

Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de características produtivas da raça Nelore na Amazônia Legal

Josynélia do Socorro da Silva Sena¹, Amanda de Sousa Matos¹, Cintia Righetti Marcondes^{2*}, Luiz Antonio Framartino Bezerra³, Raysildo Barbosa Lôbo⁴

RESUMO - Estudos relacionados aos rebanhos de seleção situados nas novas fronteiras agrícolas do país são escassos, porém não menos importantes aos programas de melhoramento. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos, efeitos não genéticos, tendência genética e resposta à seleção para características de crescimento (pesos padronizados aos 120, 210 e 450 dias) e reprodutivas (idade ao primeiro parto e perímetro escrotal aos 450 dias) de bovinos da raça Nelore criados na Amazônia Legal. O arquivo de dados consistia em 211.744 registros do PMGRN – Nelore Brasil, de animais nascidos entre 1995 e 2008 em rebanhos localizados nos Estados do AC, MA, MT, PA, RO e TO. O modelo animal considerou as cinco características simultaneamente. As herdabilidades para P120 foram: 0,24; 0,21 e 0,36 (direta, materna e total, respectivamente); para P210: 0,29; 0,16 e 0,45 e para P450, PE450 e IPP: 0,48; 0,49 e 0,22 (herdabilidades diretas). As correlações genéticas entre os pesos variaram de 0,51 a 0,78; entre os pesos e PE450 variaram de 0,26 a 0,46; entre os pesos e a IPP foram baixas e negativas, e entre PE450 e IPP foi nula. Os progressos genéticos foram superiores aos fenotípicos, com exceção da IPP. A resposta à seleção variou de 0,27 a 0,11 kg/ano; 0,49 a 0,20 kg/ano; 1,32 a 0,53 kg/ano; 0,08 a 0,03 cm/ano e 0,06 a 0,02 dias/ano para P120, P210, P450, PE450 e IPP, respectivamente. As características estudadas podem ser utilizadas como critérios de seleção.

Palavras-chave: correlações, herdabilidade, tendência genética

Genetic parameters, trends and productive traits response to selection of Nelore cattle from Legal Amazon region

ABSTRACT - Studies on the selection of herds located in the new agricultural borders of the country are scarce, but not less important than breeding programs. The objectives of this study were to estimate genetic parameters, non-genetic effects, genetic trends and responses to selection for growth (standardized weights at 120, 210, and 450 days) and reproductive traits (age at first calving and scrotal perimeter at 450 days) of Nelore cattle raised in the Amazon Legal region. The database consisted of 211,744 records of Nelore animals born between 1995 and 2008 from herds situated at the states of AC, MA, MT, PA, RO, and TO, participants in the PMGRN – Nelore Brazil. The animal model considered the five traits simultaneously. Heritabilities for P120 were: 0.24; 0.21 and 0.36 (h^2_d , h^2_m and h^2_t , respectively); for P210: 0.29; 0.16 and 0.45, and for P450, PE450 and IPP: 0.48; 0.49, and 0.22 (direct heritabilities). Genetic correlations among weights ranged from 0.51 to 0.78; between weights and PE450, the values ranged from 0.26 to 0.46; between weights and IPP, correlations were low and negative, and between PE450 and IPP, correlation were null. In all traits, genetic gains were greater than phenotypic gains, except for IPP. The response to selection ranged from 0.27 to 0.11 kg/year; from 0.49 to 0.20 kg/year; from 1.32 to 0.53 kg/year; from 0.08 to 0.03 cm/year; and from 0.06 to 0.02 days/year for P120, P210, P450, PE450, and IPP, respectively. The studied traits can be used as selection criteria in breeding programs.

Keywords: correlations, genetic trends, heritability

¹Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, Pará, Brasil.

²Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo, Brasil. cintia.marcondes@embrapa.br. *Autor para correspondência.

³Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto–USP, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. lafzezer@genbov.fmrp.usp.br.

⁴Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. raysildo@ancp.org.br.

