de regressão for maior que um ($\beta_{1i} > 1$), e adaptado a rebanhos desfavoráveis, se o coeficiente de regressão for menor que um ($\beta_{1i} < 1$). Um touro é estável quando os desvios de regressão apresentar variância igual a zero ($\sigma_{di}^2 = 0$), ou tão pequenos quanto possíveis, e não estável, quando a variância é diferente de zero ($\sigma_{di}^2 \neq 0$). O coeficiente de determinação é definido como uma medida de estabilidade (R_i^2) de cada touro foi usada também para quantificar a proporção da variação fenotípica de cada touro explicada pela regressão linear. O considerado ideal é o coeficiente de determinação igual a um ($R_i^2=1$), ou próximo a 100%.

Para estimar a adaptabilidade, estabilidade, os coeficientes de regressão (b_i) e os parâmetros de estabilidade (σ_{di}^2), foram estimados utilizando-se do método de análise de variância a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada touro (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo, isto é:

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{QMD_i - QMR}{r}$$

em que:

QMD_i : quadrado médio dos desvios da regressão do touro i;

QMR : quadrado médio do resíduo;

r: número de repetições;

A hipótese $H_0: \sigma_{di}^2 = 0$ é avaliada pela estatística F, dada por:

$$F = \frac{QMD_i}{QMR}$$

associada a um nível de significância α e a a-2 e m graus de liberdade, sendo m o número de graus de liberdade do resíduo obtido na análise conjunta.

A hipótese de que qualquer coeficiente de regressão não difere de um ($b_i=1$) foi avaliada pelo teste t , e a hipótese de que os desvios da regressão de cada touro não diferem de zero ($\sigma_{di}^2 = 0$) foi verificada pelo teste F.

Uma medida auxiliar de comparação entre estes touros é o coeficiente de determinação R_i^2 , dado por:

$$R_i^2 = \frac{SQ(\text{regressão linear})_i}{SQ\left(\frac{A}{G_i}\right)} \times 100$$

Sendo:

R_i^2 : coeficiente de determinação do touro i .

SQ (*regressão linear*) i : a soma de quadrado da regressão linear do touro i ;

$SQ \left(\frac{A}{G_i}\right)$: soma dos quadrados de ambientes dentro do touro i .

Tai (1971) desenvolveu uma metodologia constituída por dois parâmetros para medir a adaptabilidade e a estabilidade, que são a medida da resposta linear (produtividade média da DEP simulada P120M, P240M e P420) do i -ésimo touro sob os efeitos de rebanho (\tilde{b}_i), composto das médias do valor genético das matrizes dentro de cada rebanho, e o segundo é o desvio da resposta linear em termos de magnitude de variâncias de erro, em relação ao erro associado à interação ($\hat{G}A_{ij}$), denominado $\hat{\lambda}_i$. Na análise de estabilidade e adaptabilidade utilizou-se o seguinte modelo:

$$GA_{ij} = b_i A_j + \delta_{ij}; \quad (\text{para todo } i);$$

GA_{ij} : efeito da interação do i -ésimo touro com o j -ésimo rebanho;

b_i : resposta linear do i -ésimo touro às mudanças de rebanhos;

A_j : efeito dos j -ésimos rebanhos;

δ_{ij} : desvio da interação touro x rebanho do i -ésimo touro com o j -ésimo rebanho em relação à resposta linear do i -ésimo touro às mudanças de rebanho (componente ligado à falta de ajustamento da regressão linear).

Os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade são encontrados pelas seguintes fórmulas:

$$\tilde{b}_1 = \frac{C \hat{\sigma}_v (\hat{G}A_{1j}, \hat{A}_j)}{\hat{\sigma}_a^2}$$

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{[\hat{V} (\hat{G}A_{1j}) - \tilde{b}_1 C \hat{\sigma}_v (\hat{G}A_{1j}, \hat{A}_j)] gr}{(g - 1) QMR}$$

g = número de (touros);

r = número de repetições (progênies por touros);

QMR = quadrado médio do resíduo fornecido pela análise de variância conjunta ;

$\hat{\sigma}_a^2$ = componente de variância associado aos efeitos de rebanho.

Neste método, tem-se que $\hat{\sigma}_a^2 = \frac{(QMA - QMR / A)}{gr}$

O QMR/A, quadrado médio de resíduo dentro de rebanho é fornecido pela análise de variância conjunta.

Segundo Tai (1971) um touro é considerado adaptável quando o parâmetro de adaptabilidade (\tilde{b}_i) apresentar valor igual a zero, ($\tilde{b}_i = 0$), e estável quando o parâmetro de estabilidade for considerado igual a um ($\hat{\lambda}_i = 1$).

O intervalo de predição para ($\tilde{b}_i = 0$), em nível de confiança $1 - P = 0,95$ é dado por:

$$\tilde{b}_i \pm t_\alpha \left[\frac{\hat{\lambda}_i(g-1)(QMR)(QMA)}{(QMA - QMR)[(a-2)QMA - (t_\alpha^2 + a - 2)QMB]} \right]$$

em que:

t_α : valor de t tabelado a um nível P de probabilidade, associado a a-2 graus de liberdade.

