

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE SOBRE  
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS DE  
FÊMEAS DA RAÇA NELORE CRIADAS NO ESTADO DE  
MATO GROSSO DO SUL**

**Maurício Vargas da Silveira**

**CAMPO GRANDE, MS  
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE SOBRE  
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS DE  
FÊMEAS DA RAÇA NELORE CRIADAS NO ESTADO DE  
MATO GROSSO DO SUL**

*GENOTYPE BY ENVIRONMENT INTERACTION ON PRODUCTIVE AND  
REPRODUCTIVE TRAITS OF FEMALES OF THE NELLORE BREED IN  
THE STATE OF MATO GROSSO DO SUL*

**Maurício Vargas da Silveira**

**Prof. Dr. Júlio Cesar de Souza (Orientador)**

**Dr. Luiz Otávio Campos da Silva (Co-orientador)**

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, MS

2012

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado aos meus pais Maria Dolores e Mauro, pois sem eles eu não haveria chegado até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Júlio Cesar de Souza, pela orientação, pelos ensinamentos e pela paciência durante este período.

Ao pesquisador Dr. Luiz Otávio Campos da Silva (Co-orientador), pelos dados e informações cedidos para a realização deste estudo.

Aos membros das bancas de seminário 2, qualificação e defesa que colaboraram para os ajustes metodológicos deste trabalho.

Aos meus irmãos Murilo, Marcos e Mariana, ao meu primo Fred e a minha tia Maura que me ajudaram neste período.

Aos companheiros Rosana, Mírian, Fabrício, Luciano e Marcos, pela colaboração e dedicação ao nosso grupo de pesquisa.

Aos amigos Antenor e Willian pela amizade e pela motivação que me deram nesta caminhada.

A todos os familiares, amigos e colegas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Característica produtiva (Peso ao sobreano) .....	2
1.2 Características reprodutivas (Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos) .....	3
1.3 Efeitos não genéticos .....	4
1.4 Tendências fenotípicas e genéticas.....	5
1.5 Interação genótipo x ambiente.....	7
1.6 Referências .....	9
2 CAPÍTULO I – Tendências e parâmetros genéticos para diversas características de fêmeas Nelore no Mato Grosso do Sul .....	14
Resumo .....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Método .....	17
Resultados e Discussão.....	19
Conclusões.....	33
Referências .....	33
3 CAPÍTULO II – Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore criadas no estado de Mato Grosso do Sul .....	36
Resumo .....	36
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Método .....	39
Resultados e Discussão.....	42
Conclusões.....	48
Referências .....	48

## LISTA DE TABELAS

### Página

### CAPÍTULO I

- Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) de fêmeas da raça Nelore..... 20
- Tabela 2. Efeito da região de produção e da estação de nascimento sobre as características peso ajustado para os 420 dias de idade (420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) de fêmeas da raça Nelore. .... 21
- Tabela 3. Estimativa herdabilidade ( $h^2$ ), ganho genético anual (GGA), ganho genético por geração (GGG), ganho genético total (GGT) e percentual (%) de ganho em relação à média, para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção. .... 33

### CAPÍTULO II

- Tabela 1. Quantidade de animais (N), reprodutores (REP), fazendas (FAZ), grupos de contemporâneo (GC), média e desvio-padrão (DP) de acordo com as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) avaliadas em diferentes regiões de produção. .... 40
- Tabela 2. Estimativas dos componentes de variâncias, parâmetros genéticos e fenotípicos para as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) para fêmeas da raça Nelore, obtidas em análise do tipo uni-característica..... 43
- Tabela 3. Estimativas de herdabilidade (diagonal) e correlações genéticas (acima da diagonal) para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) para fêmeas da raça Nelore,

entre as diferentes regiões de produção, obtidas em análise do tipo bi-característica.....	44
Tabela 4. Correlação de Spearman obtidas com base na diferença esperada na progênie (DEP) de reprodutores que possuíam filhas nas regiões analisadas aos pares.....	45
Tabela 5 Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), avaliados entre as regiões aos pares. ....	46
Tabela 6 Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica idade ao primeiro parto (IPP), avaliados entre as regiões aos pares .....	47
Tabela 7 Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica intervalo entre o 1º e 2º partos (IEP12), avaliados entre as regiões aos pares .....	47
Tabela 8 Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica intervalo entre outros partos (IEP), avaliados entre as regiões aos pares.....	48

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
Figura 1. Efeito do ano de nascimento sobre as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP); intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12), e suas respectivas linhas de tendência.....	22
Figura 2. Peso ajustado aos 420 dias de idade (P420_Ajust) de fêmeas da raça Nelore em função da idade da vaca (meses); Equação: $Y = 235,75 + (0,1175979 * (x - 83,14)) - (0,0007032 * (x^2 - 8623,24))$ .....	22
Figura 3. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420_Ajust) e observado (P420_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação: $VE = 1,157 * ano - 2309,745$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação: $VE = 1,059 * ano - 2083,844$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação: $VE = 1,302 * ano - 2603,121$ ).....	23
Figura 4. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420_Ajust) e observado (P420_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação: $VG = 0,077 * ano - 151,883$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação: $VG = 0,182 * ano - 361,898$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação: $VG = 0,208 * ano - 413,826$ ). .....	24
Figura 5. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420_Ajust) e observado (P420_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação: $VO = 1,727 * ano - 3207,180$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação: $VO = 1,851 * ano - 3466,190$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação: $VO = 1,831 * ano - 3415,072$ ). .....	25



- Figura 6. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (a) Pantanal Sul (equação:  $VE = -2,417 \cdot \text{ano} + 4800,28$ ); (b) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VE = -0,793 \cdot \text{ano} + 1537,484$ ); (c) Campo Grande - Dourados (equação:  $VE = -2,367 \cdot \text{ano} + 4750,487$ ).....26
- Figura 7. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = 0,263 \cdot \text{ano} - 527,130$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,141 \cdot \text{ano} + 281,870$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = 0,113 \cdot \text{ano} - 227,418$ ). .....27
- Figura 8. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VO = -4,163 \cdot \text{ano} + 9504,341$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VO = -3,506 \cdot \text{ano} + 8207,312$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VO = -4,179 \cdot \text{ano} + 9523,913$ ).....28
- Figura 9. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (a) Pantanal Sul (equação:  $VE = -0,295 \cdot \text{ano} + 490,249$ ); (b) Alto Taquari/Bolsão (equação:  $VE = -0,396 \cdot \text{ano} + 784,597$ ); (c) Campo Grande/Dourados (equação:  $VE = -0,704 \cdot \text{ano} + 1446,087$ ). .....25
- Figura 10. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = -0,025 \cdot \text{ano} + 49,432$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,028 \cdot \text{ano} + 58,460$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = 0,104 \cdot \text{ano} - 205,212$ ).....30

Figura 11. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = -3,413 \cdot \text{ano} + 7374,262$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,546 \cdot \text{ano} + 1631,933$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = -2,224 \cdot \text{ano} + 4973,456$ ).....31

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças políticas, econômicas e sociais que vêm ocorrendo no planeta, têm refletido em todos os setores da economia indistintamente. Na bovinocultura de corte, verificam-se mudanças de comportamento em todos os segmentos da cadeia produtiva. Mato Grosso do Sul possui o terceiro maior rebanho bovino do país (IBGE, 2010). A importância que o estado tem para a pecuária brasileira somada ao fato de que cada vez mais a atividade está se especializando e conseqüentemente tornando-se mais competitiva, demanda a realização de pesquisas ligadas as características produtivas e reprodutivas, as quais poderão colaborar para o fortalecimento da atividade.

A eficiência reprodutiva da espécie bovina, quando isolada, possivelmente é o parâmetro que mais contribui para a produção do rebanho uma vez que, na ausência da reprodução, a produção restringe-se ao patamar zero ou próximo dele. Sendo assim, avaliar e aumentar os conhecimentos das características de desempenho reprodutivo colabora para o fortalecimento de toda a cadeia produtiva da carne.

Quanto às características produtivas, as relacionadas com peso ao sobreano (pesos aos 420, 450 e 550 dias de idade) possuem correlação de magnitude média e negativa com características reprodutivas (idade ao primeiro parto, dias para o primeiro parto e intervalo entre o primeiro e segundo parto) de fêmeas, o que pode vir a auxiliar na seleção precoce das futuras matrizes do rebanho (Talhari et al., 2003; Boligon et al., 2008a).

Dos principais fatores ambientais que afetam as características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte, se destacam o ano, mês ou estação de nascimento, fazenda, regime alimentar e a região onde os animais são criados (Silveira et al., 2004; Conceição et al., 2005). Considerando que o animal só consegue expressar o seu potencial genético se o mesmo estiver exposto a condições ambientais adequadas, alguns autores além de avaliarem os componentes genéticos, também realizam avaliações do ambiente visto que este tem ação direta sobre a expressão do fenótipo (Santos et al., 2007; Gusmão et al., 2009).

Com a difusão da inseminação artificial, a utilização de reprodutores se expandiu atingindo diversos ambientes. Sendo assim, acredita-se existir diferenças nas estimativas dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos quando avaliados em diferentes regiões ou países, demonstrando com isso a importância dos estudos relacionados ao efeito da interação genótipo x ambiente sobre as características produtivas e reprodutivas em animais de produção.

Além disso, é importante destacar que todo programa de melhoramento deve ser acompanhado periodicamente para que se possa ser corrigido de forma rápida. Uma das

maneiras de se promover o monitoramento desses resultados é por meio da avaliação das mudanças genéticas, fenotípicas e ambientais que ocorrem ao longo do tempo (Malhado et al., 2008; Souza et al., 2008).

### **1.1 Características produtivas (Peso ao sobreano)**

A alta associação genética existente entre pesos medidos em diferentes idades torna possível a seleção em idades mais jovens. As práticas de manejo dificultam a obtenção de medidas de peso corporal na mesma idade, de todos os animais. Assim, a padronização das pesagens em função da idade é o procedimento mais utilizado no estudo desta característica (Souza et al., 2010).

Souza et al. (2010) trabalhando com animais da raça Nelore no estado de Minas Gerais, relataram valores de  $235,2 \pm 48,2$  Kg e  $256,4 \pm 55,4$  Kg para peso aos 365 e 420 dias de idade, respectivamente. Campelo et al. (2003) trabalhando com animais da raça Tabapuã, descreveram o valor médio para peso aos 420 dias de  $245,4 \pm 37,8$  Kg.

As estimativas de correlações genéticas entre pesos em diferentes idades são positivas e de magnitude moderada a alta (Mercadante et al., 2000). Em trabalhos relatados por Bullock et al. (1993) e Arango et al. (2002), as correlações genéticas entre peso adulto de fêmeas e peso em idades jovens, foram em todos os casos positivas e maiores do que 0,45.

Os pesos corporais medidos em diferentes idades apresentam herdabilidades considerados de valor médio a alto, ou seja, grande parte da variação observada é devida aos efeitos aditivos dos genes. Visando alcançar mudanças genéticas favoráveis no rebanho, os pesos medidos em idades que acompanham o crescimento do animal, são freqüentemente utilizados como critérios de seleção nos programas de melhoramento genético (Lôbo e Martins Filho, 2002; Conceição et al, 2005; Sala et al., 2009).

Segundo Gunski et al. (2001), os pesos a diferentes idades têm sido freqüentemente incluídos nos programas de seleção em gado de corte. As estimativas de herdabilidade do peso ao sobreano variam de 0,35 a 0,47 (Sakaguti et al., 2003; Silveira et al., 2004; Toral et al., 2004; Lopes et al., 2008), indicando que o peso poderá responder eficientemente a seleção. A importância da análise do peso ao sobreano justifica-se pelo fato de que com o avançar da idade a influência do efeito materno vai diminuindo, sendo assim, ao realizar a avaliação nesta fase o animal irá poder expressar a sua habilidade em ganhar peso, permitindo avaliar o seu potencial genético (Pereira et al., 2000).

É importante destacar que a característica peso ao sobreano (pesos aos 420, 450 e 550 dias de idade) possui significativa correlação com características reprodutivas de fêmeas.

Boligon et al., (2008a) trabalhando com fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto, obtiveram a estimativa de correlação genética entre peso ao sobreano e idade ao primeiro parto de -0,29. Talhari et al., (2003) analisando a correlação entre essas mesmas características para fêmeas da raça Canchim, obtiveram valor igual.

## **1.2 Características reprodutivas (Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos)**

As características reprodutivas vêm se destacando nos programas de melhoramento genético, pois fertilidade e precocidade sexual são componentes importantes no aumento da produtividade (Boligon et al., 2008b). Portanto, deve-se buscar o equilíbrio entre os fatores que determinam a fertilidade, principalmente quando estes se encontram aliados à precocidade. Isso eleva a taxa de nascimentos no rebanho auxiliando no processo de seleção, pelo fato de reduzir o intervalo de gerações (idade média dos pais quando nascem seus filhos), e conseqüentemente aumentar a taxa de desfrute, resultando em maior rentabilidade (Scwengber et al., 2001; Perotto et al., 2006a).

Entre as características determinantes da eficiência reprodutiva dos rebanhos bovinos de corte, destacam-se a idade ao primeiro parto e o intervalo entre partos, relacionado à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas. Quanto mais jovem a novilha tenha o primeiro parto, mais rápido o retorno do investimento feito pelo pecuarista na criação e manutenção desse animal até a idade reprodutiva. Por sua vez, intervalos de partos menores resultarão em maior retorno sobre os custos fixos e operacionais envolvidos no rebanho de cria (Perotto et al., 2006a; Perotto et al., 2006b).

Assim, a antecipação da entrada das fêmeas em reprodução e a diminuição do intervalo entre partos, são as maneiras mais eficientes, do ponto de vista econômico, de diminuir o intervalo de gerações para as vacas, além de proporcionar maior vida útil produtiva (Pereira, 2004). Quanto mais longeva a vaca de corte, menor a taxa de reposição do rebanho e, conseqüentemente, maior o desfrute. Contudo, o equilíbrio entre longevidade e intervalo de gerações deve ser monitorado por meio da escolha criteriosa da taxa de reposição de matrizes no rebanho de cria (Bertazzo et al., 2004; Perotto et al., 2006b).

Os valores encontrados na literatura para idade ao primeiro parto da raça Nelore variaram de 33,0 a 43,7 meses (Pereira et al., 2002; Bertazzo et al., 2004; Dias et al., 2004; Silveira et al., 2004), sendo que o ideal seria uma idade ao primeiro parto abaixo dos trinta meses de idade. Já para intervalo entre partos variaram de 453 a 532 dias (15 a 17 meses) aproximadamente (Silveira et al., 2004; Azevêdo et al., 2006; Perotto et al., 2006a; Perotto et al., 2006b), os quais encontram-se acima do adequado para um sistema de produção que busca

a rentabilidade. Segundo Perotto et al., (2006b), em bovinos, o ideal seria que o intervalo médio de partos tivesse a duração de doze meses. Com isso, se teria a produção de um bezerro por vaca por ano, número estabelecido pelo limite biológico em condições naturais de reprodução dessa espécie.

Na literatura existem diversos autores que estimaram a herdabilidade ( $h^2$ ) para a característica idade ao primeiro parto em bovinos de corte. Dias et al. (2004) e Boligon et al. (2008b), obtiveram estimativas baixas, porém semelhantes de  $h^2$ , os quais foram 0,16 e 0,14 respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados por Bertazzo et al. (2004) e Gressler et al. (2005), os quais estimaram valores de 0,36 e 0,27, respectivamente.

As estimativas de  $h^2$  encontrados nas fontes de literatura para a característica intervalo entre partos foram de baixa magnitude, variando de 0,01 a 0,10 (Gressler et al., 2000; Bertazzo et al., 2004; Silveira et al., 2004; Gressler et al., 2005; Carolino et al., 2007).

Pereira (2004) após analisar diversas fontes de literatura, afirma que o melhoramento genético das características reprodutivas é tarefa difícil e que resultados imediatos podem ser obtidos através da melhoria das condições ambientais. É importante destacar que embora haja significativa variação genética para as características reprodutivas, na maioria das vezes a herdabilidade é baixa devida a grande variação do ambiente. Outro fator que contribui para a estimação de variâncias genéticas aditivas de pequena magnitude para a idade ao primeiro parto é o atraso na exposição de novilhas à reprodução. Isso dificulta que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual.

### **1.3 Efeitos não genéticos**

Os efeitos de ambiente também denominados não genéticos podem ser confundidos com os genéticos, quando animais que foram submetidos a diferentes condições de clima e manejo, e em diferentes regiões são comparados. Isso se deve ao fato de que animais geneticamente superiores podem não manifestar o seu potencial genético, mostrando-se inferiores, principalmente quando os fatores de ambiente não são devidamente isolados (Santos et al., 2007; Gusmão et al., 2009).