INTRODUÇÃO

Segundo cálculo da FAO, Órgão das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, o mundo precisará aumentar sua produção de carne bovina em 34% até 2030, com a finalidade de atender ao crescimento da população (Moraes 2011). Nos dias atuais, a pecuária de corte no Brasil está passando por várias transformações, com o objetivo de aumentar a precocidade dos bovinos e, conseqüentemente, favorecer a rentabilidade do sistema. As fazendas tornaram-se verdadeiras empresas, nas quais contam com profissionais e assessorias especializadas nas áreas de melhoramento genético, nutrição, sanidade, reprodução, manejo e bem-estar animal.

A Amazônia Legal engloba nove Estados brasileiros pertencentes à Bacia Amazônica e foi criada pelo Governo brasileiro com o intuito de melhor planejar o desenvolvimento social e econômico regional. Sua atual área de abrangência corresponde à totalidade dos Estados do Acre (AC), Amapá (AP), Amazonas (AM), Mato Grosso (MT), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR) e Tocantins (TO) e parte do Maranhão (a oeste do meridiano de 44°), perfazendo uma superfície de aproximadamente 5.217.423 km² (SUDAM 2013). Representa 61% do território brasileiro, distribuída por 775 municípios, com uma população de 23,6 milhões de habitantes em 2007 (IBGE 2007). A pecuária da Amazônia tem sido o agronegócio mais estável das últimas quatro décadas e está alicerçada na variabilidade genética dos animais e forrageiras, nas satisfatórias condições edafoclimáticas e na demanda crescente dos mercados interno e externo (Monteiro et al. 2009). Por algum tempo, a diminuição da produção nas áreas degradadas era compensada com a abertura de novas áreas, por exemplo, as fronteiras agrícolas do Mato Grosso e Pará. Essa abertura reduzida diante da imposição de nova legislação ambiental, que forçou os produtores a buscarem alternativas que têm por objetivo o aumento da produtividade no sistema de produção, sendo uma dessas alternativas o melhoramento genético do rebanho (Magnabosco et al. 2009).

Os parâmetros genéticos são característicos de cada população e podem sofrer alterações, em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação, entre outras causas (Yokoo et al. 2007). Constituem a ferramenta utilizada na obtenção de predições das respostas direta e correlacionada à seleção, do valor genético dos animais e na elaboração de índices de seleção (Lira et al. 2008). Estudos direcionados à Amazônia, ou à Região Norte são escassos (Santos et al. 2012, Lira et al. 2013), com isso, teve-se como objetivos obter estimativas de parâmetros genéticos, tendências genética e fenotípica e resposta à seleção para as características de crescimento e reprodutivas de animais da raça Nelore da Amazônia Legal participantes de um programa de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

O arquivo de dados consistia em 211.744 registros de animais da raça Nelore, participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN- Nelore Brasil), nascidos no período de 1995 e 2008, criados em regime de pasto e distribuídos em 44 rebanhos localizados nos seguintes Estados: AC, MA, MT, PA, RO e TO. Todos os animais foram

monitorados do nascimento aos 21 meses de idade e as matrizes também pesadas ao parto, na desmama dos seus produtos e nos meses de abril e outubro de cada ano.

Cada animal possui uma identificação única e permanente, com registro dos pais, número da fazenda de origem (NFO) e atual (NFA), Estado (UF), sexo (SX), ano (ANO) e mês de nascimento (MÊS), peso padronizado aos 120, 210 e 450 dias (P120, P210 e P450), perímetro escrotal padronizado aos 450 dias (PE450), idade ao primeiro parto (IPP), lote aos 120, 210 e 450 dias (LOTE120, LOTE210 e LOTE450), grupo contemporâneo (GC) aos 120, 210 e 450 dias (GC120, GC210 e GC450) e grupo contemporâneo para IPP (GCIPP). Os grupos contemporâneos contêm os efeitos de fazenda, sexo, estação de nascimento e lote de manejo à idade-padrão, sendo que o GC450, por exemplo, concatena os efeitos dos lotes de manejo aos 120, aos 210 e aos 450 dias de idade. O GCIPP contempla efeitos de fazenda e lote de manejo aos 550 dias de idade. A Idade da Vaca ao Parto (CIVP) foi dividida em nove classes, as quais foram criadas de acordo com a frequência de partos; as classes de 1 a 7 correspondem às idades de 2 a 8 anos, a classe 8 inclui as vacas de 9 a 11 anos e na classe 9 foram agrupados animais com mais de 11 anos.