O intervalo de confiança para ($\hat{\lambda}_i = 1$) é constituído por meio de uma distribuição F com $n_1 = a - 2$ e $n_2 = a(g - 1)(r - 1)$ graus de liberdade. Para ($\hat{\lambda}_i = 1$), isto é, para $\alpha_\delta^2 = 0$, o intervalo em nível de confiança $1 - P = 0,90$ é:

$$F_{(1-\theta)}(n_2, n_1) = \frac{1}{F_\theta(n_1, n_2)} \text{ e } \theta = P/2$$

O limite superior do intervalo de confiança para ($\hat{\lambda}_i > 1$) é dado por:

$$F'_\theta(n_1, n_2) = \hat{\lambda}_i F_\theta \left[\frac{n_1 \hat{\lambda}_i^2}{2\hat{\lambda}_i - 1}, n_2 \right]$$

Foram utilizados os procedimentos *General Linear Models Procedure (GLM)* do programa *Statistical Analysis System SAS* (2007) nas análises de variância conjunta. Para as análises de dissimilaridade dos rebanhos, adaptabilidade, estabilidade, foi utilizada como ferramentas do *Microsoft Excel*, no sistema operacional *Microsoft Windows Seven* e o programa *Genes* aplicativo computacional em genética e estatística, versão *Windows* (Cruz, 2001).

4.3 Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância conjunta considerando os rebanhos simultaneamente encontra-se na Tabela 3, sendo esta realizada a partir de um arquivo com 2.400 observações de DEP para P120M, P240 e P420, respectivamente, o qual foi composto de 120 repetições para cada um dos cinco touros com progênies nos quatro rebanhos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta para o peso aos 120 (efeito materno, P120M), 240 e 420 dias de idade, considerando a interação touro x rebanho

Fonte	G.L.	P120M	P240	P420
		Q.M	Q.M	Q.M.
Touro	4	662.5725**	848.2967**	4018.8497**
Rebanho	3	26.9764**	6.7120**	60.9542**
Touro.*reb.	12	15.4031**	34.2407**	93.2455**
Erro	2380	0.5049	4.4675	6.97394

** resultado significativo em nível de significância de 0,1% de probabilidade ($P < 0,001$) pelo teste F. Média geral: 1,5813; coeficiente de variação: 94,93%. G.L.: graus de liberdade, Q.M.: quadrado médio.

Observou-se que todas as fontes de variação avaliadas nas análises conjuntas apresentaram resultados significativos ($P < 0,001$), pelo teste F, para as médias das DEPs para as características P120M, P240 e P420 dias de idade. Isso justifica a obtenção de estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para os touros avaliados, pois a significância da interação touro x rebanho constituiu-se uma premissa para a utilização de métodos que avaliam a estabilidade fenotípica como Finlay & Wilkinson (1963), Eberhart & Russel (1966) e Tai (1971). Resultados similares foram encontrados por Cintra et. al. (2007) para os pesos aos 205 dias de idade de animais cruzados criados em três regiões diferentes. As regiões avaliadas envolveram fazendas localizadas nos estados de Goiás, Minas Gerais e Espírito Santo (ambiente 1), São Paulo (ambiente 2) e Mato Grosso do Sul (ambiente 3) em que a análise conjunta da interação genótipo x ambiente foi significativa ($P < 0,001$). Em estudo similar Barros et al. (2006) avaliaram os ambientes de Pontes Gestal (SP), Dois Irmãos do Buriti (MS) Guaraci (SP), Ivinhema (MS), Ponta Porã (MS) e Cumarú do Norte (PA), respectivamente, e chegaram à mesma conclusão.

As significâncias dos quadrados médios da regressão linear e dos desvios combinado indicou, respectivamente, a existência de diferenças entre os coeficientes de regressão do grupo dos touros e de falta de linearidade para pelo menos uma das equações ajustadas.

A partição dos quadrados médios da análise de estabilidade, utilizando a metodologia de Eberhart & Russell (1966) para as características avaliadas indicou a interação touro x rebanho significativa ($P < 0,001$), evidenciou que os touros apresentaram comportamentos diferenciados diante da variação do rebanho, portanto, há necessidade de se realizar um estudo para identificar os touros de maior estabilidade para as características avaliadas.

Para contornar os inconvenientes proporcionados pela interação touro x rebanho uma alternativa é identificar o rebanho onde os touros têm comportamento similar, para isso foram avaliadas as dissimilaridades entre os rebanhos com base nos quadrados médios da interação de touro com rebanho, provenientes de análises de variância dos rebanhos dois a dois. Os resultados demonstram que não há conjunto de rebanhos que proporcionem a interação touro x rebanho não significativa, como apresenta a Tabela 4, o que impede o agrupamento dos rebanhos similares com base neste critério.