Dos principais fatores ambientais que afetam as características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte, se destacam o ano, mês ou estação de nascimento, sexo, idade da vaca ao parto, fazenda, regime alimentar e a região onde os animais são criados (Silveira et al., 2004; Conceição et al., 2005). Efeitos significativos do ano de nascimento foram relatados por Souza et al. (2002); Sousa et al. (2003); Silveira et al. (2004) e Santos et

al. (2005) sobre o peso ao ano e sobreano de bovinos Nelore criados na região Sul e nos Estados de São Paulo, Ceará e Mato Grosso do Sul.

Segundo Biffani et al. (1999), a estação ou o mês de nascimento são efeitos importantes que influenciam o crescimento de um animal, principalmente, se ele e a mãe forem criados em regime de campo, uma vez que os alimentos disponíveis irão depender das condições climáticas vigentes na estação de nascimento. Estes autores observaram efeito significativo da estação de nascimento sobre os pesos pós-desmame (peso aos 365 e 550 dias de idade), em bovinos Nelore criados na região Nordeste.

Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2002), Sousa et al. (2003) e Santos et al. (2005), respectivamente, no Mato Grosso do Sul, Ceará e na região Sul do Brasil. Ao estudarem a influência dos fatores de ambiente no desempenho ponderal de bovinos Nelore no Ceará, Sousa et al. (2003) observaram influência significativa do efeito de fazenda sobre o peso ao ano e sobreano.

Conhecer os fatores que indicam o nível ou capacidade de produtividade das matrizes é uma condição indispensável dentro de um programa de seleção. As vacas em uma faixa de idade ao redor da maturidade, com idade por volta de 7,5 a 10 anos, geralmente desmamam bezerros com maior peso e apresentam melhor desempenho do que matrizes com idade fora deste intervalo (Souza et al., 2000; Bocchi et al., 2004; Souza et al., 2010).

O efeito relacionado ao sexo do animal também deve ser considerado quando se trabalha em programas de melhoramento. Diversos estudos (Souza et al., 2000; Conceição et al., 2005; Souza et al., 2010) indicam que, numa mesma raça, os machos são consistentemente mais pesados que as fêmeas, quando mantidos em condições semelhantes de manejo e alimentação. Este dimorfismo sexual tende a aumentar quando as comparações são feitas em idades mais avançadas (Pereira, 2004).

#### **1.4 Tendências fenotípicas e genéticas**

O conhecimento da mudança fenotípica de uma população é fundamental, visto que desta forma, pode-se observar de forma conjunta, se os programas de seleção e a melhoria ambiental adotada pelos criadores têm sido favoráveis à melhoria da produção ao longo do tempo. Contudo, para promover o monitoramento dos resultados é necessário distinguir a mudança ambiental e o progresso genético (Oliveira et al., 1995). Desta forma, como o objetivo não é só avaliar o progresso genético que vem sendo alcançado, mas também que os resultados sirvam de elementos orientadores de ações futuras é necessário avaliar as tendências genéticas e fenotípicas ao longo do tempo.

A tendência genética é uma medida que permite avaliar a mudança ocasionada por um processo de seleção para determinadas características ao longo dos anos. A estimativa da tendência genética é, então, a melhor maneira de se observar o progresso genético, visto que a melhora no desempenho ponderal não significa obrigatoriamente melhoria genética (Zollinger e Nielsen, 1984; Euclides Filho et al., 1997a).

A taxa de mudança genética anual possível de ser obtida varia de um a três por cento da média da população. Tendências genéticas próximas de zero e até mesmo negativas, segundo Euclides Filho et al. (1997b), não são incomuns na literatura, principalmente quando resultam de avaliações realizadas com dados provenientes de rebanhos comerciais, cujos critérios de seleção não são bem definidos e, principalmente, não são uniformes.

Eler et al. (2005) avaliando estimativas de tendências genéticas e dos componentes ambientais em bovinos da raça Nelore no Brasil constataram tendência decrescente do componente ambiental (residual) a partir de 1999. O resultado foi justificado pelo aumento de unidade animal (UA) por área. Tais autores ressaltam a importância de se proceder com as avaliações das tendências nos programas de melhoramento, pois só assim se conseguirá avaliar os mesmos.

Ferraz Filho et al. (2002) relataram tendências genéticas diretas iguais a 0,13 e 0,28kg/ano, respectivamente, para peso à desmama e peso ao sobreano, as quais corresponderam a incrementos na mudança genética anual de 0,08 e 0,10% nas médias dos pesos, para animais da raça Tabapuã. Mucari e Oliveira (2003), também para animais de raça zebuína, relataram tendências genéticas de 0,155 e 0,345kg/ano, para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente. De acordo com esses autores, os ganhos genéticos relativamente baixos podem estar associados à baixa variabilidade genética observada no rebanho avaliado.

Em rebanhos da raça Nelore, Holanda et al. (2004) relataram mudanças genéticas anuais menores, na faixa de 0,001kg e 0,075kg, para ganhos de peso pré e pós-desmama, respectivamente. Segundo os autores, apesar de os ganhos genéticos apresentarem valores aparentemente pequenos, esse progresso deve ser levado em consideração, pois as mudanças são estáveis e cumulativas ao longo dos anos.

Utilizando informações de animais da raça Gir, Balieiro et al. (1999) relataram tendência genética para idade ao primeiro parto de 0,008 meses/ano. Segundo esses autores, mudanças de pequena magnitude observadas em algumas características reprodutivas podem ser parcialmente explicadas pela pequena variabilidade genética, em razão da utilização de estações de monta com períodos curtos.



Apesar de os ganhos genéticos obtidos para as características reprodutivas apresentarem valores baixos, o progresso genético deve ser considerado, pois as mudanças genéticas são estáveis, cumulativas e permanentes ao longo dos anos. Entretanto, apesar de serem estáveis, tais mudanças genéticas podem vir a não se expressar fenotipicamente como consequência das condições ambientais distintas ao longo dos anos avaliados (Laureano et al., 2011).

### **1.5 Interação genótipo x ambiente**

O Brasil possui uma grande extensão territorial, com sistemas heterogêneos de exploração de bovinos determinados pelas diferenças climáticas e econômicas, além da disponibilidade de recursos naturais. Nesse contexto, a interação genótipo x ambiente é um dos problemas que o técnico enfrenta na seleção de genótipos mais adaptados, pois, em geral, a seleção é realizada com base no desempenho em poucos ambientes e o material melhorado é distribuído para ambientes diversos.

Com a difusão da inseminação artificial, a utilização de reprodutores se expandiu atingindo diversos ambientes. Com isso, observou-se que um reprodutor muitas vezes não produzia progênes com desempenho semelhante em duas regiões distintas. Por conta disso, os estudos relacionados ao efeito da interação genótipo x ambiente sobre as características produtivas e reprodutivas tornaram-se importantes. Alencar et al. (2005) afirmaram que a identificação dessas interações devem contribuir para o aumento da eficiência de seleção em bovinos.

Em avaliações genéticas, muitas vezes se estimam os componentes de (co) variância ignorando a interação genótipo x ambiente. Dependendo dos parâmetros da população e da intensidade de seleção, esse procedimento pode resultar em substancial redução na resposta à seleção (Pereira, 2004).

Por definição, a interação genótipo x ambiente é o termo utilizado para descrever o fenômeno que ocorre quando um conjunto de genótipos muda seu desempenho relativo em ambientes diferentes (Falconer e Mackay, 1996). Segundo Dickerson (1962), a mudança genética em um ambiente diferente do ambiente de seleção é proporcional a correlação genética entre os desempenhos nos dois ambientes. As correlações genéticas, entre a mesma característica em ambientes diferentes, quando altas, evidenciam pouca importância da interação genótipo x ambiente, e, quando baixas, indicam que os desempenhos são diferentes.

Em relação às correlações entre características avaliadas em ambientes diferentes, de acordo com Robertson (1959), quando o valor da correlação genética for menor que 0,80, a

interação genótipo x ambiente passa a assumir papel importante na expressão da característica.

Animais superiores em uma região ou país podem não ter o mesmo resultado em outro. Isso sugere que a escolha de um animal apropriado para uma determinada região (ou país) é específico, podendo este não ter a mesma resposta em outra região (Souza et al., 2003; Toral et al., 2004; Payá et al., 2007; Lopes et al., 2008; Espasandin et al., 2011).

Toral et al. (2004) estudaram o efeito da interação genótipo-ambiente em bovinos Nelore criados em três microrregiões do Mato Grosso do Sul e constataram evidências deste efeito para os pesos indicadores de desenvolvimento ponderal. Trabalhando com peso ao desmame em animais da raça nelore, Souza et al. (2003) também detectaram a interação genótipo x ambiente entre as microrregiões do estado de Mato Grosso do Sul. Carolino et al. (2007) trabalhando com características reprodutivas (IPP e IEP) em bovinos da raça Alentejana em Portugal, não observaram indícios de interação genótipo ambiente sobre as características estudadas.

De Mattos et al. (2000), utilizando dados da raça Hereford nos Estados Unidos (dividido em 4 regiões), Canadá e também no Uruguai, observaram a não significância da interação genótipo x ambiente nos dados de peso ao desmame, visto que as estimativas de correlação genética entre os dados das regiões norte-americanas, do Canadá e do Uruguai se mantiveram num intervalo entre 0,82 e 0,90.

Outra forma de se avaliar a existência de interação genótipo x ambiente é por meio da correlação de ordem entre os valores genéticos preditos para a mesma característica medida nos ambientes de interesse ou pelo ordenamento entre os reprodutores com base nos valores genéticos preditos para a mesma característica nos diferentes ambientes estudados.

Ferreira et al. (2001) constataram evidências da interação genótipo-ambiente sobre o peso pós-desmama de bovinos Nelore em Minas Gerais, com mudança significativa entre as ordens de classificação dos animais. Resultados semelhantes foram encontrados por Toral et al. (2004), no Mato Grosso do Sul e Fridrich et al. (2008) nas combinações envolvendo as regiões Sul/ Centro-Oeste e Sul/ Norte do país.

A correta avaliação do genótipo por intermédio de seu fenótipo constitui a base de todos os programas de melhoramento genético. Na presença de interação, entretanto, essa avaliação poderá variar de um ambiente para outro, resultando em mudança na ordem de classificação (rank/posto) dos genótipos ou, ainda, na magnitude de suas diferenças (Fridrich et al., 2005; Fridrich et al., 2008).

## Referências

- ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S; FREITAS, A.R. Evidências de interação genótipo x ambiente sobre características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.489-495, 2005.
- ARANGO, A., CUNDIFF, L.V., VAN VLECK, L.D. Genetic parameters for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.80, p.3112-3122, 2002.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. N. B.; MALHADO, C. H. M.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. de A. A; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.988-996, 2006.
- BALIEIRO, E.S.; PEREIRA, J.C.C.; VERNEQUE, R.S. PEREIRA, C.S.; BERGMANN. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendência fenotípica, genética e de ambiente de algumas características reprodutivas na raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, p.371-376, 1999.
- BERTAZZO, R.P.; FREITAS, R.T.F.; GONÇALVES, T.M.; PEREIRA, I.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, A.I.G.; ANDRADE, I.F. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1118-1127, 2004.
- BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; GIORGETTI, A.; BOZZI, R.; LIMA, F.A.M. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos Nelore, criados no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.468- 473, 1999.
- BOCCHI, A.L.; TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Idade da vaca e mês de nascimento sobre o peso ao desmame de bezerros nelore nas diferentes regiões brasileiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 26, p. 475-482, 2004.
- BOLIGON, B.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.596-601, 2008a.
- BOLIGON, B.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.38, p.432-436, 2008b.
- BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHERK, 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.; SILVA, L.O.C.; EUCLYDES, R.F.; ARAÚJO, C.V.; PEREIRA, C.S. Influência da heterogeneidade de variâncias na avaliação genética de bovinos de corte da raça Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.685-693, 2003.
- CAROLINO, N.; GAMA, L.T.; ESPADINHA, P. Interações genótipo x ambiente em caracteres reprodutivos e de crescimento de bovinos Alentejanos. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.634-640, 2007.

CONCEIÇÃO, F.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; BRAGANÇA, V.L.C.; SOUZA, J.C. Fatores ambientais que influenciam o peso à desmama, ano e sobreano em bovinos da raça Nelore Mocha, no sudoeste de Mato Grosso do Sul – Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.157-165, 2005.

DE MATTOS, D.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I. Investigation of genotype x environment interactions for weaning weight for Herefords in three countries. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2121-2126, 2000.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de Herdabilidade para Idade ao Primeiro Parto de Novilhas da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.97-102, 2004.

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

ESPASANDIN, A.C.; URIOSTE, J.I.; CAMPOS, L.T., ALENCAR, M.M. Genotype x country interaction for weaning weight in the Angus populations of Brazil and Uruguay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.568-574, 2011.

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

EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, L.O.C.; ALVES, R.G.O.; NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N. Tendências genéticas na raça Indubrasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997b.

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

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C.; ALENCAR, M.M.; MALHADO, C.H.M. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.635-640, 2002.

FERREIRA, V.C.P.; PENNA, V.M.; BERGMANN, J.A.G.; TORRES, R.A. Interação genótipo-ambiente em algumas características produtivas de gado de corte no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, p.385-392, 2001.

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

FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.; VALENTE, B.D.; SOUSA, J.E.R.; CORRÊA, G.S.S.; FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; SILVA, L.O.C. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.917-925, 2008.

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

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

GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. D. V. BORJAS, A. R. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado Nelore. **Ciência Rural**, v.31, p.603-607, 2001.

GUSMÃO, F.B.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R. Tendências genéticas, fenotípicas e ambientais para D160 e D240 em bovinos Nelore no estado da Bahia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 301-305, 2009.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal - 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>> Acesso em: 08/10/2012.

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

LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais as idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1695-1706, 2002.

LOPES, J.S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES; M.A. 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**, v.37, p.54-60, 2008.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; PEREIRA, D.G.; MARTINS FILHO, R. Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1163-1169, 2008.

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

MUCARI, T.B.; OLIVEIRA, J.A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1604-1613, 2003.

OLIVEIRA, J. A.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Tendência genética em peso e ganhos em peso de bovinos da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 1355-1360, 1995.

PAYÁ, S.B.; SIMÕES, A.C.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C. Causas de Variações Não Genéticas e Interações Estação x Região em Pesos de Animais de Rebanhos Nelore Mocho em Áreas Inclusas na Região Pecuária de Leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v 12, p.8-12, 2007.

- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.703-708, 2002.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1676-1683, 2000.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado a produção animal**. 4.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2004. 609p.
- PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; KROETZ, I.A. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.733-741, 2006a.
- PEROTTO, D.; MIYAGI, A.P.; SOUZA, J.C.; MOLETTA, J.L.; FREITAS, J.A. Estudos de características reprodutivas de animais da raça Canchim, criados a pasto, no estado do Paraná, Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 1-6, 2006b.
- ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**. v.15, p. 469-485, 1959.
- SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; QUAAS,R.L.; MARTINS,E.N.; LOPES, P.S.; SILVA, L.O.C. Avaliação do Crescimento de Bovinos Jovens da Raça Tabapuã, por Meio de Análises de Funções de Covariâncias1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.864-874, 2003.
- SALA, V.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z. et al. Eficiência produtiva em vacas da raça Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v.66, p.107-113, 2009.
- SANTOS, P.F., MALHADO, C.H.M.; SILVA, L.O.C.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; CUNHA, E.E.; SOUZA, J.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlação Genética, Fenotípica e Ambiental em características de crescimento de bovinos da raça Nelore, variedade Mocha. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.55-60, 2005.
- SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MACHADO, C.H.C. Tendência genética, fenotípica e ambiental para o peso ao desmame de bovinos da raça Indubrasil no estado da Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.9, p.18-24, 2007.
- SCHWENGBER, E.B.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.31, p.483-486, 2001.
- SILVEIRA, J.C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, L.O.C; SILVEIRA, A.C.; GARCIA, J.A.S; LOUVANDINI; H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1432-1444, 2004.
- SOUSA, J. E. R.; MARTINS FILHO, R.; OLIVEIRA, S. M. P. et al. Influência dos fatores de ambiente no desempenho de bovinos da raça Nelore no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 34, p.133-138, 2003.
- SOUZA, J. C., MALHADO, C.H.M., SILVA, L.O.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Efeito do ambiente sobre o peso de bovinos da raça Guzerá no Estado de São Paulo. **Archives of Veterinary Science**, v.7, p.57-63, 2002.
- SOUZA, J.C.; GADINI, C.H.; SILVA, L.O.C.; RAMOS, A.A.; EUCLIDES FILHO, K.; ALENCAR, M.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; VAN VLECK, L.D. Estimates of genetic

parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weaning weight in Nelore cattle. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.11, p.94-100, 2003.