A consistência dos dados, as análises descritivas, de variância e de escolha do modelo para cada uma das características foram realizadas utilizando-se o *software* Statistical Analysis System (SAS 2002). Medidas iguais a zero ou acima/abaixo de três desvios-padrão não foram utilizadas nas análises, bem como grupos de contemporâneos (GC450) com menos de sete animais.

Para o Teste de Normalidade dos resíduos foi utilizado o *software* estatístico SAS (SAS 2002), procedimento CAPABILITY normaltest, o qual forneceu valores críticos das estatísticas (Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises e Anderson-Darling) para nível de significância de $p < 0,01$. O valor de D, por exemplo, variou de 0,02 (para P210) a 0,18 (para IPP). Para todas as estatísticas, as características avaliadas apresentaram distribuição Normal dos resíduos.

A escolha do melhor modelo a ser utilizado para cada característica foi realizada pelos procedimentos PROC REG e STEPWISE do SAS. Para as características P120, P210, P450 e PE450 foram considerados os fatores: Estado, sexo, idade da vaca ao parto (CIVP), fazenda atual (NFA), Ano, Mês, GC120, acrescentando-se o GC210 para P210 e P450, e o GC450 para P450 e PE450. Para a característica IPP o modelo de análise considerou os fatores: Estado, idade da vaca ao parto (CIVP), fazenda atual (NFA), Ano, Mês e GCIPP. O fator sexo não foi considerado nos modelos para IPP e PE450.

As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento GLM do SAS, ajustado para cada característica de acordo com o resultado da análise prévia de escolha do melhor modelo.

Os componentes de (co)variância atribuídos a cada efeito aleatório foram estimados por intermédio do programa REMLF90, que utiliza a maximização da esperança da função de máxima verossimilhança restrita (EMREML) (Misztál 2008).

O modelo animal utilizado considerou as cinco características simultaneamente (*5-trait*). O critério de convergência utilizado, definido pelo quadrado médio das diferenças entre soluções consecutivas, foi de 1×10^{-11} . Não foi considerado na análise para as características pré-desmama o efeito de ambiente permanente da vaca, pois a média de progênies/vaca foi inferior a dois.

Na forma matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$y = Xb + Z1a + Z2m + e$$

em que, y = vetor de observações; b = vetor dos efeitos fixos; a = vetor de efeitos genéticos aditivo direto; m = vetor dos efeitos genéticos aditivo materno (presente somente nas análises de P120 e P210); e = vetor dos erros aleatórios residuais associados às observações. X , $Z1$ e $Z2$ são matrizes de incidência relacionando b , a e m a y .

As pressuposições assumidas pelo modelo foram: $E(y) = Xb$; $E(a) = 0$; $E(m) = 0$; $Va(a) = A\sigma^2_a$; $Va(m) = A\sigma^2_m$; $Va(e) = I_n\sigma^2_e$, em que A é a matriz de parentesco, σ^2_a é a variância genética aditiva, σ^2_e é a variância residual e I_n é uma matriz Identidade de ordem r por r . A herdabilidade total (h^2_t) foi obtida segundo a fórmula de Willham (1972).

A matriz de parentesco continha 73.272 animais. Para obtenção dos valores genéticos dos animais utilizou-se o programa BLUPF90 (Misztál 2008), posteriormente relacionando os animais aos dados originais para obtenção do ano de nascimento de cada animal para a predição da tendência genética.

Os gráficos das tendências genéticas e fenotípicas foram construídos por meio do aplicativo Excel (2010). O cálculo da resposta à seleção considerou a seleção de 70, 80 e 90% das fêmeas e 2% dos machos a cada ano, como pais da próxima geração. O intervalo de geração adotado foi de 8,3 anos, conforme observado por Malhado et al. (2005).