Tabela 4. Dissimilaridade de grupos de rebanhos com base no quadrado médio da interação touro x rebanho (QMTxR)

Grupos de rebanhos	QMTxR	Grupos de rebanhos	QMTxR
1 e 2	0,762850**	2 e 3	0,053725**
1 e 3	0,173347**	2 e 4	0,103562**
1 e 4	0,202612**	3 e 4	0,296556**

** Resultado significativo em nível de 1% de probabilidade ($P < 0,001$) pelo teste F.

Na Tabela 5 estão representadas as médias de rendimento das progênes dos touros relativas aos quatro rebanhos e os índices de rebanhos segundo os métodos de Finlay e Wilkinson (1963) Eberhart & Russell (1966) e Tai (1971). A análise de dados indicou índices de rebanhos positivos nos rebanhos 3 (Paraná) e 4 (Minas Gerais), sendo identificados como rebanhos onde houve as melhores médias das DEPs para P120M dos filhos dos touros, portanto considerado favoráveis. Por este critério de índices de rebanho, os rebanhos 1 e 2 referentes ao estado da Bahia, foram considerados desfavoráveis nas performances das DEPs dos filhos dos touros, resultado similar encontrado para DEP P240. Os resultados para a DEP P420 identificaram índices de rebanho positivos considerado favoráveis nos rebanhos 1 (Bahia) e 4 (Minas Gerais) e índices de rebanho negativos considerado desfavoráveis nos rebanhos 2 (Bahia) e 3 (Paraná). Nota-se que o rebanho 4 (Minas Gerais) foi indicado como favorável para as três características avaliadas com as maiores médias de rendimento para P240 e P420, o que mostra que as fêmeas deste rebanhos pode ter tido uma contribuição positiva para a melhoria do rebanho.

Tabela 5. Estimativas de média das progênes dos touros e índices de rebanho para as DEPs das características P120M, P240 e P420 dias de idade

Rebanhos	Médias			Índice Ambiental		
	P120M	P240	P420	P120M	P240	P420
1	1,3262	1,9182	2,5354	-0,2551	- 0,1206	0,0760
2	1,5022	1,9901	2,2066	-0,0792	- 0,0487	-0,2528
3	1,8104	2,0893	2,2166	0,2291	0,0505	-0,2428
4	1,6865	2,1575	2,8791	0,1052	0,1187	0,4197

Segundo a metodologia de Finlay & Wilkinson (1963) os resultados apresentaram as médias das DEPs das progênes de cada um dos cinco touros nos quatro rebanhos para a variável P120M, oscilando entre 0,2547 e 3,0221 kg. As médias que sobressairam com boa produtividade em relação a média geral (1.5813 Kg) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{li}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 120 dias efeito materno (P120M) dos cinco touros avaliados

Touros	β_{oi}	β_{li}	α^2_{di}	R^2_i
1	0,5262	0,7451++	0,1483**	19,7146
2	0,2547	-0,1093 ^{ns}	0,0047 ^{ns}	8,3037
3	3,0221	0,2576++	0,0303**	11,4859
4	1,7971	1,2762++	0,1564**	40,6133
5	2,3064	2,8304++	0,0538**	90,2964

^{ns} = não-significativo ($P>0,05$) de acordo com o teste t; ++ resultados significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste t; **resultado significativo em nível de 0,1% de probabilidade ($P<0,001$) pelo teste F

O touro 1 obteve uma média de rendimento baixa, indicando estimativa de adaptabilidade baixa nos quatro rebanhos.

Nos rebanhos 1 e 2, considerados desfavoráveis, pode ser que o nível genético médio das matrizes sejam inferiores e tenham interferido, quanto a proporcionarem melhor desenvolvimento para as progênes de determinado touro, que seria considerado adaptado a rebanhos com matrizes de mérito genético mais baixo.

Nos rebanhos 3 e 4, considerados rebanhos favoráveis, o nível genético médio das matrizes é maior proporcionando uma superioridade na média das DEPs das progênes. Nestes rebanhos é possível identificar touros com melhor desempenho, pois os rebanhos possuem um valor genético superior.

Finlay & Wilkinson em 1963, denominaram adaptabilidade como a capacidade do touro responder positivamente as variações do rebanho enquanto que a estabilidade refere-se à capacidade dos mesmos mostrarem um comportamento altamente previsível em função de variações dos rebanhos (Lin et al. 1986; Cruz & Carneiro, 2003). Portanto, o touro 1 apresentou uma média de rendimento muito baixa que o considera pouco adaptável a rebanhos favoráveis. No rebanho 4 foi identificado seu maior desempenho, seguido do rebanho 3. O rebanho 1 e 2, considerados desfavoráveis não contribuíram para sua melhoria. Este animal não é considerado estável, pois o parâmetro de estabilidade foi considerado significativo ao nível de significância ($P < 0,001$), ou seja, não apresenta um comportamento previsível, como mostra a Figura 1. O touro 2, apresentou uma média de rendimento baixa, o que indicou adaptabilidade baixa nos quatro rebanhos avaliados, porém é um touro considerado estável. Isso mostra que este touro apresenta baixa capacidade em aproveitar o estímulo do rebanho, considerado pouco adaptável a rebanhos desfavoráveis. Portanto, o touro 2 juntamente com o touro 1 não são indicados pela sua produção média muito baixa, que os deixa entre os piores em todos os rebanhos.