SOUZA, J.C.; RAMOS, A.AA; SILVA, L.O.C.; EUCLIDES FILHO, K. ALENCAR, M.M.; WESCHSLER, F.S.; FERRAZ FILHO, P.B. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em regiões tropicais brasileiras. **Ciência Rural**, v.30, p. 881-885, 2000.

SOUZA, J.C.; SALLES, F.M.; SILVA, L.O.C.; MOTA, M.F.; FREITAS, J.A.; MALHADO, C.H.M.; FERRAZ FILHO, P.B. Avaliação de características produtivas em animais da raça Nelore por meio de análise multivariada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.17, p.99-103, 2010.

SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; SIMÕES, G.H.; MOSER, J.T.; OSTAPECHEN, J.; PINTO, P.H.N; RUVIERO, V.; MALHADO, C.H.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; FREITAS, J.A.; SERENO, J.R.B. Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, Vol 16, p.85-90, 2008.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, A.M.; BARBOSA, P.F. Correlações Genéticas entre Características Produtivas de Fêmeas em um Rebanho da Raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.880-886, 2003.

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

ZOLLINGER, W.A.; M.K. NIELSEN. Na evaluation of bias in estimated breeding values for weaning weight in Angus beef cattle Field records. I. Estimates of within herd genetic trend. **Journal of Animal Science**, v.58, p545-549, 1984.

## 2. CAPÍTULO I

### **Tendências e parâmetros genéticos para diversas características de fêmeas Nelore no Mato Grosso do Sul**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de meio e estimar as tendências ambientais, genéticas e fenotípicas para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) em fêmeas da raça Nelore criadas a pasto em três regiões do estado de Mato Grosso do Sul. O modelo estatístico continha os efeitos genéticos aditivo direto e residual (efeitos aleatórios) e, como fixos, os efeitos de fazenda e do grupo de contemporâneos. Utilizou-se o programa MTDFREML para as análises uni e bicaracterísticas, as quais foram executadas sob modelo animal. As tendências ambientais, genéticas e fenotípicas, foram estimadas pela regressão, das médias anuais dos valores genéticos direto, ambiental e observado, respectivamente. Os efeitos de meio afetaram significativamente ( $P < 0,05$ ) todas as características estudadas. Quanto as tendências ambientais e fenotípicas, observou-se melhorias para as características estudadas nas três regiões. Já para tendência genética, observou-se que para IPP as regiões R1 e R3 e para IEP12 a região R3, apresentaram ganhos positivos ao longo dos anos, o que é indesejável. Para se realizar a seleção ou comparação de fêmeas da raça Nelore, faz-se necessário o ajuste prévio para os efeitos não genéticos analisados, de acordo com as características analisadas neste estudo. Apesar da seleção praticada não ter privilegiado as características reprodutivas, estas não foram altamente prejudicadas ao longo dos anos. Existem diferenças nos ganhos ambientais, genéticos e fenotípicos das três regiões.

**Palavras-chave:** gado de corte, herdabilidade, parâmetros genéticos



## **Trends and genetic parameters for several traits of Nelore females in Mato Grosso do Sul**

**Abstract:** The objective of this was to estimate genetic parameters, study environmental effects and estimate environmental, genetic and phenotypic trends for weight adjusted for 420 days old (W420), age at first calving (AFC) and first calving interval (FCI), in females of the Nelore breed in three regions in the state of Mato Grosso do Sul. The statistical model contained the genetic effects and direct additive (random effects) and residual, as fixed, the effects of farm and contemporary group. MTDFREML program was used for the tests by single and two-trait analyses, with animal models. The environmental, genetic and phenotypic trends were estimated by regression, annual means of direct genetic, environmental and observed values, respectively. The environmental effects affected significantly ( $P < 0.05$ ) all traits studied. As environmental and phenotypic trends, improvements to the traits studied in the three regions. Already for genetic trend, observed that the AFC to regions R1 and R3 and FCI the region R3 presented positive gains over the years, which was undesirable. To perform the selection or comparison of females of the Nelore, makes necessary the adjustment for the environmental effects, analysed according to the traits analyzed in this study. The reproductive traits have not been highly damaged over the years. There are differences in the environmental, phenotypic and genetic gains and heritability of the three regions.

**Key Words:** beef cattle, genetic parameters, heritability

## Introdução

As características reprodutivas vêm se destacando nos programas de melhoramento genético, pois fertilidade e precocidade sexual são componentes importantes no aumento da produtividade (Boligon et al., 2008a). Portanto, deve-se buscar o equilíbrio entre os fatores que determinam a fertilidade, principalmente quando estes, encontram-se aliados à precocidade. Isso eleva a taxa de nascimentos no rebanho, auxiliando no processo de seleção, pelo fato de reduzir o intervalo entre gerações, e conseqüentemente aumentar a taxa de desfrute, resultando em maior rentabilidade (Scwengber et al., 2001; Perotto et al., 2006a).

Quanto às características produtivas, destaca-se o peso ao sobreano (pesos aos 420, 450 e 550 dias de idade), o qual possui importante correlação com características reprodutivas de fêmeas. Boligon et al., (2008a) trabalhando com fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto, obtiveram a estimativa de correlação genética entre peso ao sobreano e idade ao primeiro parto de -0,29. Talhari et al., (2003) analisando a correlação entre essas mesmas características para fêmeas da raça Canchim, obtiveram valor igual.

Dos principais fatores ambientais que afetam as características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte, se destacam o ano, mês ou estação de nascimento, fazenda, regime alimentar e a região onde os animais são criados (Silveira et al., 2004; Conceição et al., 2005). Considerando que o animal só consegue expressar o seu potencial genético se o mesmo estiver exposto a boas condições de ambiente, alguns autores além de avaliarem os componentes genéticos, também realizam avaliações do ambiente visto que este tem ação direta sobre a expressão do fenótipo (Santos et al., 2007; Gusmão et al., 2009).

Todo programa de melhoramento deve ser acompanhado periodicamente para que se possa ser corrigido de forma rápida. Uma das maneiras de se promover o monitoramento desses resultados é por meio da avaliação das mudanças genéticas, fenotípicas e ambientais que ocorrem ao longo do tempo (Malhado et al., 2008; Souza et al., 2008).

Poucos são os estudos sobre as tendências genéticas, fenotípicas e ambientais de características reprodutivas em bovinos, mas os estudos encontrados demonstram que embora tendo valores baixos, está havendo progresso ao longo dos anos (Balieiro et al., 1999; Ledic et al., 2006; Arough et al., 2011; Laureano et al., 2011).

Este trabalho teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos, estudar os efeitos de meio e estimar as tendências ambientais, fenotípicas e genéticas para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) em fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto em três regiões do estado de Mato Grosso do Sul.

### **Material e Método**

Os dados utilizados pertencem ao Arquivo Zootécnico Nacional – raças zebuínas (Convênio ABCZ/Embrapa/MAPA) e foram cedidos pela Embrapa Gado de Corte. Utilizaram-se informações de 30.461 fêmeas da raça Nelore, nascidas entre os anos de 1978 a 2008, as quais foram criadas a pasto em três regiões de produção do estado de Mato Grosso do Sul. Essas regiões de produção foram caracterizadas e diferenciadas por Arruda & Sugai (1994) de acordo sistema de produção, nível de tecnologia, qualidade e produtividade dos recursos e tipo racial do rebanho bovino. São 44 regiões no Brasil, sendo três localizadas no Mato Grosso do Sul: Pantanal Sul (R1), Alto Taquari-Bolsão (R2) e Campo Grande-Dourados (R3).

Na região do Pantanal Sul (R1), predominam cordilheiras com cobertura vegetal de cerrado ou mata, aplainadas com arbustos e gramíneas, vazantes e lagoas regionalmente denominadas baías. A precipitação anual média é de 1.200 mm e os solos geralmente são arenosos, com baixa fertilidade, resultando em baixo rendimento das pastagens naturais.

A região de Alto Taquari – Bolsão (R2), localizada nas terras altas do planalto mato-grossense, abrange parte das bacias dos rios Paraná e Paraguai, cuja topografia dominante é a de chapadões. O clima é do tipo subquente úmido, com três meses secos (junho a agosto). A pluviometria anual, em torno de 1.250 mm, intensifica-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. O solo predominante é do tipo areias quartzosas distróficas, de baixa fertilidade. Grande parte desta região tem como vegetação natural o cerrado.

A topografia predominante na região de Campo Grande – Dourados (R3) é plana a levemente ondulada. O clima é subquente úmido com dois a três meses secos (junho a agosto) e precipitação anual variando de 1.250 a 1.500 mm, com maior concentração nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Predominam os solos do tipo latossolo vermelho-escuro e roxo, de média e boa fertilidade. Basicamente três tipos de vegetação natural ocorrem na região: o

cerrado, o campo limpo e a mata do tipo floresta subcalcifolia, características naturais bastante propícias ao desenvolvimento de sistemas de produção eficientes.

As características analisadas foram peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12). Para o P420 considerou-se registro de animais com peso variando três desvios-padrão em relação à média, dentro de cada região. Para IPP a amplitude de variação foi entre 780 e 1620 dias; e para IEP12 foi entre 330 e 1095 dias. Para estimativa dos fatores de meio que afetam as características estudadas utilizou-se o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analyses System) versão 9.2.

A estimativa dos componentes de (co) variância foi obtida pela metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelo animal uni-característica, usando o aplicativo Multiple Trait Derivative Free Restrict Maximum Likelihood (MTDFREML). Para o modelo utilizado na análise de P420 foram incluídos os efeitos aleatórios genéticos direto e residual, além dos efeitos fixos de grupo contemporâneo (ano e estação de nascimento), efeito de fazenda e da co-variável idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático). Para IPP e IEP12, utilizou-se modelo semelhante, porém sem incluir o efeito da co-variável idade da vaca ao parto. As estações de nascimento estabelecidas foram: estação 1 (seca) – nascimentos nos meses de maio a setembro; estação 2 (chuvas) – nascimentos nos meses de outubro a abril.

Em termos matriciais o modelo utilizado pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Zg + e$$

Em que:  $y$  = vetor das observações de cada característica;  $X$  = matriz de incidência dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos, fazenda e covariáveis);  $\beta$  = vetor dos efeitos fixos;  $Z$  = matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal;  $g$  = vetor de efeitos aleatórios genéticos diretos;  $e$  = vetor de efeitos aleatórios residuais.

O critério de convergência adotado foi  $10^{-6}$ . A cada convergência o programa era reiniciado, utilizando como valores iniciais os obtidos na análise anterior, até que o valor  $-2\text{Log}$  fixasse 2 casas após o ponto, alcançando a convergência global. Todas as análises realizadas foram do tipo uni-caráter.

A tendência ambiental foi estimada por meio da análise da regressão da solução dos efeitos fixos para cada um dos grupos de contemporâneos sobre o ano de nascimento; já para estimativa da tendência genética realizou-se regressão do valor genético do animal sobre o ano de nascimento. A tendência fenotípica foi obtida pela regressão do valor ajustado da característica do animal sobre o ano de nascimento.

### **Resultados e Discussão**

O resumo das análises de variância para as características P420, IPP e IEP12 encontram-se na Tabela 1. Todas as fontes de variação incluídas no modelo foram significativas ( $P < 0,05$ ), sendo que somente para P420 foi incluído o efeito da idade da vaca (linear e quadrática) na análise. As médias para P420, IPP e IEP12 estimada pelo método dos quadrados mínimos, foram  $235,75 \pm 32,76$  Kg;  $1.189,75 \pm 148,59$  dias ( $39,11 \pm 4,88$  meses);  $539,50 \pm 156,32$  dias ( $17,68 \pm 5,14$  meses) respectivamente para as três características.

Na Tabela 2 observa-se que para P420 as fêmeas das três regiões se diferenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ), sendo que a média da região R3 foi 1,3% e 3,6% superior, as regiões R1 e R2, respectivamente. Para a característica IPP, as fêmeas da região R1 e R3 não se diferenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ). Porém, obtiveram melhor desempenho do que as de R2. Enquanto que para IEP12, as fêmeas da região R1 obtiveram um pior desempenho, e as das regiões R2 e R3 não se diferenciaram significativamente entre si.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, verificou-se que entre as três regiões analisadas, a região R3 foi a que obteve melhor desempenho para todas as características, isto pode ter ocorrido pelo fato desta região possuir solo de média a boa fertilidade, resultando diretamente na produtividade do sistema. Segundo Conceição et al., (2005), as diferenças entre condições edafoclimáticas, espécies forrageiras, manejos e constituições genéticas, em conjunto ou isoladamente, são fatores que podem ter contribuído para estas diferenças entre as regiões.

Outra fonte de variação estudada foi à estação de nascimento, observou-se que as fêmeas nascidas na estação das águas (novembro-abril) tiveram maior P420, e conseqüentemente uma menor IPP do que as nascidas na estação da seca. Isso se deve ao fato que a pesagem ao sobreano dos animais nascidos na seca acontece na seca subsequente, período em que as condições ambientais são desfavoráveis, conseqüentemente estas fêmeas terão que esperar até a época das

águas para entrarem em estação de monta, resultando em um maior valor de IPP para estas. Já para a característica IEP12, as que nasceram na estação da seca tiveram melhor desempenho, pois entraram em reprodução com idade maior que as nascidas nas águas, sendo assim ao primeiro parto estavam em melhor condição corporal o que resultou em um menor tempo em dias para emprenharem novamente (Tabela 2).

Observou-se que ocorreu um aumento da característica P420 e uma redução nas características IPP e IEP12 ao longo dos anos estudados, indicando que ocorreu melhoramento zootécnico no período estudado, em virtude do melhoramento genético e da melhoria do ambiente onde os animais foram criados. Cabe destacar a co-variável idade da vaca ao parto, a média de idade das vacas (mães das fêmeas analisadas) foi de  $83,14 \pm 41,36$  meses; observou-se que as novilhas filhas de vacas com idade ao parto de 84 meses, obtiveram melhor desempenho (236,96 Kg) para P420.

Os resultados mostram a importância em se conhecer as fontes de variação que atuam sobre as características avaliadas, sugerindo que ao realizar seleção de animais deve-se, dentro do possível, ajustar para os efeitos de meio, de maneira a minimizar a influência sobre as características estudadas e, então, poder escolher os animais geneticamente superiores para serem pais das próximas gerações.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) de fêmeas da raça Nelore.

Fonte de Variação	P420		IPP		IEP12	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Touro	3029	4014,75*	3000	52138,50*	2447	35691,58*
Ano	30	15465,73*	30	350341,20*	29	131919,70*
EN	1	328991,69*	1	1594065,70*	1	195576,70*
REG	2	102173,24*	2	286715,20*	2	314054,41*
IV (linear)	1	32453,92*	-	-	-	-
IV (quadrático)	1	50495,92*	-	-	-	-
Erro	27396	1073,36	26472	22080,30	17416	24435,50
CV (%)	13,90		12,49		28,97	
R <sup>2</sup> (%)	41,95		26,83		19,05	

Ano: Ano de nascimento; EN: Estação de nascimento; REG: Região de produção; IV: idade da vaca; CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado Médio; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação; \*: Nível de significância (P<0,05).

Tabela 2. Efeito da região de produção e da estação de nascimento sobre as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) de fêmeas da raça Nelore.

Efeito	Média ± erro padrão		
	P420 (Kg)	IPP (dias)	IEP12 (dias)
<i>Região de produção</i>			
R1	229,66 ± 0,93 <sup>b</sup>	1201,09 ± 4,43 <sup>a</sup>	557,67 ± 5,57 <sup>b</sup>
R2	224,68 ± 0,62 <sup>c</sup>	1211,55 ± 2,95 <sup>b</sup>	534,32 ± 3,60 <sup>a</sup>
R3	232,69 ± 0,52 <sup>a</sup>	1198,00 ± 2,53 <sup>a</sup>	530,51 ± 3,05 <sup>a</sup>
<i>Estação de nascimento</i>			
Seca	225,22 ± 0,59 <sup>b</sup>	1212,11 ± 2,86 <sup>b</sup>	537,16 ± 3,50 <sup>a</sup>
Chuva	232,80 ± 0,55 <sup>a</sup>	1194,98 ± 2,66 <sup>a</sup>	544,51 ± 3,23 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ ); R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

Quando a precipitação é maior, as pastagens são de melhor qualidade e abundantes, proporcionando melhores condições de desempenho aos animais. Porém, em anos em que ocorre baixa incidência de chuvas, secas prolongadas e geadas, há redução na qualidade e quantidade de alimentação disponível, o que reflete diretamente no peso dos animais, e como consequência, esses tendem a apresentar desempenhos inferiores (Souza et al., 2000). Na Figura 1 observou-se que ocorreu um aumento da característica P420 e uma redução nas características IPP e IEP12 ao longo dos anos estudados, ou seja, ocorreu uma melhoria de desempenho das três características analisadas. Isso indica que ocorreu melhoramento zootécnico no período estudado, em virtude do melhoramento genético e da melhoria do ambiente onde os animais foram criados.