O cálculo da resposta à seleção considerou a seleção de 70, 80 e 90% das fêmeas e 2% dos machos a cada ano, como pais da próxima geração. Os valores utilizados basearam-se nos achados de Ribeiro et al. (2003), os quais concluíram que uma taxa de descarte acima de 30% em um rebanho estabilizado, comprometeria o retorno financeiro da propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os pesos apresentaram correlação positiva entre si, confirmando a expressão de genes em comum nas diferentes fases de crescimento dos animais (Tabela 1). As correlações relatadas permitem inferir que a seleção para qualquer um dos pesos deverá promover mudanças positivas nos outros. Com relação à idade ao primeiro parto, todos os pesos apresentaram correlação negativa, apesar da baixa magnitude, evidenciando que o aumento dos pesos corresponderia à redução da idade ao primeiro parto, algo positivo, indicando precocidade nos animais avaliados no presente estudo.

As correlações genéticas entre os pesos às diferentes idades e o perímetro escrotal foram baixas e positivas (Tabela 1), indicando resposta correlacionada favorável quando se

seleciona qualquer uma das características. A correlação genética entre IPP e PE450 foi nula, não havendo, portanto, genes em comum atuando na expressão destas características.

Tabela 1. Correlações genéticas estimadas por análise multicaracterística para peso aos 120, 210 e 450 dias de idade (P120, P210 e P450), perímetro escrotal aos 450 dias (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP), em rebanhos Nelore da Amazônia Legal

	P120	P210	P450	PE450	IPP
P120		0,776	0,509	0,255	-0,080
P210			0,622	0,322	-0,108
P450				0,464	-0,138
PE450					0,000
IPP					

P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto.

As estimativas de herdabilidade direta, materna e total nas diferentes idades e nas características reprodutivas estudadas foram de média a alta magnitude, indicando que as variabilidades genéticas aditivas seriam suficientes e responderiam adequadamente à seleção (Tabela 2). Tal afirmação é corroborada pelo ganho genético anual para efeito genético aditivo direto (0,520 kg/ano) para P450.

As estimativas de herdabilidade direta para os pesos e perímetro escrotal padronizados foram superiores ao sobreano, evidenciando menor influência ambiental e materna nesta idade. Em estudo para rebanhos Nelore da região Norte (Estados de TO, PA, AM, RR, RO, AC e AP) controlados pela ABCZ, Santos et al. (2012) utilizaram modelo animal unicaracterística e obtiveram estimativas de herdabilidade iguais a 0,33 e 0,16 (direta e materna para P205, respectivamente); 0,51 para P365 e 0,41 para P550, valores semelhantes aos observados neste estudo.

Lira et al. (2008) relataram, após revisar vários estudos, que o valores mais frequentes para a estimativa de herdabilidade direta e materna para P120 foram iguais a 0,27 e 0,08, respectivamente. Se comparados os valores apresentados na Tabela 1, observa-se que os animais da Amazônia Legal apresentaram maior variabilidade que aqueles abordados nas pesquisas consultadas por esses autores, geralmente da região Centro-Sul do país. Estudos realizados nesta idade são importantes, porque correspondem ao pico de lactação em zebuínos.

Estimativas de herdabilidade para IPP têm grande variação na literatura, sendo considerada uma característica de baixa (0,01; Gressler et al. 2000) a moderada (0,36; Dias et al. 2004) magnitude. Azevêdo et al. (2006) relataram estimativas de herdabilidade iguais a $0,21 \pm 0,05$ para IPP de fêmeas Nelore do Norte e Nordeste brasileiros, valor semelhante ao observado neste estudo. A problemática envolvida na avaliação da IPP ocorre, principalmente, porque apenas as fêmeas que pariram entram nas análises, portanto parte da variação genética existente na característica não é estimada. Como alternativa alguns autores sugerem que deveriam ser incluídas todas as fêmeas expostas ao touro na análise, atribuindo uma idade ao

primeiro parto para as fêmeas que não conceberam e usando a idade ao primeiro parto mais alta dentro do seu grupo contemporâneo.