O touro 3, ao contrário dos touros 1 e 2, obteve média de rendimento da DEP alta considerando os quatro rebanhos, o que mostrou ser de adaptabilidade geral e a estabilidade apesar de ser diferente de 1, é próxima, e considerada satisfatória principalmente para o rebanho 3, mostrando que ao contrário do touro 1, a dissimilaridade no nível genético médio das matrizes dos rebanhos não interfere na sua produtividade, como mostra a Figura 1. O touro 4 apresentou uma média com valor mediano, porém satisfatório, indicando uma melhor adaptabilidade para o rebanho 3 seguido do 4, favoráveis e, estabilidade baixa. E o touro 5, apresenta uma adaptabilidade satisfatória com melhor rendimento para rebanhos favoráveis, porém não é estável. Portanto o rebanho mais indicado é o rebanho 3, como mostra a Figura 1.

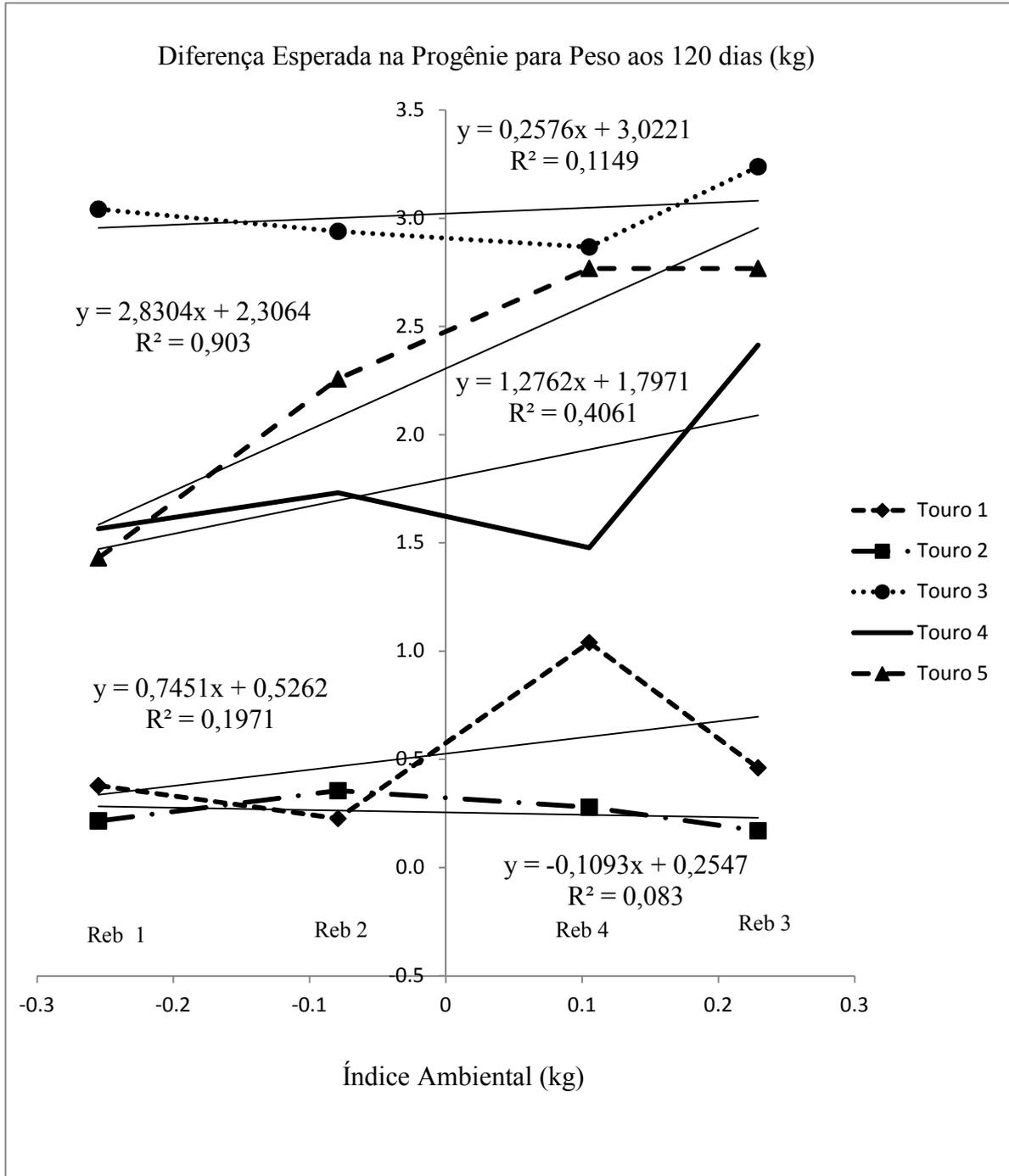


Figura 1. Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 120 dias, efeito materno (P120M).

Os resultados encontrados segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966) extensão dos métodos de Finlay & Wilkinson (1963), são similares. O touro 3 é considerado de rendimento alto, com previsibilidade de comportamento consideravelmente boa, o touro 5 tem uma média de rendimento considerada alta, mas apresentou baixa estabilidade de

comportamento, porém este touro não pode ser totalmente julgado indesejável, uma vez que o seu R^2 atingiu os níveis de 90%, seguido dos touros 4, 2 e 1. Conforme ilustra a Tabela 6 e a Figuras 1.