Para a característica P420 a média de idade das vacas, mães das fêmeas analisadas, foi de  $83,14 \pm 41,36$  meses; observou-se que as novilhas filhas de vacas com idade ao parto de 84 meses, obtiveram melhor desempenho (236,96 Kg), sendo assim a partir desse ponto o peso das progênies começam a cair, indicando que a matriz deve ser descartada, excepcionalmente aquelas de alto valor genético deverão permanecer no rebanho. Vacas com idade ao parto acima de 120 meses produziram progênies com peso abaixo da média geral (Figura 2). Esses resultados mostram a necessidade do descarte de vacas mais velhas anualmente, substituindo-as por novilhas selecionadas, que sendo geneticamente superiores, irão elevar a produção do rebanho. Outros trabalhos também apresentaram resultados semelhantes (Bocchi et al., 2004; Toral et al., 2009).

Os resultados mostram a importância em se conhecer as fontes de variação que atuam sobre as características avaliadas, sugerindo que ao realizar seleção de animais deve-se, dentro do possível, ajustar para os efeitos de meio, de maneira a minimizar a influência sobre as características estudadas e, então, poder escolher os animais geneticamente superiores para serem pais das próximas gerações.

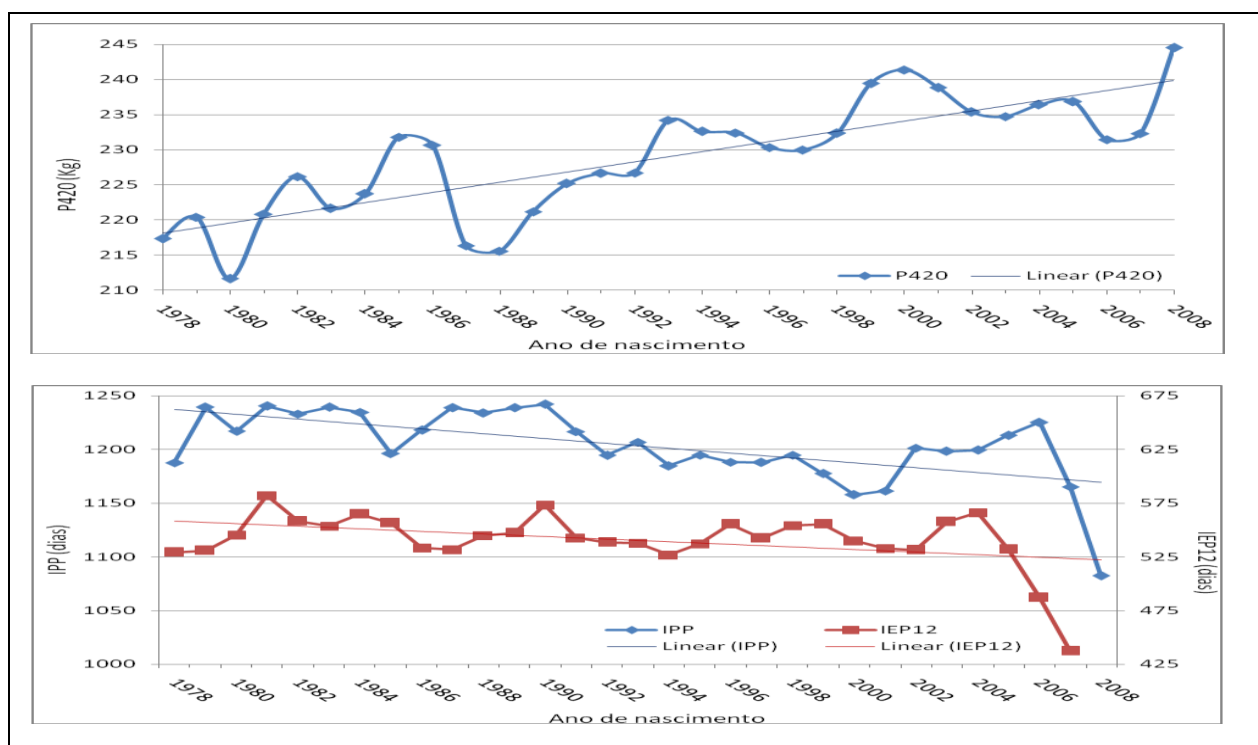


Figura 1. Efeito do ano de nascimento sobre as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP); intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12).

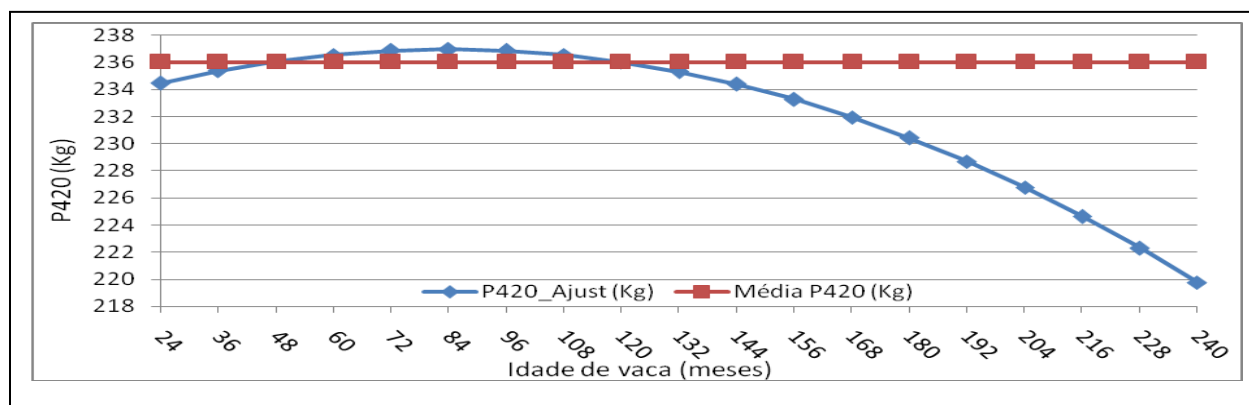


Figura 2. Peso ajustado aos 420 dias de idade (P420\_Ajust) de fêmeas da raça Nelore em função da idade da vaca ao parto (meses); Equação:  $y = 235,75 + (0,1175979 * (x - 83,14)) - (0,0007032 * (x^2 - 8623,24))$ .



As figuras 3, 4 e 5 representam as tendências ambientais, genéticas e fenotípicas para a característica P420. Os ganhos ambientais, fenotípicos e genéticos foram significativos ( $P < 0,05$ ) para as três regiões estudadas. Foi possível observar que ocorreu melhoria ambiental e genética, simultaneamente e nas três regiões de produção, e conseqüentemente melhoria em termos fenotípicos. Sendo que a região R3 obteve maior amplitude de variação dos valores ajustados (P420\_Ajust) ao longo dos anos, tanto para tendência ambiental quanto genética.

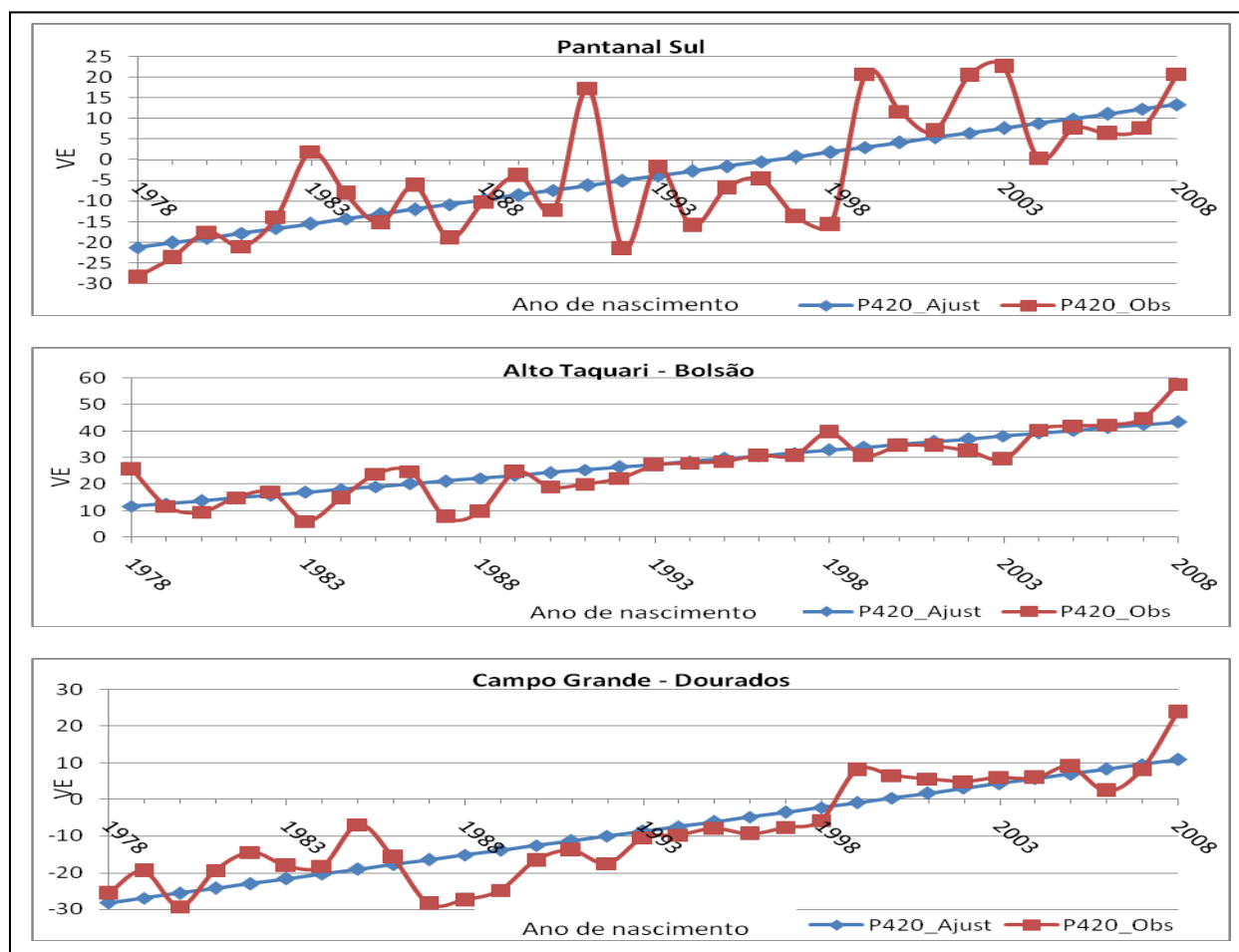


Figura 3. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420\_Ajust) e observado (P420\_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VE = 1,157 \cdot \text{ano} - 2309,745$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VE = 1,059 \cdot \text{ano} - 2083,844$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VE = 1,302 \cdot \text{ano} - 2603,121$ ).

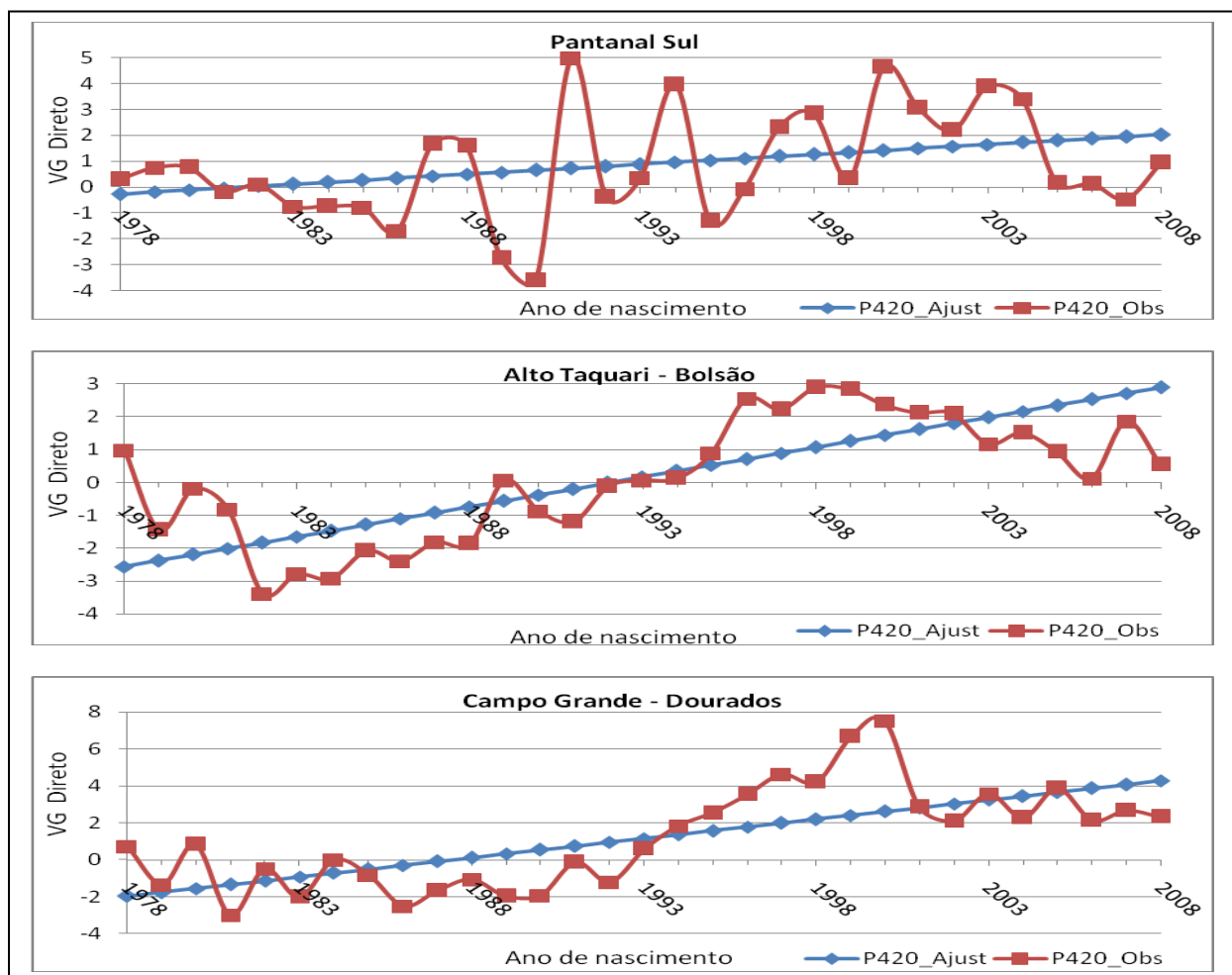


Figura 4. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420\_Ajust) e observado (P420\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = 0,077 \cdot \text{ano} - 151,883$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = 0,182 \cdot \text{ano} - 361,898$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = 0,208 \cdot \text{ano} - 413,826$ ).