Tabela 2. Estimativas dos componentes de variância e herdabilidades para peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 450 dias de idade (P450), perímetro escrotal aos 450 dias de idade (PE450) e idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos Nelore da Amazônia Legal

Características	σ_a^2	σ_m^2	σ_e^2	σ_p^2	h_d^2 *	h_m^2 *	h_t^2
P120	41,05	35,61	94,80	171,46	0,24	0,21	0,36
P210	96,57	52,17	179,60	328,34	0,29	0,16	0,45
P450	287,00	-	307,40	594,40	0,48	-	-
PE450	216,10	-	229,30	445,40	0,49	-	-
IPP	2,53	-	9,19	11,72	0,22	-	-

σ_a^2 = variância genética aditiva direta, σ_m^2 = variância genética aditiva materna, σ_e^2 = variância residual, σ_p^2 = variância fenotípica, h_d^2 = herdabilidade do efeito direto, h_m^2 = herdabilidade maternal, h_t^2 = herdabilidade total; * o programa REMLF90 não disponibiliza o erro-padrão das estimativas.

A diminuição do intervalo médio de gerações resulta no aumento do ganho genético anual das características selecionadas. A diferença de ganho genético entre machos e fêmeas foi em média 2,7 kg para P120, 2,9 kg para P210, 3,1 kg para P450, 0,35 cm para PE450 e 0,26 dias para IPP, a favor dos machos (Tabela 3), mostrando que a intensidade de seleção é uma variável determinante do ganho genético do rebanho sob seleção, pois a partir da proporção de indivíduos selecionados é possível saber a quantos desvios-padrão da média da população estará a média dos indivíduos selecionados. Todas as características tiveram diminuição no ganho genético conforme a pressão de seleção foi reduzida nas fêmeas (de $i = 0,50$ até $i = 0,20$). No entanto, a quantidade de animais descartados interfere diretamente nos custos da propriedade, além disso, pode comprometer a variabilidade genética e os níveis de endogamia, uma vez que um número menor de indivíduos passaria a ser mais intensamente utilizado na reprodução. Lira et al. (2013) relataram ganhos genéticos de 2,67, 3,05 e 3,13 kg/ano para P365, P450 e P550 em rebanhos Nelore dos Estados do Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins, após simulação, considerando-se uma retenção de 50% das fêmeas e 10% dos machos (intensidade de seleção de 1,28) e um intervalo médio de geração de cinco anos.

Tabela 3. Estimativas anuais de resposta à seleção para as características de peso e reprodução em rebanhos Nelore da Amazônia Legal

Características	Médias	DP	h^2	ΔG (kg) Machos	ΔG (kg) Fêmeas ¹	ΔG (kg) Fêmeas ²	ΔG (kg) Fêmeas ³
P120 (kg)	123	19,0	0,24	1,33	0,27	0,19	0,11
P210 (kg)	180	28,1	0,29	2,38	0,49	0,34	0,20
P450 (kg)	262	45,5	0,48	6,37	1,32	0,92	0,53
PE450(kg)	22,7	2,8	0,49	0,41	0,08	0,06	0,03
IPP (meses)	37	4,7	0,22	0,30	0,06	0,04	0,02

P120 = Peso aos 120 dias de idade; P210 = Peso aos 210 dias de idade; P450 = Peso aos 450 dias de idade; PE450 = perímetro escrotal aos 450 dias; IPP = idade ao primeiro parto; DP = desvio-padrão fenotípico; h^2 = herdabilidade; ΔG (kg) = ganho genético anual (kg); Fêmeas¹ = $i = 0,50$ para fêmeas e $i = 2,44$ para machos; Fêmeas² = $i = 0,35$ para fêmeas e $i = 2,44$ para machos; Fêmeas³ = $i = 0,20$ para fêmeas e $i = 2,44$ para machos.

As tendências genéticas para os efeitos direto e materno apresentaram-se crescentes para P120. Para o efeito direto a tendência é de 0,203 kg/ano, com R-quadrático alto e significativo ($R^2 = 0,84$; $p < 0,01$), porém, o valor de R-quadrático foi inferior para o efeito materno ($R^2 = 0,27$; $p < 0,01$), obtendo progresso anual de 0,039 kg/ano (Figura 1). A tendência fenotípica apresentou R-quadrático inferior ($R^2 = 0,37$; $p < 0,01$), fato observado em todas as características de peso estudadas (Figuras 1, 2 e 3), indicando a influência de vários fatores diferentes ao longo dos anos sobre as médias fenotípicas dos animais estudados.