Para a variável P240 utilizando os métodos de Finlay & Wilkinson (1963) os resultados apresentaram os interceptos (β_{oi}), representados pelas médias das DEPs de cada um dos cinco touros nos quatro rebanhos oscilando entre 0,6671 e 3,8781 kg. As médias dos touros que sobressairam com boa produtividade em relação a média geral (2.0388 Kg) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 240 dias (P240) dos cinco touros avaliados

Touros	β_{oi}	β_{1i}	α^2_{di}	R^2_i
1	2,9070	2,3532 ⁺⁺	0,3704 ^{**}	18,5649
2	0,6671	-1,6671 ^{ns}	0,0529 ^{ns}	34,1078
3	1,0892	-0,8072 ^{ns}	0,0584 ^{ns}	10,2599
4	1,6525	0,8937 ⁺⁺	0,2161 ^{**}	5,0237
5	3,8781	4,2274 ⁺⁺	0,4483 ^{**}	38,1822

^{ns} = não-significativo ($P>0,05$) de acordo com o teste t; ⁺⁺ resultados significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{**} resultado significativo em nível de 0,1% de probabilidade ($P<0,001$) pelo teste F

O touro 1 apresentou uma média com valor mediano, porém satisfatório, indicando uma melhor adaptabilidade para o rebanho 4 seguido do 3 favoráveis e estabilidade baixa. O touro 2 apresentou a menor média de produção indicando adaptabilidade baixa nos quatro rebanhos avaliados, porém com um melhor rendimento em rebanhos considerados desfavoráveis, touro rústico sem estabilidade. Isso mostra que este touro apresenta baixa capacidade em aproveitar o estímulo do rebanho, considerado pouco adaptável a rebanhos desfavoráveis. O touro 3 apresentou desempenho similar ao touro 2 porém com uma média de rendimento um pouco mais alta considerado adaptável a rebanhos desfavoráveis, sem estabilidade. O touro 4 apresentou uma média de rendimento considerada satisfatória, adaptável a rebanhos favoráveis e pouco estável. O touro 5 tem uma média de rendimento considerada alta, mas apresentou baixa estabilidade de comportamento. Mostra a Figura 2.