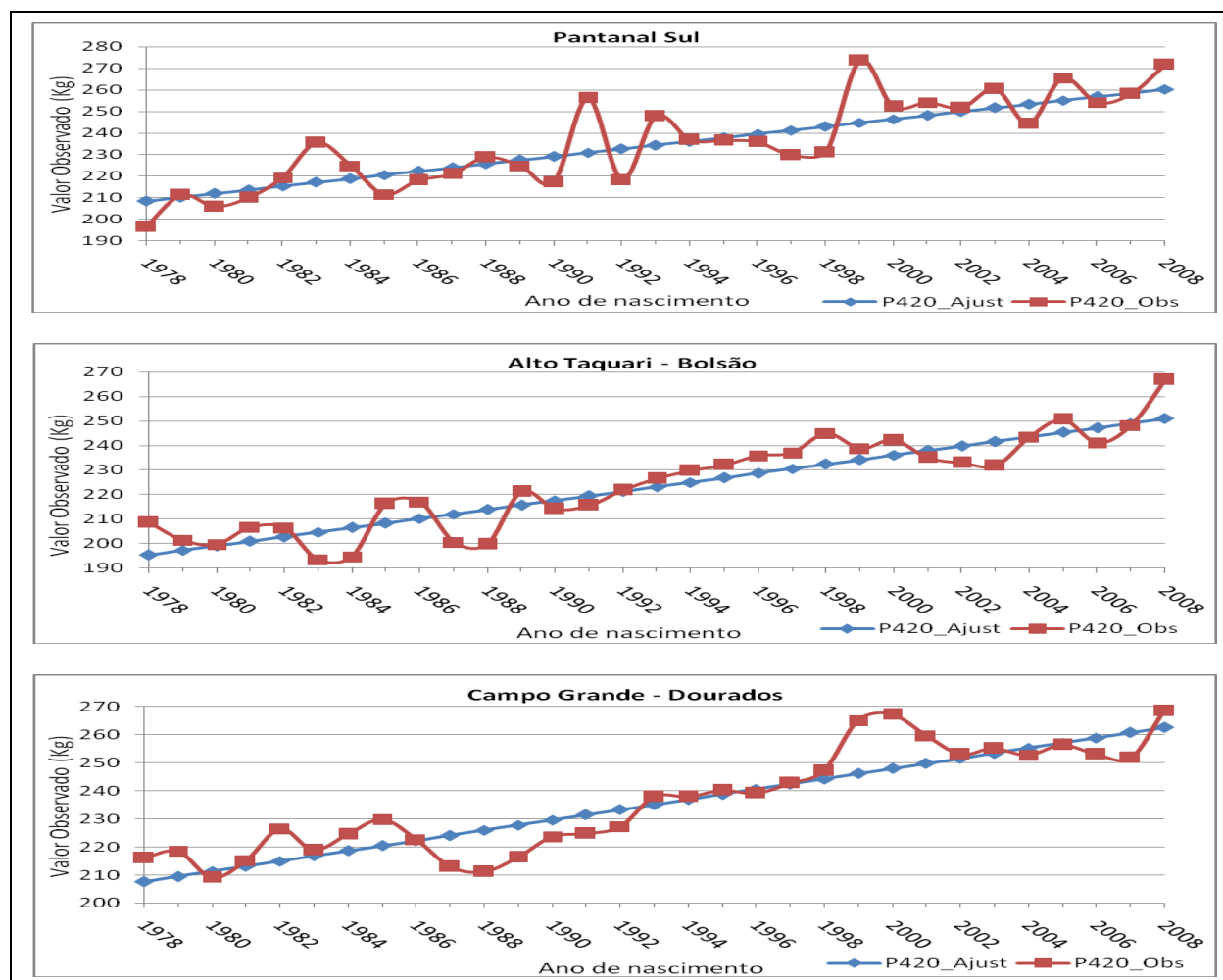


Figura 5. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica peso aos 420 dias de idade ajustado para a regressão (P420\_Ajust) e observado (P420\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VO = 1,727 \cdot \text{ano} - 3207,180$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VO = 1,851 \cdot \text{ano} - 3466,190$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VO = 1,831 \cdot \text{ano} - 3415,072$ ).

Para as características reprodutivas (IPP e IEP12) o desejável seria a tendência ambiental e genética com valores negativos, pois indicaria estar havendo redução do número de dias para o parto em função do ambiente; e a redução dos valores genéticos diretos, diminuindo ao longo dos anos. As tendências ambientais, genéticas e fenotípicas para a característica IPP encontram-se nas figuras 6 a 8. As tendências genéticas e fenotípicas foram significativas ( $P < 0,05$ ) para as três regiões; já a regressão da tendência ambiental foi significativa apenas para a região R3. Observou-se melhoria de ambiente em todas as regiões (Figura 6).

Quanto a tendência genética (Figura 7), observou-se nas regiões R1 e R3 aumento nos valores genéticos ao longo dos anos, o que indica que nestas não ocorreu seleção para a característica IPP. Apesar disso, as tendências fenotípicas apresentaram redução nas três regiões (Figura 8), o que colabora com a afirmação de que as características reprodutivas são altamente influenciadas pelo ambiente. Conhecendo-se a média para IPP para todo o estado do Mato Grosso do Sul, a qual tem uma média de  $1.189,75 \pm 148,59$  dias ( $39,11 \pm 4,88$  meses), pode-se afirmar que o valor desta redução está muito aquém do desejado, visto a importância que esta característica tem para aumentar a rentabilidade do sistema de produção de bovinos de corte.

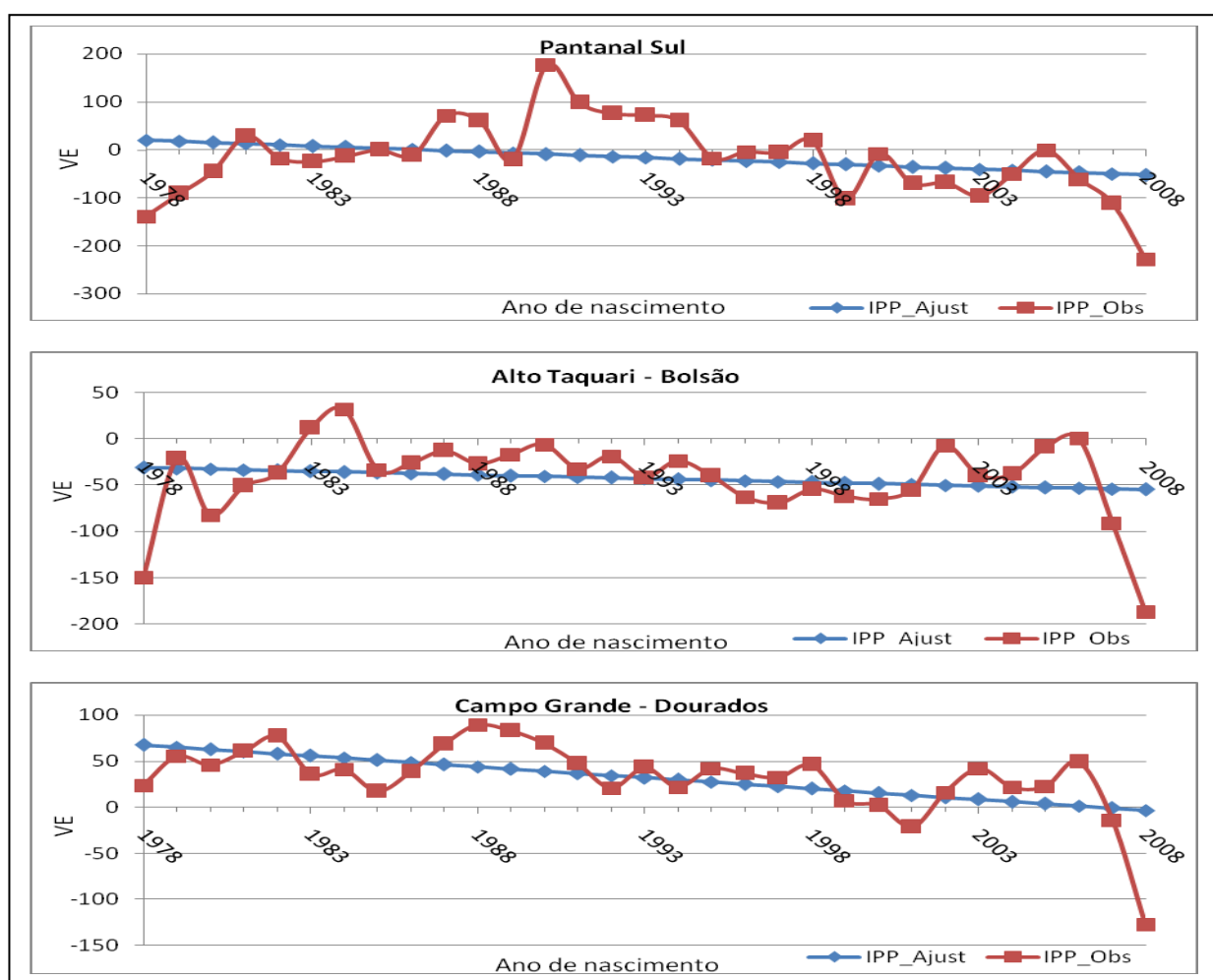


Figura 6. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (a) Pantanal Sul (equação:  $VE = -2,417 \cdot \text{ano} + 4800,28$ ); (b) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VE = -0,793 \cdot \text{ano} + 1537,484$ ); (c) Campo Grande - Dourados (equação:  $VE = -2,367 \cdot \text{ano} + 4750,487$ ).

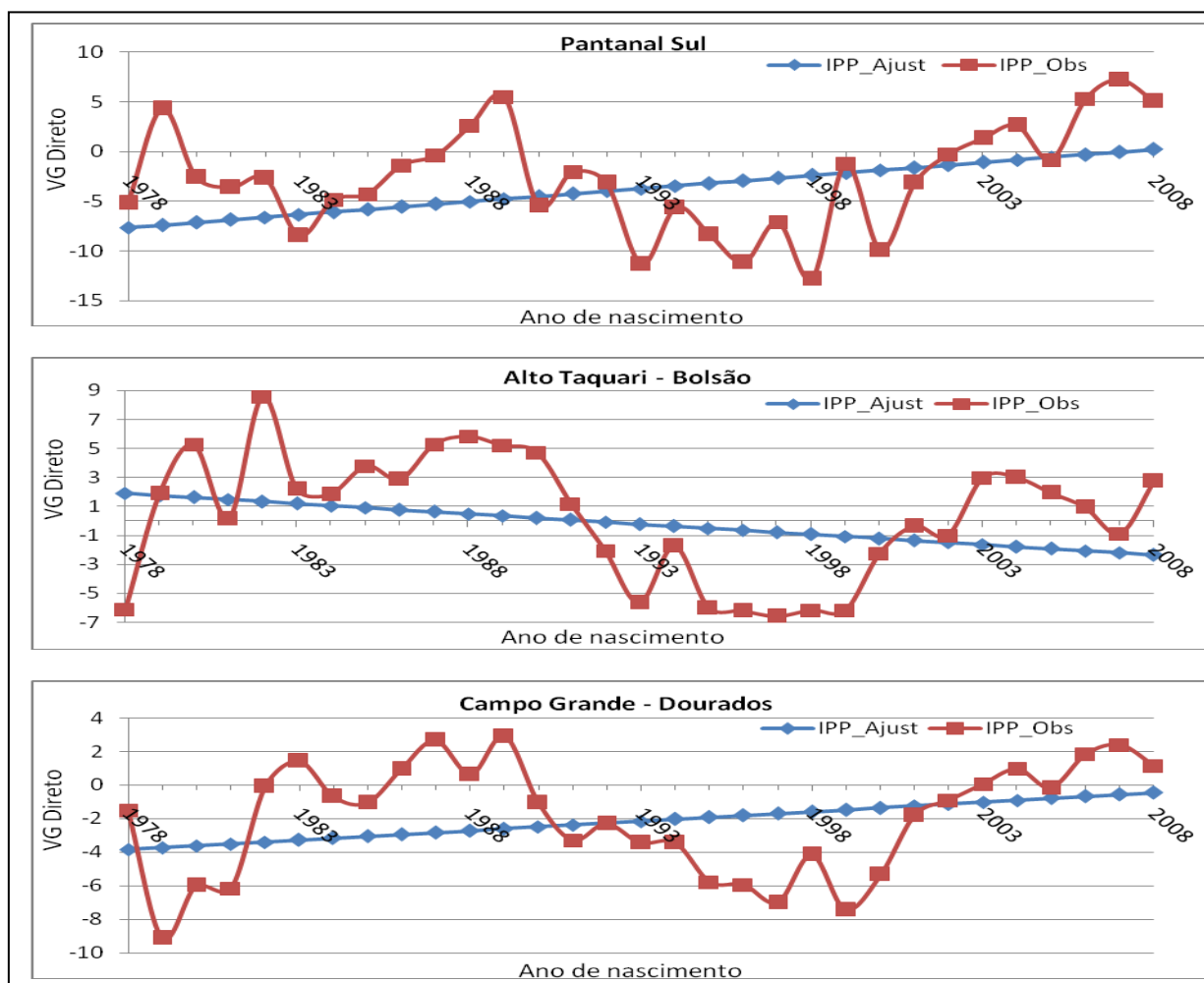


Figura 7. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = 0,263 \cdot \text{ano} - 527,130$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,141 \cdot \text{ano} + 281,870$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = 0,113 \cdot \text{ano} - 227,418$ ).

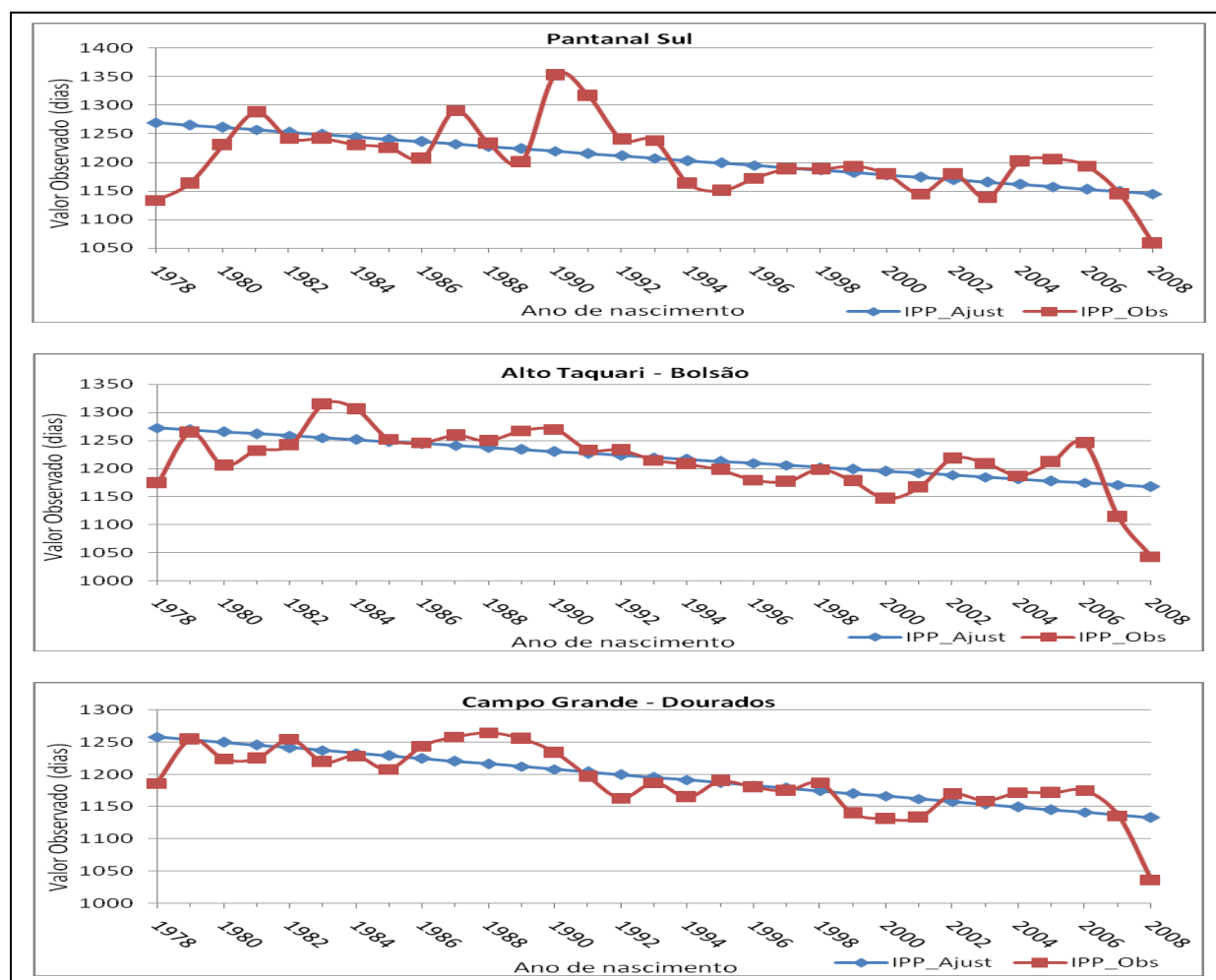


Figura 8. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica idade ao primeiro parto ajustada para a regressão (IPP\_Ajust) e observada (IPP\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VO = -4,163 \cdot \text{ano} + 9504,341$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VO = -3,506 \cdot \text{ano} + 8207,312$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VO = -4,179 \cdot \text{ano} + 9523,913$ ).

As tendências ambientais, genéticas e fenotípicas para a característica IEP12 estão representadas nas Figuras 9 a 11. A regressão da tendência ambiental em função do ano, não foi significativa ( $P > 0,05$ ) em nenhuma das regiões, já a regressão da tendência genética foi significativa apenas para a região R3; a tendência fenotípica apresentou-se significativa ( $P < 0,05$ ) nas três regiões. Nas Figuras 9 e 10, observa-se que embora em pequena magnitude, ocorreram melhorias nos valores ambientais e genéticos ao longo dos anos em todas as regiões; exceto para o valor genético da região R3 que obteve um ganho anual de 0,104 dias, o que a longo prazo

pode comprometer o sistema de produção da região. Apesar de pequenas melhorias ambientais e genéticas, a Figura 11 (Tendência fenotípica) demonstra que ocorreu redução da característica IEP12 ao longo dos anos, sendo que a região R1 (106 dias) a que mais reduziu o intervalo entre partos, seguida da região R3 (69 dias) e R2 (17 dias).