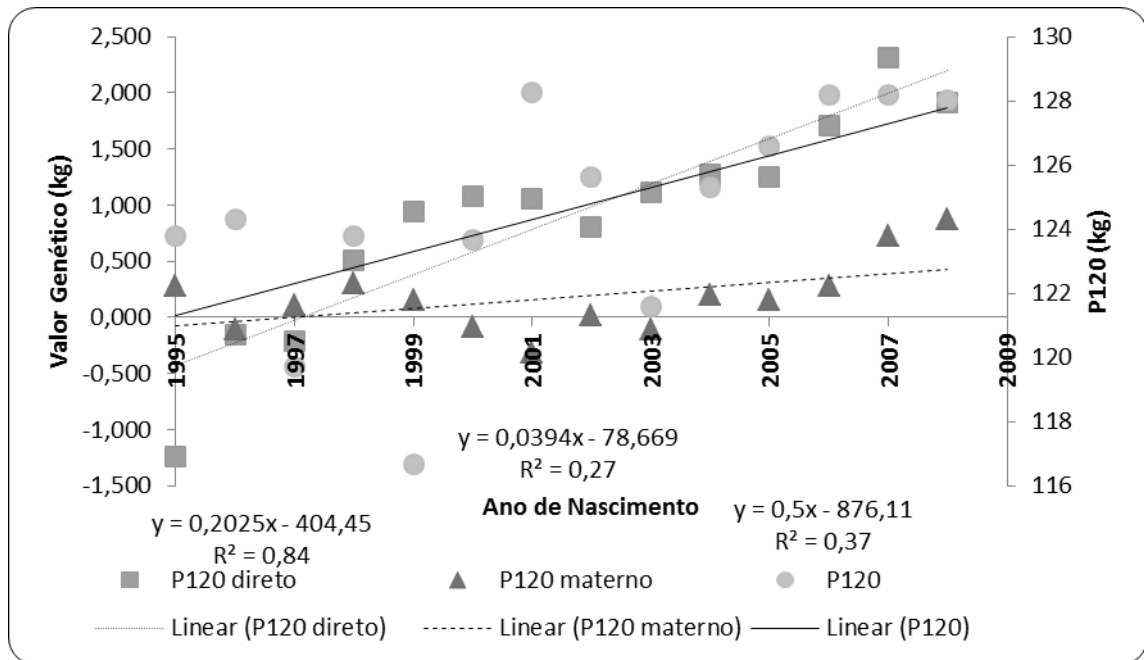


Figura 1. Tendência genética aditiva direta e materna e tendência fenotípica para peso aos 120 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

O mesmo fato pode ser observado nos resultados da tendência genética para efeito direto e materno aos 210 dias de idade (Figura 2). A tendência genética para efeito direto apresentou-se crescente para P210 (0,328 kg/ano), com R-quadrático alto e significativo para efeito direto ($R^2 = 0,85$; $p < 0,01$), porém, o valor do R-quadrático foi inferior para o efeito materno ($R^2 = 0,50$; $p < 0,01$), obtendo progresso anual de 0,075 kg/ano. A tendência fenotípica apresentou-se inferior, com R-quadrático significativo ($p < 0,01$) e igual a 0,17. Santos et al. (2012) também observaram tendência crescente para o efeito genético direto aos 205 dias de idade, com ganho genético anual de 0,494 kg/ano, porém uma tendência negativa para o efeito materno, com ganho de 0,170 kg/ano. Concluíram ser necessária maior pressão de seleção para esta característica na região Norte. Em rebanhos Nelore da região Centro-Oeste, Lima et al. (2005) observaram tendência genética para efeito direto de 0,53 kg/ano e para efeito materno de 0,13 kg/ano aos 205 dias, indicando ganho genético para esta característica.