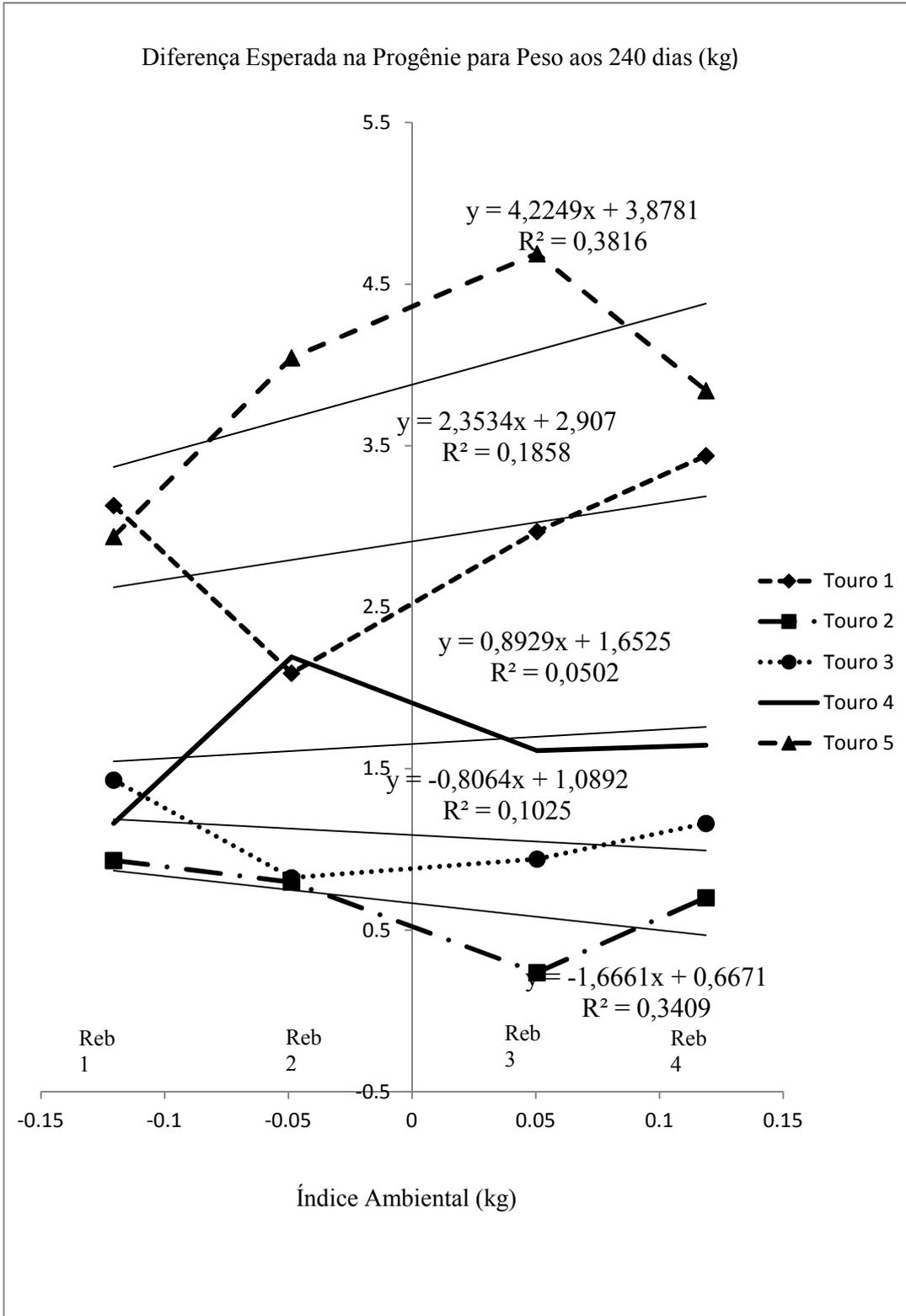


Figura 2. Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 240 dias (P240).

Os resultados encontrados segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966) são similares. O touro 4 considerado de rendimento médio, mas com previsibilidade de

comportamento consideravelmente boa, os touros 1 e 5 tem uma média de rendimento considerada alta, mas apresentou baixa estabilidade de comportamento. Seguido dos touros 3 e 2 com baixa adaptabilidade. Conforme ilustra a Tabela 7 e a Figuras 2.

Os resultados para a variável P420, segundo a metodologia de Finlay e Wilkinson (1963) oscilaram entre -0,9075 e 6.6547 kg. As médias dos touros que sobressairam com boa produtividade em relação a média geral (2.4594 Kg) são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} e β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2_i), para peso aos 420 dias (P420) dos cinco touros avaliados

Touros	β_{oi}	β_{1i}	α^2_{di}	R^2_i
1	3.7770	2.8124 ⁺⁺	0.1553 ^{**}	84.9562
2	-0.9075	1.2583 ⁺⁺	1.5835 ^{**}	12.8136
3	0.8789	1.2474 ^{ns}	0.0943 ^{ns}	60.8762
4	1.8940	1.1248 ^{ns}	-0.0272 ^{ns}	86.1953
5	6.6547	-1.4429 ⁺⁺	1.1340 ^{**}	21.0182

^{ns} = não-significativo ($P>0,05$) de acordo com o teste t; ⁺⁺ resultados significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{**}resultado significativo em nível de 0,1% de probabilidade ($P<0,001$) pelo teste F

O touro 1 apresentou uma média de rendimento alta, sendo considerado adaptável nos quatro rebanhos. O melhor rebanho foi o 4 seguindo do 1, é considerado pouco estável, mas não pode ser julgado uma vez que seu coeficiente de determinação, medida adicional de estabilidade, atingiu um nível de 84,96%. O touro 2 apresentou a menor média de rendimento nos quatro rebanhos, porém melhor para o rebanho favorável, não é considerado estável. O touro 3 apresentou uma produção média satisfatória para os quatro rebanhos, se mostra adaptável em rebanhos desfavoráveis, porém melhor adaptável em rebanhos favoráveis, sendo considerado estável. O touro 4 apresentou uma média alta de rendimento, é considerado adaptável nos quatro rebanhos, considerado estável, pois o valor dos desvios de regressão não foram significativos em nível de significancia de 0,01%, 0,1% e 0,5%, mostrando que o valor da variância dos desvios foi igual a 0 ($\alpha^2_{di} = 0$). O touro 5 apresentou a maior média de produção indicando ser adaptável nos quatro rebanhos, com destaque em rebanhos desfavoráveis, mas não é considerado estável. Como ilustra a Figura 3.