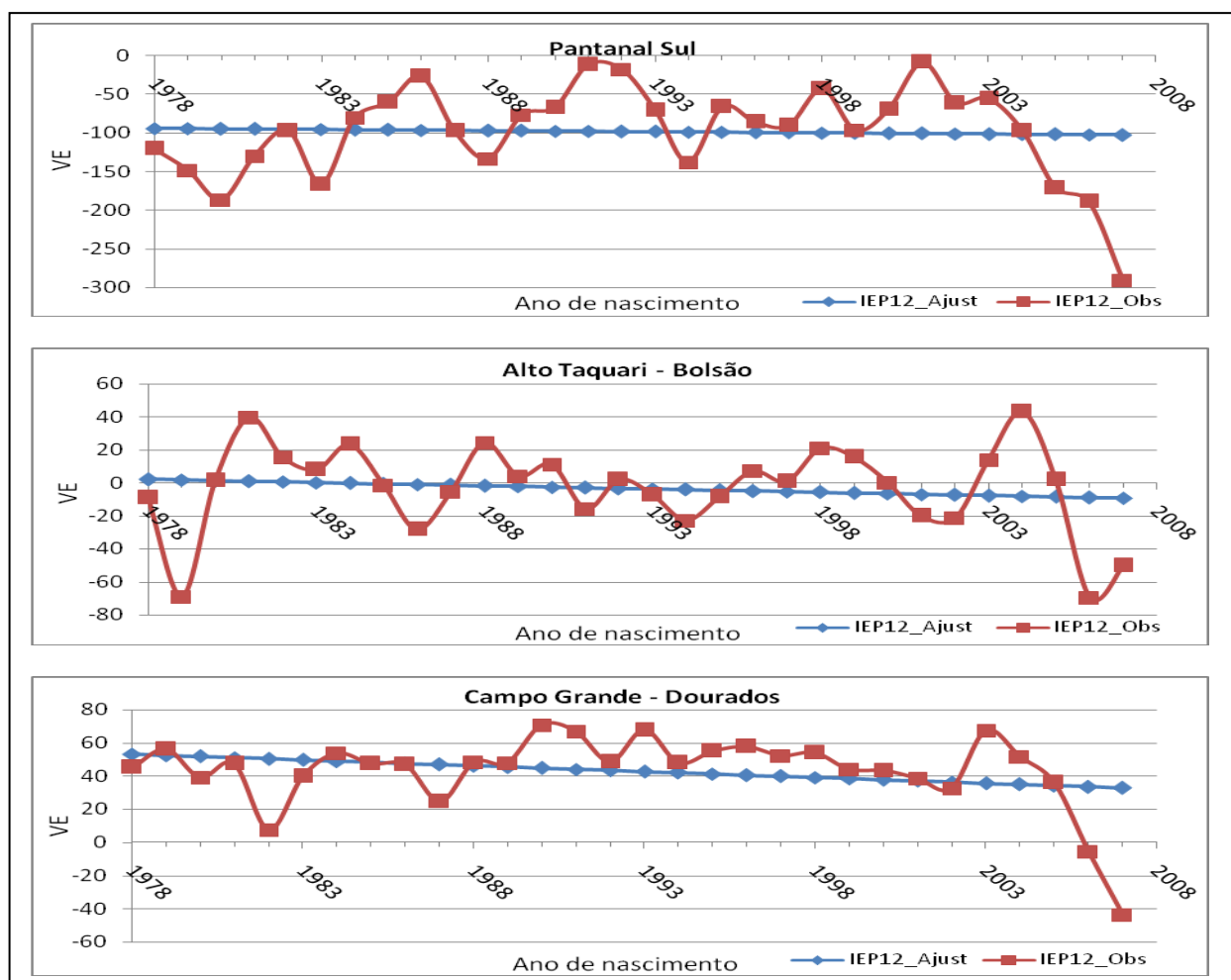


Figura 9. Tendência ambiental com base no valor estimado (VE) dos grupos de contemporâneo para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) de fêmeas da raça nelore criadas em três regiões de produção: (a) Pantanal Sul (equação:  $VE = -0,295 \cdot \text{ano} + 490,249$ ); (b) Alto Taquari/Bolsão (equação:  $VE = -0,396 \cdot \text{ano} + 784,597$ ); (c) Campo Grande/Dourados (equação:  $VE = -0,704 \cdot \text{ano} + 1446,087$ ).

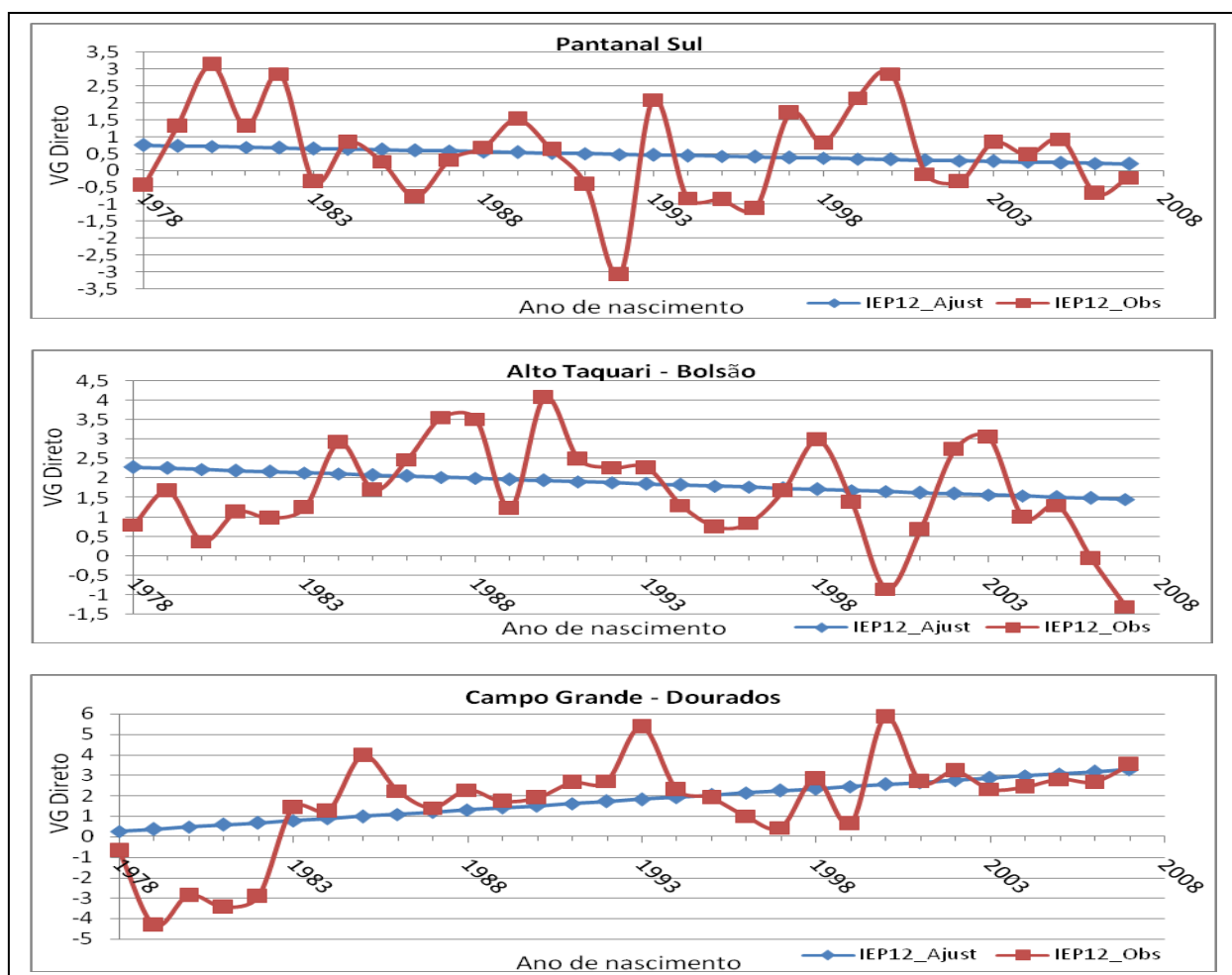


Figura 10. Tendência genética com base no valor genético (VG) direto para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = -0,025 \cdot \text{ano} + 49,432$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,028 \cdot \text{ano} + 58,460$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = 0,104 \cdot \text{ano} - 205,212$ ).



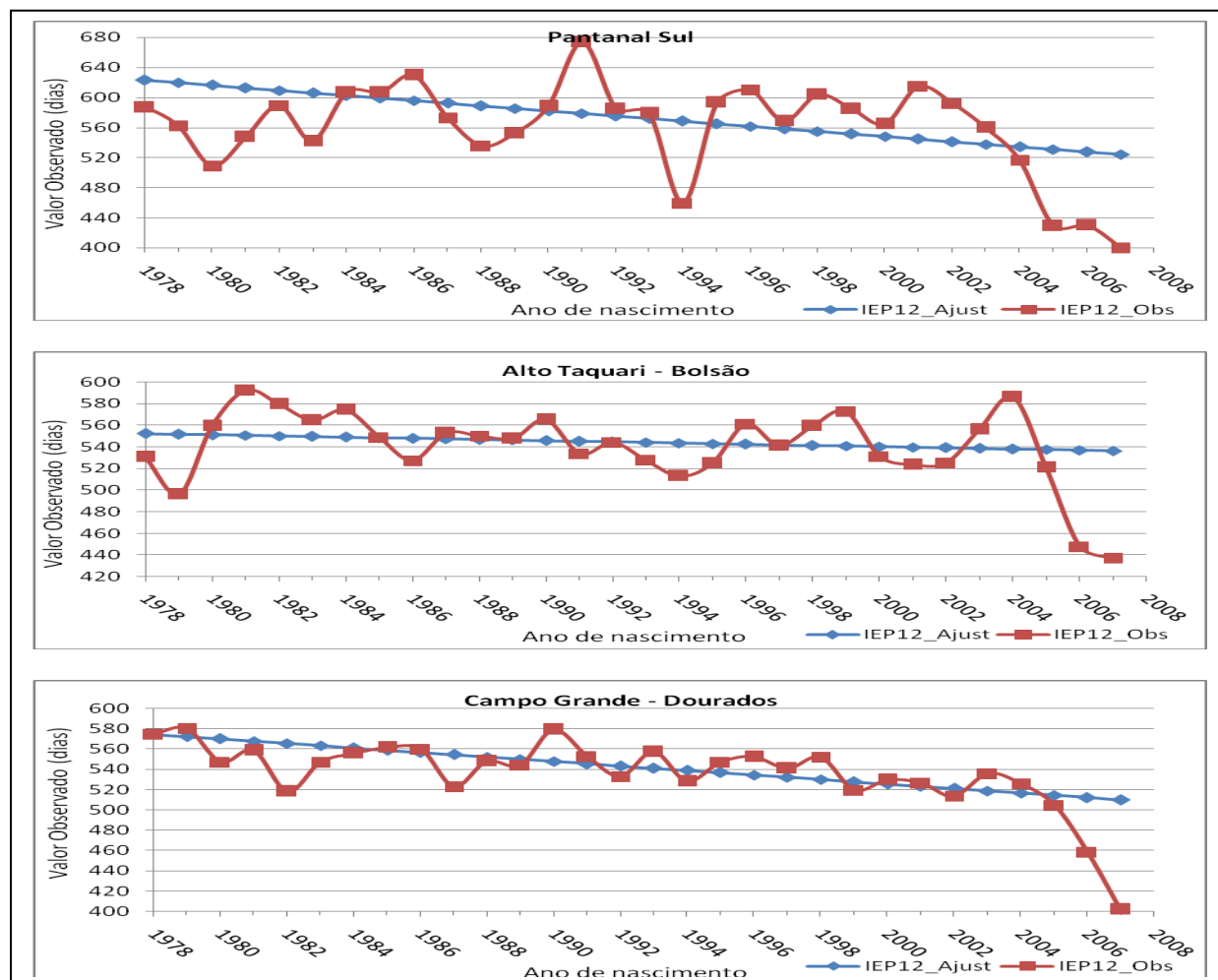


Figura 11. Tendência fenotípica com base no valor observado (VO) para a característica intervalo entre o primeiro e segundo parto ajustada para a regressão (IEP12\_Ajust) e observada (IEP12\_Obs) em função do ano de nascimento para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção: (R1) Pantanal Sul (equação:  $VG = -3,413 \cdot \text{ano} + 7374,262$ ); (R2) Alto Taquari - Bolsão (equação:  $VG = -0,546 \cdot \text{ano} + 1631,933$ ); (R3) Campo Grande - Dourados (equação:  $VG = -2,224 \cdot \text{ano} + 4973,456$ ).

Na Tabela 3 encontram-se os valores do ganho genético ocorrido ao longo dos anos, as estimativas de herdabilidade, os valores relativos aos ganhos genéticos anuais, ganho por geração e o ganho total de acordo com as características analisadas nas três diferentes regiões.

Em relação as estimativas de  $h^2$  para a característica P420 analisadas nas três regiões separadamente, os valores foram semelhantes aos encontrados na literatura que variaram de 0,35 a 0,47 (Sakaguti et al., 2003; Silveira et al., 2004; Toral et al., 2004; Lopes et al., 2008). As

estimativas de  $h^2$  para as características reprodutivas (IPP e IEP12) foram de magnitude baixa (Tabela 3) indicando que a maior causa de variação atuante sobre elas pode ser devida a fatores ambientais.

A  $h^2$  para IPP nas regiões R2 e R3 foram semelhantes ao obtido por Dias et al. (2004) e Boligon et al. (2008), os quais obtiveram os valores de 0,16 e 0,14 respectivamente, a região R1 foi igual ao encontrado por Gressler et al. (2005), os quais estimaram o valor de 0,27. Os valores  $h^2$  para a característica IEP12, também foram semelhantes aos encontrados nas fontes de literatura, que variaram de 0,01 a 0,10 (Gressler et al., 2000; Bertazzo et al., 2004; Silveira et al., 2004; Gressler et al., 2005; Carolino et al., 2007).

Para a característica P420 embora as estimativas de  $h^2$  tenha sido de magnitude média, está havendo ganho genético com o passar das gerações; a região que obteve maior ganho genético total (GGT) foi a R3 (6,45 quilos), valor que representa 2,68% em relação a média observada para a característica durante os anos analisados.

Para as características IPP e IEP12, o desejado era que ocorresse uma redução no número de dias para o parto observados ao longo dos anos. Para IPP ocorreu ganho genético negativo apenas região R2 (-0,36%), valor que representa redução de 4,4 dias ao longo dos 31 anos analisados. Já para IEP12 ocorreu ganho genético negativo nas regiões R1 e R2, porém não foram significativos ( $P > 0,05$ ). Cabe destacar que as características reprodutivas por possuírem baixos valores de  $h^2$ , são altamente influenciadas pelos efeitos ambientais, o que dificulta o ganho genético ao longo das gerações, comportamento que também foi observado no presente trabalho.

A taxa de mudança genética anual possível de ser obtida varia de um a três por cento da média da população. Tendências genéticas próximas de zero e até mesmo negativas, segundo Euclides Filho et al. (1997b), não são incomuns na literatura, principalmente quando resultam de avaliações realizadas com dados provenientes de rebanhos comerciais, cujos critérios de seleção não são bem definidos e, principalmente, não são uniformes.

Mucari e Oliveira (2003) analisando animais da raça Guzerá, relataram tendências genéticas de 0,155 e 0,345kg/ano, para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente. Apesar de os ganhos genéticos obtidos para as características reprodutivas apresentarem valores

baixos, o progresso genético deve ser considerado, pois as mudanças genéticas são estáveis, cumulativas e permanentes ao longo dos anos (Laureano et al., 2011).

Tabela 3. Estimativa da herdabilidade ( $h^2$ ), ganho genético anual (GGA), ganho genético por geração (GGG), ganho genético total (GGT) e percentual (%) de ganho em relação à média, para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) para fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção.

Característica_região	$h^2 \pm EP$	N	GGA	GGG	GGT	GGT (%)
P420_R1 (Kg)	0,53 $\pm$ 0,07	2.395	0,077*	0,539	2,387	1,00
P420_R2 (Kg)	0,35 $\pm$ 0,03	9.719	0,182*	1,274	5,642	2,50
P420_R3 (Kg)	0,44 $\pm$ 0,02	18.347	0,208*	1,456	6,448	2,68
IPP_R1 (dias)	0,27 $\pm$ 0,07	2.144	0,263*	1,841	8,153	0,68
IPP_R2 (dias)	0,17 $\pm$ 0,03	9.386	-0,141*	-0,987	-4,371	-0,36
IPP_R3 (dias)	0,17 $\pm$ 0,02	17.979	0,113*	0,791	3,503	0,30
IEP12_R1 (dias)	0,05 $\pm$ 0,07	1.448	-0,025 <sup>ns</sup>	-0,175	-0,775	-0,14
IEP12_R2 (dias)	0,06 $\pm$ 0,02	6.524	-0,028 <sup>ns</sup>	-0,196	-0,868	-0,16
IEP12_R3 (dias)	0,11 $\pm$ 0,02	11.924	0,104*	0,728	3,224	0,60

Intervalo de geração (IG) = 7 anos (Faria et al., 2002); N = número de animais; EP = erro-padrão; \* = efeito significativo ( $P < 0,05$ ); <sup>ns</sup> = não significativo ( $P > 0,05$ ); GGG = GGA\*IG; GGT = GGA\*31 anos; % = GGT  $\div$  média da característica; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

### Conclusões

Para se realizar a seleção ou comparação de fêmeas da raça Nelore, faz-se necessário o ajuste prévio para os efeitos não genéticos analisados (região, idade da vaca, estação e ano de nascimento), de acordo com as características analisadas neste estudo.