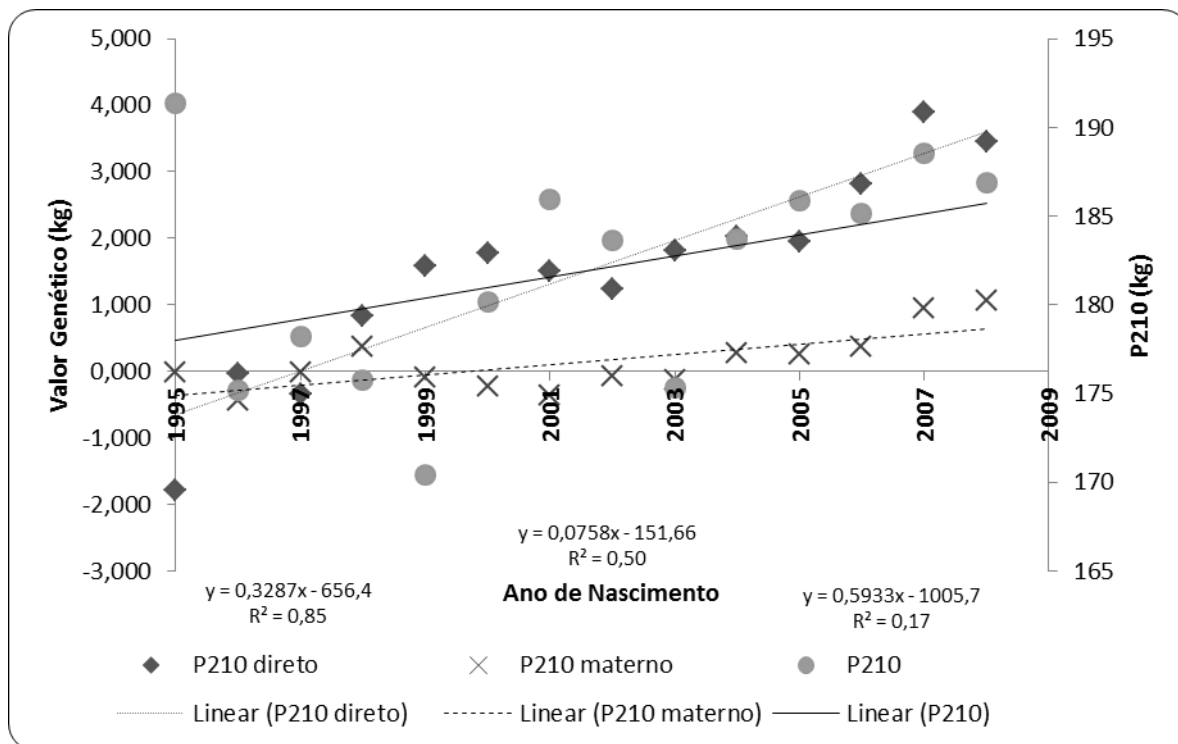


Figura 2. Tendência genética aditiva direta e materna e tendência fenotípica para peso aos 210 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

A estimativa da tendência genética para P450 dias foi de 0,52 kg/ano, apresentando R-quadrático alto e significativo ($R^2 = 0,87$; $p < 0,01$), conforme apresentado na Figura 3. Santos et al. (2012), estudando as características de peso pós-desmama aos 365 e aos 550 dias de idade (P365 e P550), observaram tendências para os efeitos genéticos aditivos diretos crescentes e de magnitudes expressivas, respectivamente iguais a 1,229 kg/ano e 1,500 kg/ano para P365 e P550, valores superiores aos observados para P450. Enfatizaram, no entanto, que a seleção na região Norte tem priorizado o peso pós-desmama, o que poderá gerar ao longo dos anos, aumento nos custos de produção, da idade ao abate e acabamento dos animais, havendo assim, necessidade de seleção mais criteriosa para estas características.