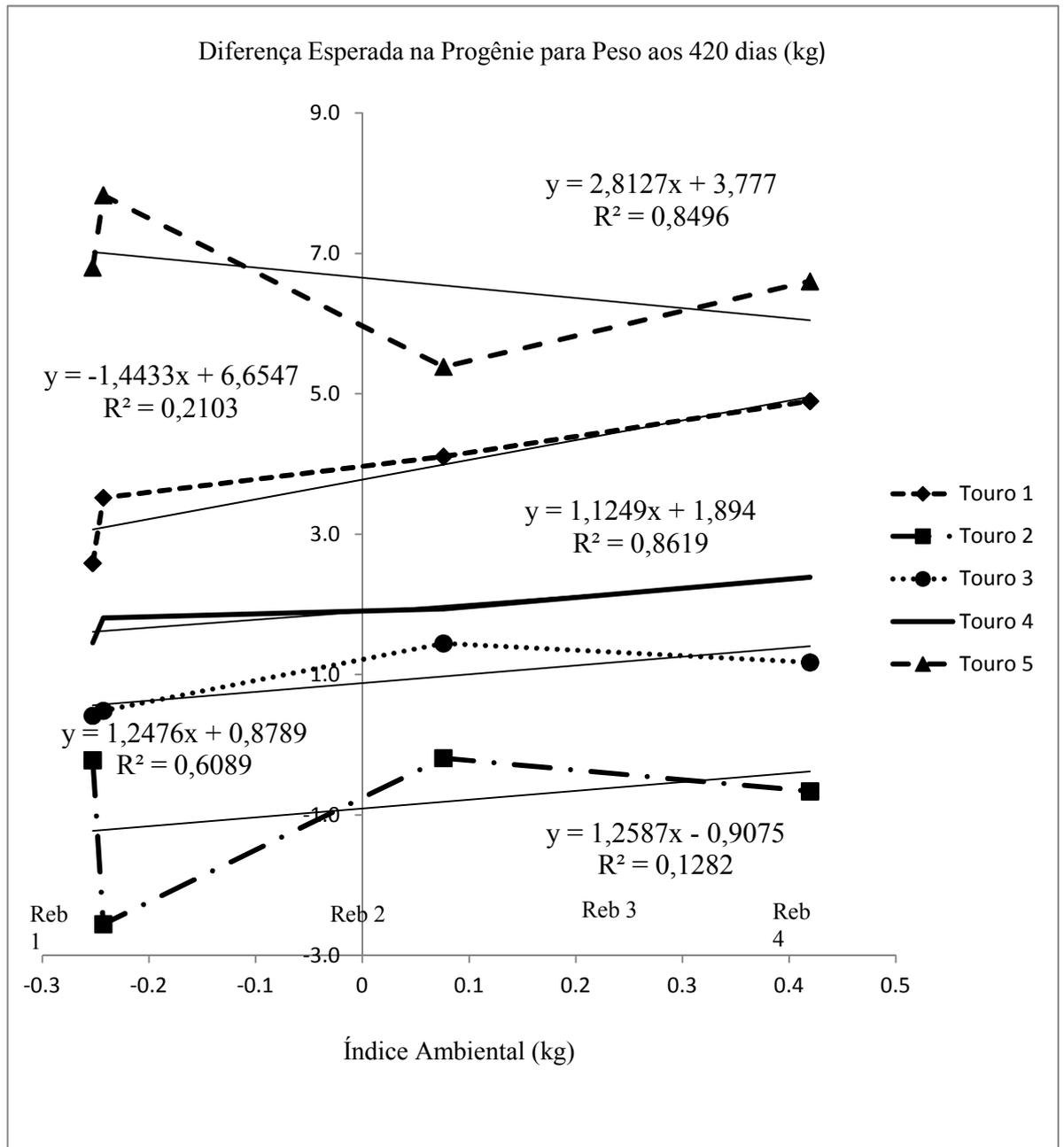


Figura 3. Médias dos filhos dos touros nos quatro rebanhos para peso aos 420 dias (P420).

As respostas dos touros segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966) para P420 são similares ao método de Finlay & Wilkinson (1963). O touro 4 considerado de rendimento alto, adaptável nos quatro rebanhos com previsibilidade de comportamento, seguido do touro 3, porém com uma média de produção um pouco menor, mostrando uma queda da adaptabilidade nos quatro rebanhos avaliados. Os touros 1 e 5 tem uma média de rendimento

considerada alta, mas apresentou baixa estabilidade de comportamento. Seguido dos touros 2 com baixa adaptabilidade. Conforme ilustra a Tabela 8 e a Figuras 3.

Segundo a metodologia de Tai (1971) para a característica P120M os resultados indicaram que o touro 1 apresenta uma adaptabilidade específica para rebanhos favoráveis e estabilidade baixa, mostrando não ter comportamento previsível. O touro 2, apesar de alta estabilidade, apresenta uma adaptabilidade muito baixa, mostrando não ser adaptado a nenhum dos quatro rebanhos. O touro 3 é considerado adaptado em todos os rebanhos, com uma estabilidade baixa de um como apresenta a Tabela 9, mas satisfatória, indicado principalmente para rebanhos mais desfavoráveis em que sua vantagem é maior dada à sua adaptabilidade a rebanhos desfavoráveis. O touro 4 é adaptado a rebanhos favoráveis, com a menor previsibilidade e o touro 5 é indicado para rebanhos favoráveis dada sua adaptabilidade específica a estes rebanhos e estabilidade baixa.

Tabela 9. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 120 dias efeito materno (P120M)

Touros	Var (G_{ai})	Cov (G_{ai} ; A_j)	$1+b_i$	λ_i
1	0,1045	-0,0114	0,7352 ^{ns}	30,1651 ^{**}
2	0,0612	-0,0498	-0,1519 [*]	1,1288 ^{ns}
3	0,0377	-0,0333	0,2290 ^{ns}	6,5495 ^{**}
4	0,1105	0,0124	1,2868 ^{ns}	31,7746 ^{**}
5	0,1893	0,0822	2,9008 ^{ns}	9,7770 ^{**}

** Resultado significativo para o intervalo de confiança (IC) $0,3333 \leq \lambda_i \leq 2,9995$ em nível $1-P=0,90$; * significativo ao IC b_i (intervalo de confiança para o parâmetro b_i) $1-P=0,95$; Var (G_{ai}): variância do efeito da interação touro x rebanho e Cov(G_{ai} , A_j): covariância do efeito de interação touro x rebanho com o efeito de rebanho.