As características reprodutivas não foram altamente prejudicadas ao longo dos anos. Os ganhos ambientais, genéticos e fenotípicos e as herdabilidades variaram de acordo com as regiões de produção.

### Referências

AROUGH, H.F.; ASLAMINEJAD, A.A.; FARHANGFAR, H. Estimation of Genetic Parameters and Trends for Age at First Calving and Calving Interval in Iranian Holstein Cows. **Journal of Research in Agricultural Science**, v.7, p.79-87, 2011.

ARRUDA, Z.J.; SUGAI, Y. **Regionalização da pecuária bovina no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1994. 144p.

BALIEIRO, E.S.; PEREIRA, J.C.C.; VERNEQUE, R.S. PEREIRA, C.S.; BERGMANN. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendência fenotípica, genética e de ambiente de algumas características reprodutivas na raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, p.371-376, 1999.

BOCCHI, A.L.; TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Idade da vaca e mês de nascimento sobre o peso ao desmame de bezerros nelore nas diferentes regiões brasileiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 26, p. 475-482, 2004.

BOLIGON, B.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.38, p.432-436, 2008a.

BOLIGON, B.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.596-601, 2008b.

CONCEIÇÃO, F.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; BRAGANÇA, V.L.C.; SOUZA, J.C. Fatores ambientais que influenciam o peso à desmama, ano e sobreano em bovinos da raça Nelore Mocha, no sudoeste de Mato Grosso do Sul – Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.157-165, 2005.

GUSMÃO, F.B.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R. Tendências genéticas, fenotípicas e ambientais para D160 e D240 em bovinos Nelore no estado da Bahia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 301-305, 2009.

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

LEDIC, I.L.; FERREIRA, M.B.D.; FERNANDES, L.O. Avaliação da idade ao primeiro parto e do intervalo entre partos em vacas Gir Leiteiro. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.3, p.48-50, 2006.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; PEREIRA, D.G.; MARTINS FILHO, R. Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1163-1169, 2008.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; KROETZ, I.A. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.733-741, 2006a.

PEROTTO, D.; MIYAGI, A.P.; SOUZA, J.C.; MOLETTA, J.L.; FREITAS, J.A. Estudos de características reprodutivas de animais da raça Canchim, criados a pasto, no estado do Paraná, Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 1-6, 2006b.

SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MACHADO, C.H.C. Tendência genética, fenotípica e ambiental para o peso ao

desmame de bovinos da raça Indubrasil no estado da Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.9, p.18-24, 2007.

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

SILVEIRA, J.C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, L.O.C; SILVEIRA, A.C.; GARCIA, J.A.S; LOUVANDINI; H. Fatores Ambientais e Parâmetros Genéticos para Características Produtivas e Reprodutivas em um Rebanho Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1432-1444, 2004.

SOUZA, J.C.; RAMOS, A.AA; SILVA, L.O.C.; EUCLIDES FILHO, K. ALENCAR, M.M.; WESCHSLER, F.S.; FERRAZ FILHO, P.B. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em regiões tropicais brasileiras. **Ciência Rural**, v.30, p. 881-885, 2000.

SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; SIMÕES, G.H.; MOSER, J.T.; OSTAPECHEN, J.; PINTO, P.H.N; RUVIERO, V.; MALHADO, C.H.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; FREITAS, J.A.; SERENO, J.R.B. Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, Vol 16, p.85-90, 2008.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, A.M.; BARBOSA, P.F. Correlações Genéticas entre Características Produtivas de Fêmeas em um Rebanho da Raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.880-886, 2003.

TORAL, F.L.B.; TORRES JÚNIOR, R.A.A, LOPES, P.S.; SILVA, L.O.C; REIS FILHO, J.C. Modeling the effect of the age of dam at calving on the weaning weight of Charolais-Zebu crossbred calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1229-1237, 2009.

### 3. CAPÍTULO II

#### **Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore criadas no estado de Mato Grosso do Sul**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos e avaliar a interação genótipo x ambiente para peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP), em fêmeas da raça Nelore criadas em três regiões de produção do estado de Mato Grosso do Sul. O modelo estatístico continha os efeitos genéticos aditivo direto e residual (efeitos aleatórios) e, como fixos, os efeitos de fazenda e do grupo de contemporâneos. Utilizou-se o programa MTDFREML para as análises, as quais foram executadas com o modelo animal. As estimativas de herdabilidade foram 0,62; 0,47; 0,19; 0,28; para P420, IPP, IEP12 e IEP, respectivamente. Encontraram-se valores de correlação genética abaixo de 0,80 entre algumas das regiões e em todas as características analisadas. Ao se analisar usando a correlação de Spearman para avaliar se houve variação na ordenação da DEP, constatou-se alteração na classificação dos touros de região para região. Estes resultados evidenciam a existência de interação genótipo x ambiente para as características avaliadas, havendo possibilidade de os reprodutores selecionados como de mérito genético superior para uma região não o serem para outras. Sugerindo assim a necessidade de se escolher corretamente os touros apropriados para cada uma das regiões especificamente.

**Palavras-chave:** gado de corte, herdabilidade, parâmetros genéticos

**Genotype by environment interaction on productive and reproductive traits of females of the Nelore breed in the state of Mato Grosso do Sul**

**Abstract:** The objective of this study was to estimate genetic parameters and evaluate the genotype x environment interaction for weight adjusted for 420 days old (W420), age at first calving (AFC), first calving interval (FCI) and calving interval (CI), in females of the Nelore raised in three regions in the state of Mato Grosso do Sul. The statistical model contained the genetic effects and direct additive (random effects) and residual, as fixed, the effects of farm and contemporary group. MTDFREML program was used for the tests, with animal models. Heritability estimates were 0.62; 0.47; 0.19; 0.28; for W420, AFC, FCI and CI, respectively. They found genetic correlation values below 0.80 between some of the regions and in all the characteristics analyzed. To analyze using the Spearman correlation to assess whether there was variation in the ordering of the DEP, noted the change in classification of the bulls from region to region. These results show evidence of genotype x season of birth interaction for the traits studied, with possibility of breeders selected as top genetic merit for a region not be for others. Suggesting the need to correctly choose the bulls that are appropriate for each of the regions specifically.

**Key Words:** beef cattle, genetic parameters, heritability

## Introdução

Entre as características determinantes da eficiência reprodutiva dos rebanhos bovinos de corte, destacam-se a idade à primeira parição e o intervalo de parto, relacionado à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas. Quanto mais jovem a novilha tenha o primeiro parto, mais rápido o retorno do investimento feito pelo pecuarista na criação e manutenção desse animal até a idade reprodutiva. Por sua vez, intervalos de partos menores resultarão em maior retorno sobre os custos fixos e operacionais envolvidos no rebanho de cria, pois o aumento da taxa de natalidade reflete em aumento de receita (Perotto et al., 2006a; Perotto et al., 2006b).

Quanto às características produtivas, destaca-se o peso ao sobreano (pesos aos 420, 450 e 550 dias de idade), o qual possui importante correlação com características reprodutivas de fêmeas. Boligon et al., (2008a) trabalhando com fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto, obtiveram a estimativa de correlação genética entre peso ao sobreano e idade ao primeiro parto de -0,29. Talhari et al., (2003) analisando a correlação entre essas mesmas características para fêmeas da raça Canchim, obtiveram valor igual.

Com a difusão da inseminação artificial, a utilização de reprodutores se expandiu atingindo diversos ambientes. Nesse contexto, a interação genótipo x ambiente é um dos problemas que o técnico enfrenta na seleção de genótipos mais adaptados, pois, em geral, a seleção é realizada com base no desempenho em poucos ambientes e o material melhorado é distribuído para ambientes diversos.

Animais superiores em uma região ou país podem não ter o mesmo resultado em outro. Isso sugere que a escolha de um animal apropriado para uma determinada região (ou país) é específico, podendo este não ter a mesma resposta em outra região (Souza et al., 2003; Toral et al., 2004; Payá et al., 2007; Lopes et al., 2008; Espasandin et al., 2011). Alencar et al. (2005) afirmaram que a identificação dessas interações devem contribuir para o aumento da eficiência de seleção em bovinos.

Na prática, as decisões de seleção tem sido frequentemente tomadas entre grupo de animais criados em ambientes distintos, os quais podem apresentar diferentes desempenhos e variabilidade, o que leva a diferentes estimativas de componentes de (co) variância e, conseqüentemente, a diferenças nas estimativas de parâmetros genéticos.



A correta avaliação do genótipo por intermédio de seu fenótipo constitui a base de todos os programas de melhoramento genético. Na presença de interação, entretanto, essa avaliação poderá variar de um ambiente para outro, resultando em mudança na ordem de classificação (rank/posto) dos genótipos ou, ainda, na magnitude de suas diferenças (Fridrich et al., 2005; Fridrich et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi investigar a existência de interação genótipo x ambiente para as características idade ao primeiro parto, intervalo entre o primeiro e segundo parto, intervalo entre os demais partos e peso ajustado aos 420 dias de idade em fêmeas da raça Nelore, bem como determinar a estimativa dos parâmetros genéticos destas.

### **Material e Método**

Foram estudadas as informações de 30.461 fêmeas da raça Nelore, nascidas entre os anos de 1978 e 2008 e criadas a pasto. Os dados utilizados pertencem ao Arquivo Zootécnico Nacional – raças zebuínas (Convênio ABCZ/Embrapa/MAPA) e foram cedidos pela Embrapa Gado de Corte. Na Tabela 1, encontram-se o número de animais avaliados, número de reprodutores (pais das fêmeas avaliadas), número de fazendas, número de grupos de contemporâneos e a média observada de cada característica de acordo com as três regiões estudadas.

Essas regiões de produção foram caracterizadas e diferenciadas por Arruda & Sugai (1994) de acordo sistema de produção, nível de tecnologia, qualidade e produtividade dos recursos e tipo racial do rebanho bovino. São 44 regiões no Brasil, sendo três localizadas no Mato Grosso do Sul: Pantanal Sul (R1), Alto Taquari-Bolsão (R2) e Campo Grande-Dourados (R3).

Na região do Pantanal Sul (R1), predominam cordilheiras com cobertura vegetal de cerrado ou mata, aplainadas com arbustos e gramíneas, vazantes e lagoas regionalmente denominadas baías. A precipitação anual média é de 1.200 mm e os solos geralmente são arenosos, com baixa fertilidade, resultando em baixo rendimento das pastagens naturais.

A região de Alto Taquari – Bolsão (R2), localizada nas terras altas do planalto mato-grossense, abrange parte das bacias dos rios Paraná e Paraguai, cuja topografia dominante é a de chapadões. O clima é do tipo subquente úmido, com três meses secos (junho a agosto). A pluviometria anual, em torno de 1.250 mm, intensifica-se nos meses de dezembro, janeiro e

fevereiro. O solo predominante é do tipo areias quartzosas distróficas, de baixa fertilidade. Grande parte desta região tem como vegetação natural o cerrado.

A topografia predominante na região de Campo Grande – Dourados (R3) é plana a levemente ondulada. O clima é subquente úmido com dois a três meses secos (junho a agosto) e precipitação anual variando de 1.250 a 1.500 mm, com maior concentração nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Predominam os solos do tipo latossolo vermelho-escuro e roxo, de média e boa fertilidade. Basicamente três tipos de vegetação natural ocorrem na região: o cerrado, o campo limpo e a mata do tipo floresta subcalcifólia, características naturais bastante propícias ao desenvolvimento de sistemas de produção eficientes.

Tabela 1. Quantidade de animais (N), reprodutores (REP), fazendas (FAZ), grupos de contemporâneo (GC), média e desvio-padrão (DP) de acordo com as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) avaliadas em diferentes regiões de produção.

Região	N	REP	FAZ	GC	Média ± DP
P420 (Kg)					
R1	2.395	474	73	67	237,27 ± 40,12
R2	9.719	1.352	285	67	225,56 ± 38,37
R3	18.347	1.204	527	68	240,95 ± 41,10
Total	30.461	3.030	885	68	235,75 ± 40,78
IPP (dias)					
R1	2.144	454	68	67	1.195,50 ± 166,02
R2	9.386	1.327	277	67	1.211,40 ± 163,53
R3	17.979	2.149	513	67	1.177,77 ± 163,71
Total	29.509	3.930	858	67	1.189,75 ± 164,55
IEP12 (dias)					
R1	1.448	356	56	65	566,24 ± 178,72
R2	6.524	1.080	260	64	543,42 ± 156,22
R3	11.924	1.739	462	65	534,09 ± 163,52
Total	19.896	3.175	778	65	539,49 ± 162,56
IEP (dias)					
R1	1.177	303	53	62	521,16 ± 148,05
R2	5.217	937	237	62	511,08 ± 132,86
R3	9.265	1.482	427	62	505,87 ± 140,89
Total	15.659	2.722	717	62	508,76 ± 138,83

P420 = peso ajustado para os 420 dias de idade; IPP = idade ao primeiro parto; IEP12 = intervalo entre o primeiro e segundo parto; IEP = intervalo entre demais partos; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

As características estudadas foram peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12). Para o P420

considerou-se registro de animais com peso variando três desvios-padrão em relação à média, dentro de cada região. Para IPP a amplitude de variação foi entre 780 e 1620 dias; já para IEP12 e IEP foi entre 330 e 1095 dias. Para manipulação e preparação do banco de dados para estimação dos componentes de (co) variância utilizou-se o programa SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2.

Os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos foram estimados utilizando-se o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas (REML), enquanto que os valores genéticos preditos foram obtidos pelas equações dos modelos mistos de Henderson, por intermédio do melhor preditor linear não-viesado (BLUP), utilizando-se o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995).

Foi utilizado o modelo animal, com o efeito genético aditivo direto e o efeito residual (efeitos aleatórios) e, como fixos para a análise uni-característica, os efeitos de fazenda e do grupo de contemporâneos, que agrupou as informações de ano e estação de nascimento; como fixos para a análise bi-característica, os efeitos de região e do grupo de contemporâneos, que agrupou as informações de ano e estação de nascimento. As estações de nascimento estabelecidas foram: estação 1 – nascimentos nos meses de maio a setembro; estação 2 – nascimentos nos meses de outubro a abril. A diferença esperada na progênie (DEP) foi obtida dividindo-se o valor genético predito por dois.

Em termos matriciais o modelo utilizado pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Zg + e$$

Em que:  $y$  = vetor das observações de cada característica;  $X$  = matriz de incidência dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos, fazenda, região e covariáveis);  $\beta$  = vetor dos efeitos fixos;  $Z$  = matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal;  $g$  = vetor de efeitos aleatórios genéticos diretos;  $e$  = vetor de efeitos aleatórios residuais.

O critério de convergência adotado foi  $10^{-6}$ . A cada convergência o programa era reiniciado, utilizando como valores iniciais os obtidos na análise anterior, até que o valor  $-2\text{Log}$  fixasse 2 casas após o ponto, alcançando a convergência global. As análises realizadas foram do tipo uni-característica e bi-característica.

O efeito da interação genótipo-ambiente foi avaliado por meio de análise do tipo bi-característica considerando a mesma característica expressa em duas regiões, como

características distintas e determinadas por grupos diferentes de genes. Por definição a interação genótipo x ambiente é o termo utilizado para descrever o fenômeno que ocorre quando um conjunto de genótipos muda seu desempenho relativo em ambientes diferentes (Falconer e Mackay, 1996). Em relação às correlações entre as características avaliadas entre as regiões, de acordo com Robertson (1959), quando o valor da correlação genética for menor que 0,80, a interação genótipo x ambiente passa a assumir papel importante na expressão da característica.

O efeito da interação genótipo-ambiente foi avaliado também por meio da mudança na ordem de classificação dos reprodutores com base na DEP das características (P420, IPP, IEP12 e IEP) avaliadas entre as regiões aos pares e consideradas como sendo características diferentes. A similaridade entre a classificação dos reprodutores entre as regiões foi avaliada por meio da correlação de Spearman utilizando o programa SAS versão 9.2.

### **Resultados e Discussão**

Primeiramente analisaram-se as informações das três regiões em conjunto como sendo uma única característica, as quais foram corrigidas para os efeitos fixos de fazenda e grupos de contemporâneo, gerando os valores encontrados na Tabela 2.