As respostas para a característica P240, apresentou que o touro 2 e 3 não são considerados adaptados em nenhum dos quatro rebanhos, pois o valor de adaptabilidade é negativo e não são considerados estáveis. O touro 1 apresenta uma adaptabilidade específica para rebanhos favoráveis, pode até ser indicado para rebanhos desfavoráveis, mas não é considerado estável. O touro 4 é similar em desempenho ao touro 1, porém considerado estável. O touro 5 apresenta uma adaptabilidade específica para rebanhos favoráveis, mas não apresenta estabilidade satisfatória mostrando não ter comportamento previsível. Os resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 240 dias (P240)

Touros	Var (G_{ai})	Cov(G_{ai}, A_j)	$1+b_i$	λ_i
1	0.2922	0.0151	2.5901	9.0032**
2	0.1396	-0.0298	-2.1340	1.5488 ^{ns}
3	0.1003	-0.2022	-1.1235	1.9257 ^{ns}
4	0.1690	-0.0012	0.8750	5.6703**
5	0.4402	0.03610	4.7924	10.1823**

** Resultado significativo para o intervalo de confiança (IC) $0,3333 \leq \lambda_i \leq 2,9995$ em nível $1-P=0,90$; Var (G_{ai}): variância do efeito da interação touro x rebanho e Cov(G_{ai}, A_j): covariância do efeito de interação touro x rebanho com o efeito de rebanho

Para P420 os resultados indicam que o touro 1 é considerado adaptável e com uma estabilidade satisfatória. O touro 2 é considerado adaptável, para rebanhos favoráveis e não é considerado estável. O touro 3 é considerado estável e adaptado nos quatro rebanhos O touro 4 apresentou resultados similares ao touro 3, sendo considerado estável e adaptado. O touro 5 possui a média de produção mais alta entre os cinco touros avaliados não é considerado estável, mas é considerado adaptável aos quatro rebanhos ganhando destaque para rebanhos desfavoráveis, já que os outros touros de destacam nos rebanhos favoráveis. Ilustra a Tabela 11.

Tabela 11. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade ($1+b_i$; b_i) e estabilidade (λ_i), de cinco touros avaliados para peso aos 420 dias (P420)

Touros	Var (G_{ai})	Cov(G_{ai}, A_j)	$1+b_i$	λ_i
1	0.4760	0.1841	2.8427	2.9408 ^{ns}
2	1.1012	0.0263	1.2626	23.5375**
3	0.1078	0.0252	1.2515	2.1828 ^{ns}
4	0.0222	0.0127	1.1268	0.4422 ^{ns}
5	1.4010	-0.2482	-1.4836	16.8765**

** Resultado significativo para o intervalo de confiança (IC) $0,3333 \leq \lambda_i \leq 2,9995$ em nível $1-P=0,90$; Var (G_{ai}): variância do efeito da interação touro x rebanho e Cov(G_{ai}, A_j): covariância do efeito de interação touro x rebanho com o efeito de rebanho

4.4 Conclusão

A metodologia utilizada por Finlay & Wilkinson (1963) tem uma definição diferente dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade daquela adotada por Eberhart & Russel (1966) e Tai (1971) que parece mais adequada apesar de todos os métodos adotarem o mesmo modelo de regressão linear. Comparando Eberhart & Russel (1966) e Tai (1971) vimos que a classificação dos animais é a mesma sendo que os parâmetros utilizados por Eberhart & Russel (1966) é mais usual e de interpretação direta. Portanto, a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966) foi a melhor escolha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, J.B.G.; BALEIRO, J. C. C.; ELER, et al. Estimativas e estabilidade fenotípica em características produtivas em bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.4, p 590-598, 2006.
- CINTRA, D.C.; BALEIRO, J. C. C.; ELER, J. P. et al. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para peso a desmama ajustado aos 205 dias de idade em bovinos de corte compostos no Brasil. In:Reunião Anual da SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007. Jaboticabal Anais... Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.
- CRUZ, CD Princípios da genética quantitativa. v.2. Viçosa: UFV, 2005. 585p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Imprensa universitária. v. 2.Viçosa: UFV, 2003. 585p
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 39p 1994.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, v. 6, n.1, p.36-40, 1966.
- FERRAZ FILHO, P.B. Avaliação genética do desenvolvimento ponderal de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. Botucatu, 2001, 135p. Tese (Doutorado em Genética) – Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista. 2001.
- FINLAY, K.W., WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, v.14, p.742-754, 1963.
- LIN, C.S. et al. Stability analysis. Where do we stand? Crop Science, v.26, n.5, p.894-899, 1986
- SAS, 1996. *Institute Inc. Statistical Analysis System Introductory Guide for Personal Computers*. Release. Cary, (NC: Sas Institute Inc.).
- SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; MALHADO, C.H.M. et al. Interação genótipo ambiente do peso ao desmame em bovinos da raça Nelore, criados em regiões do pantanal Sulmatogrossense e Alto Taquari-Bolsão. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

SOUZA, J.C.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C. et al. Effect of genotype x environment interaction on weaning weight of Nelore calves raised in four different regions of Brazil. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 1998, Armidate, Austrália...World Congress on Genetics Applied to Livestock Production: 1998. v.23. p196-198.

TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science, v.111, p.184-190, 1971.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486