O valor de herdabilidade ( $h^2$ ) para P420 encontrado no presente estudo foi de magnitude média ( $0,41 \pm 0,02$ ), podendo responder bem a seleção quando utilizada em programas de melhoramento (Tabela 2), sendo semelhante aos valores encontrados na maioria das fontes de literatura que variaram de 0,35 a 0,47 (Sakaguti et al., 2003; Silveira et al., 2004; Toral et al., 2004; Lopes et al., 2008).

Ambas estimativas de  $h^2$  para as características reprodutivas foram de magnitude baixa (Tabela 2) indicando que a maior causa de variação que atuante sobre elas pode ser devida a fatores ambientais. A  $h^2$  para IPP foi semelhante ao obtido por Dias et al. (2004) e Boligon et al. (2008), os quais obtiveram os valores de 0,16 e 0,14 respectivamente, porém, inferior ao encontrado por Bertazzo et al. (2004) e Gressler et al. (2005), os quais obtiveram os valores de 0,36 e 0,27, respectivamente.

Os valores  $h^2$  para as características IEP12 e IEP, também foram semelhantes aos encontrados nas fontes de literatura, que variaram de 0,01 a 0,10 (Gressler et al., 2000; Bertazzo et al., 2004; Silveira et al., 2004; Gressler et al., 2005; Carolino et al., 2007).

Tabela 2. Estimativas dos componentes de variâncias, parâmetros genéticos e fenotípicos para as características peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) para fêmeas da raça Nelore, obtidas em análise do tipo uni-característica.

	N	FAZ	GC	$A^{-1}$	$\sigma_a^2$	$\sigma_p^2$	$h_a^2 \pm EP$	$e^2 \pm EP$
P420	30.461	885	68	54.035	453,35	1.100,05	$0,41 \pm 0,02$	$0,59 \pm 0,02$
IPP	29.509	858	67	52.614	3.365,85	21.036,56	$0,16 \pm 0,01$	$0,84 \pm 0,01$
IEP12	19.896	778	65	36.627	2.135,87	23.731,89	$0,09 \pm 0,02$	$0,91 \pm 0,02$
IEP	15.659	717	62	29.390	1.254,03	15.675,37	$0,08 \pm 0,02$	$0,92 \pm 0,02$

N = número de animais; FAZ = número de fazendas; GC = número de grupos de contemporâneos;  $A^{-1}$  = número de animais na matriz de parentesco;  $\sigma_a^2$  = variância genética aditiva;  $\sigma_p^2$  = variância fenotípica;  $h_a^2$  = herdabilidade direta;  $e^2$  = proporção da variância ambiental sobre a variância fenotípica; EP = erro-padrão.

As estimativas de  $h^2$  quando as regiões (R1, R2 e R3) são avaliadas separadamente (Tabela 3), as quais são consideradas como sendo características distintas, sofrem alterações quando comparadas as análises que utilizam o arquivo geral de dados (considerou as informações das três regiões como sendo única) (Tabela 2). Os valores demonstram que quando as informações de uma região homogênea são avaliadas separadamente ocorre alteração nas estimativas de  $h^2$  (Tabela 3), o que pode indicar a existência da interação genótipo x ambiente.

Com base nestes parâmetros, observa-se na Tabela 3 que para a característica P420 ocorre interação entre as regiões R1 e R3 e entre R2 e R3; para IPP ocorre interação entre as três regiões; para IEP12 ocorre interação entre R2 e R3, e para intervalo entre outros partos (IEP) não ocorreu interação entre R1 e R3. Ou seja, na presença da interação genótipo-ambiente pode-se inferir que considerando a mesma característica expressa em duas regiões, como características distintas elas são determinadas por grupos diferentes de genes, conforme proposto por Falconer (1952).

Tabela 3. Estimativas de herdabilidade (diagonal) e correlações genéticas (acima da diagonal) para as características peso ajustado aos 420 dias de idade (P420), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre o primeiro e segundo parto (IEP12) e intervalo entre demais partos (IEP) para fêmeas da raça Nelore, entre as diferentes regiões de produção, obtidas em análise do tipo bi-característica.

Região	Região		
	R1	R2	R3
	P420		
R1	0,47	0,80	0,62
R2		0,37	0,70
R3			0,44
	IPP		
R1	0,25	0,62	0,72
R2		0,17	0,51
R3			0,17
	IEP12		
R1	0,08	1,00	0,89
R2		0,06	0,76
R3			0,11
	IEP		
R1	0,04	-0,21	1,00
R2		0,15	0,52
R3			0,08

R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

Trabalhando com peso ao desmame em animais da raça Nelore, e utilizando a mesma metodologia, Souza et al. (2003) também detectaram a interação genótipo x ambiente entre as regiões do Alto Taquari – Bolsão (R2) e Campo Grande – Dourados (R3). Carolino et al. (2007) trabalhando com características reprodutivas (IPP e IEP) em bovinos da raça Alentejana não observaram indícios de interação genótipo ambiente sobre as características reprodutivas estudadas.

A correlação de Spearman com base na DEP de touros que possuem filhas nas regiões analisadas aos pares, foi outro indicativo da existência da interação genótipo x ambiente (Tabela 4). Esta correlação indica o quanto da combinação na classificação com base nas DEP's de touros avaliados em duas regiões assemelham-se entre si. Sendo que entre as regiões em que não se detectou interação genótipo x ambiente por meio de correlações genéticas, a correlação de Spearman situou-se mais próximo de 1,00 (acima de 0,94).

Tabela 4. Correlação de Spearman obtidas com base na diferença esperada na progênie (DEP) de reprodutores que possuíam filhas nas regiões analisadas aos pares.

Região (N)	Região	
	P420	R3
R1	0,94*	0,83*
N	239	349
R2		0,90*
N		627
	IPP	
R1	0,82*	0,91*
N	214	316
R2		0,75*
N		591
	IEP12	
R1	1,00*	0,99*
N	167	240
R2		0,96*
N		468
	IEP	
R1	-0,52*	1,00*
N	143	199
R2		0,77*
N		393

\* correlação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ); N = número de reprodutores em comum entre duas regiões; P420 = peso ajustado para os 420 dias de idade; IPP = idade ao primeiro parto; IEP12 = intervalo entre o 1º e 2º parto; IEP = intervalo entre outros partos; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

Falconer e Mackay (1996) afirmam que na presença da interação genótipo x ambiente, portanto, pela resposta diferenciada dos genótipos as variações ambientais, os genótipos podem sofrer uma alteração no ordenamento de seus desempenhos nos diferentes ambientes. Assim os animais identificados como melhoradores em um determinado ambiente não serão, necessariamente, os de melhores desempenhos quando transferidos para outro ambiente distinto ou se a sua progênie for criada em condições diferentes dos ambientes nos quais esses animais foram selecionados.

Observa-se nas Tabelas de 5 a 8, que ao se comparar a classificação dos 15 melhores reprodutores classificados com base na DEP, a medida que o valor da correlação de Spearman que foi analisada na Tabela 4, tende a se afastar de um (1,00), ocorre maior alteração na ordem de classificação dos touros entre as regiões analisadas aos pares por característica. Ou seja, quanto mais se reduz o valor da correlação de Spearman, o reprodutor que foi classificado entre os 15 melhores em uma região terá uma pior classificação em outra.

A alteração observada na classificação dos animais (Tabelas 5 a 8), ocorreu em função da presença da interação genótipo x ambiente, o que implica na necessidade de atenção na escolha do reprodutor a ser utilizado, pois a escolha equivocada de um touro pode prejudicar o progresso genético dos rebanhos, logo a existência da interação genótipo x ambiente encontrada nas regiões indica que a sua inclusão nas avaliações genéticas seria de grande valia para maior progresso genético dos animais.

Tabela 5. Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica peso ajustado para os 420 dias de idade (P420), avaliados entre as regiões aos pares.

REP	Região		REP	Região		REP	Região	
	R1	R2		R1	R3		R2	R3
	Classificação			Classificação			Classificação	
1001585	1°	1°	1003862	1°	6°	1005013	1°	4°
1005013	2°	4°	1005013	2°	3°	1007568	2°	5°
1005744	3°	2°	1004857	3°	1°	1007263	3°	6°
1007568	4°	3°	1005735	4°	12°	1008238	4°	17°
1000621	5°	6°	1008104	5°	114°	1005744	5°	12°
1005735	6°	13°	1006386	6°	2°	1000624	6°	2°
1000167	7°	5°	1007568	7°	7°	1004857	7°	1°
1006289	8°	7°	1007456	8°	11°	1001585	8°	81°
1000800	9°	10°	1004190	9°	4°	1005614	9°	10°
1005075	10°	26°	1005479	10°	13°	1007600	10°	9°
1000081	11°	22°	1005522	11°	15°	1006386	11°	3°
1000743	12°	17°	1006289	12°	17°	1005559	12°	20°
1005522	13°	19°	1000251	13°	10°	1006481	13°	92°
1000393	14°	15°	1001778	14°	41°	1005597	14°	8°
1007456	15°	28°	1005744	15°	9°	1005849	15°	11°

REP = número de registro dos reprodutores no banco de dados; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.



Tabela 6. Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica idade ao primeiro parto (IPP), avaliados entre as regiões aos pares.

Região								
REP	R1	R2	REP	R1	R3	REP	R2	R3
	Classificação			Classificação			Classificação	
1006185	1°	2°	1007538	1°	2°	1007939	1°	152°
1000407	2°	1°	1007263	2°	12°	1007128	2°	7°
1007538	3°	24°	1006145	3°	1°	1003593	3°	9°
1000086	4°	16°	1006185	4°	8°	1003706	4°	24°
1001523	5°	6°	1007520	5°	3°	1001184	5°	31°
1006691	6°	15°	1007169	6°	10°	1000407	6°	99°
1000151	7°	8°	1000430	7°	7°	1000246	7°	37°
1001869	8°	5°	1000086	8°	50°	1007456	8°	49°
1004865	9°	14°	1003953	9°	4°	1006185	9°	14°
1000249	10°	9°	1000407	10°	45°	1003669	10°	8°
1003838	11°	77°	1000100	11°	9°	1003047	11°	223°
1000456	12°	27°	1007491	12°	24°	1003242	12°	193°
1000541	13°	13°	1007514	13°	11°	1001869	13°	128°
1003593	14°	3°	1008069	14°	32°	1007158	14°	32°
1003047	15°	4°	1000546	15°	5°	1001900	15°	61°

REP = número de registro dos reprodutores no banco de dados; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

Tabela 7. Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica intervalo entre o 1° e 2° partos (IEP12), avaliados entre as regiões aos pares.

Região								
REP	R1	R2	REP	R1	R3	REP	R2	R3
	Classificação			Classificação			Classificação	
1000407	1°	1°	1000393	1°	1°	1004469	1°	1°
1000426	2°	2°	1000190	2°	2°	1000393	2°	2°
1000917	3°	3°	1004768	3°	3°	1007169	3°	3°
1006957	4°	4°	1005680	4°	4°	1000426	4°	15°
1000357	5°	5°	1004197	5°	5°	1000407	5°	12°
1000068	6°	6°	1002181	6°	9°	1006957	6°	13°
1000141	7°	7°	1000784	7°	7°	1004783	7°	34°
1000393	8°	8°	1001851	8°	6°	1000917	8°	47°
1007333	9°	9°	1001864	9°	18°	1005369	9°	5°
1000410	10°	10°	1006386	10°	13°	1000624	10°	6°
1000123	11°	11°	1006961	11°	12°	1003953	11°	9°
1000268	12°	12°	1007169	12°	11°	1007412	12°	11°
1007169	13°	13°	1002045	13°	10°	1004768	13°	7°
1000716	14°	14°	1005056	14°	8°	1007591	14°	4°
1004059	15°	15°	1000246	15°	15°	1000588	15°	33°

REP = número de registro dos reprodutores no banco de dados; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

Tabela 8. Comparação da classificação dos 15 melhores reprodutores com base na DEP (diferença esperada na progênie) para a característica intervalo entre outros partos (IEP), avaliados entre as regiões aos pares.

REP	Região							
	R1		R2		R3		R3	
	Classificação	REP	Classificação	REP	Classificação	REP	Classificação	
1000086	1°	141°	1000917	1°	1°	1001523	1°	7°
1000452	2°	90°	1000426	2°	2°	1003669	2°	6°
1000268	3°	140°	1000393	3°	3°	1004145	3°	14°
1005735	4°	100°	1004197	4°	4°	1004059	4°	18°
1000331	5°	35°	1000395	5°	6°	1006456	5°	87°
1005483	6°	142°	1005056	6°	5°	1006962	6°	8°
1004736	7°	132°	1006962	7°	7°	1005938	7°	9°
1000395	8°	94°	1000018	8°	8°	1000800	8°	29°
1003838	9°	135°	1007333	9°	9°	1000393	9°	4°
1006104	10°	120°	1000252	10°	10°	1006289	10°	24°
1000393	11°	10°	1004825	11°	11°	1003953	11°	13°
1000716	12°	51°	1005744	12°	12°	1002306	12°	11°
1001933	13°	128°	1006691	13°	13°	1000708	13°	47°
1000346	14°	137°	1000343	14°	14°	1000649	14°	66°
1004825	15°	130°	1000546	15°	15°	1000117	15°	28°

REP = número de registro dos reprodutores no banco de dados; R1 = Pantanal Sul; R2 = Alto Taquari – Bolsão; R3 = Campo Grande – Dourados.

### Conclusões

Observa-se efeito da interação genótipo x ambiente para as características avaliadas, havendo possibilidade de os reprodutores selecionados como de mérito genético superior para uma região não o serem para outras. Sugerindo assim a necessidade de se escolher corretamente os touros apropriados para cada uma das regiões especificamente. As estimativas dos parâmetros genéticos variaram de acordo com a região analisada.

### Referências

ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S; FREITAS, A.R. Evidências de interação genótipo x ambiente sobre características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.489-495, 2005.

ARRUDA, Z.J.; SUGAI, Y. **Regionalização da pecuária bovina no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 144p.

BERTAZZO, R.P.; FREITAS, R.T.F.; GONÇALVES, T.M.; PEREIRA, I.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, A.I.G.; ANDRADE, I.F. Parâmetros genéticos de longevidade e

produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1118-1127, 2004.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. **A Manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]**. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995. 120p.

BOLIGON, B.A.; VOZZI, P.A.; NOMELINI, J.; RORATO, P.R.N.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos para idade ao primeiro parto estimados por diferentes modelos para rebanhos da raça Nelore. **Ciência Rural**, v.38, p.432-436, 2008.

CAROLINO, N.; GAMA, L.T.; ESPADINHA, P. Interações genótipo x ambiente em caracteres reprodutivos e de crescimento de bovinos Alentejanos. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.634-640, 2007.

CONCEIÇÃO, F.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; BRAGANÇA, V.L.C.; SOUZA, J.C. Fatores ambientais que influenciam o peso à desmama, ano e sobreano em bovinos da raça Nelore Mocha, no sudoeste de Mato Grosso do Sul – Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.157-165, 2005.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de Herdabilidade para Idade ao Primeiro Parto de Novilhas da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.97-102, 2004.

ESPASANDIN, A.C.; URIOSTE, J.I.; CAMPOS, L.T., ALENCAR, M.M. Genotype × country interaction for weaning weight in the Angus populations of Brazil and Uruguay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.568-574, 2011.

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, 1996. 464p.

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

FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.; VALENTE, B.D.; SOUSA, J.E.R.; CORRÊA, G.S.S.; FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; SILVA, L.O.C. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.917-925, 2008.

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

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

LOPES, J.S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A. 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**, v.37, p.54-60, 2008.

PAYÁ, S.B.; SIMÕES, A.C.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C. Causas de Variações Não Genéticas e Interações Estação x Região em Pesos de Animais de Rebanhos Nelore Mocho em Áreas Inclusas na Região Pecuária de Leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v 12, p.8-12, 2007.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; KROETZ, I.A. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.733-741, 2006a.

PEROTTO, D.; MIYAGI, A.P.; SOUZA, J.C.; MOLETTA, J.L.; FREITAS, J.A. Estudos de características reprodutivas de animais da raça Canchim, criados a pasto, no estado do Paraná, Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 1-6, 2006b.

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

SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; QUAAS, R.L.; MARTINS, E.N.; LOPES, P.S.; SILVA, L.O.C. Avaliação do Crescimento de Bovinos Jovens da Raça Tabapuã, por Meio de Análises de Funções de Covariâncias1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.864-874, 2003.

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

SOUZA, J.C.; GADINI, C.H.; SILVA, L.O.C.; RAMOS, A.A.; EUCLIDES FILHO, K.; ALENCAR, M.M.; FERRAZ FILHO, P.B.; VAN VLECK, L.D. Estimates of genetic parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weaning weight in Nelore cattle. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.11, p.94-100, 2003.

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