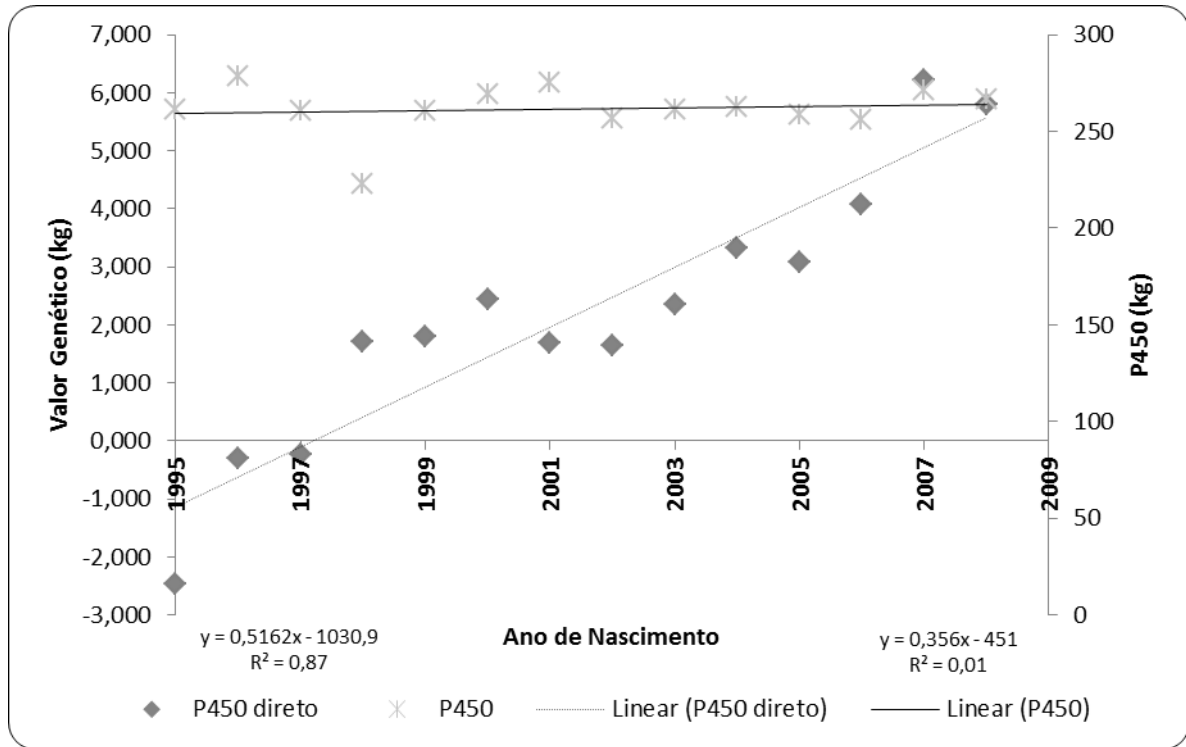


Figura 3. Tendência genética e fenotípica para peso aos 450 dias de idade, em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

Resultados indicando baixo progresso fenotípico são comuns (Figuras 1, 2 e 3), principalmente quando estimados para rebanhos criados em ambientes distintos, submetidos aos mais diversos sistemas de produção, como é o caso do gado de corte no Brasil, conforme relatado por Euclides Filho et al. (2000). Sendo assim, sugere-se a necessidade de se utilizar genótipos superiores e estimular a redução do intervalo de gerações.

A estimativa da tendência genética para perímetro escrotal aos 450 dias foi de 0,1 cm/ano, apresentando R-quadrático moderado e significativo ($R^2 = 0,42$; $p < 0,01$). As mudanças genéticas anuais foram suficientes para considerar que esta população esteja evoluindo geneticamente em termos de aumento do perímetro escrotal, principalmente se compararmos com o valor mais baixo (0,069 cm/ano) observado por Laureano et al. (2011), em um rebanho Nelore do Estado de São Paulo. A tendência fenotípica apresentou-se muito baixa em relação à tendência genética, apresentando R-quadrático baixo ($R^2 = 0,06$; $p < 0,01$), porém significativo. Observa-se, graficamente, que a mudança na média fenotípica ao longo dos anos foi próxima a zero, com a linha de tendência praticamente paralela ao eixo X (Figura 4).

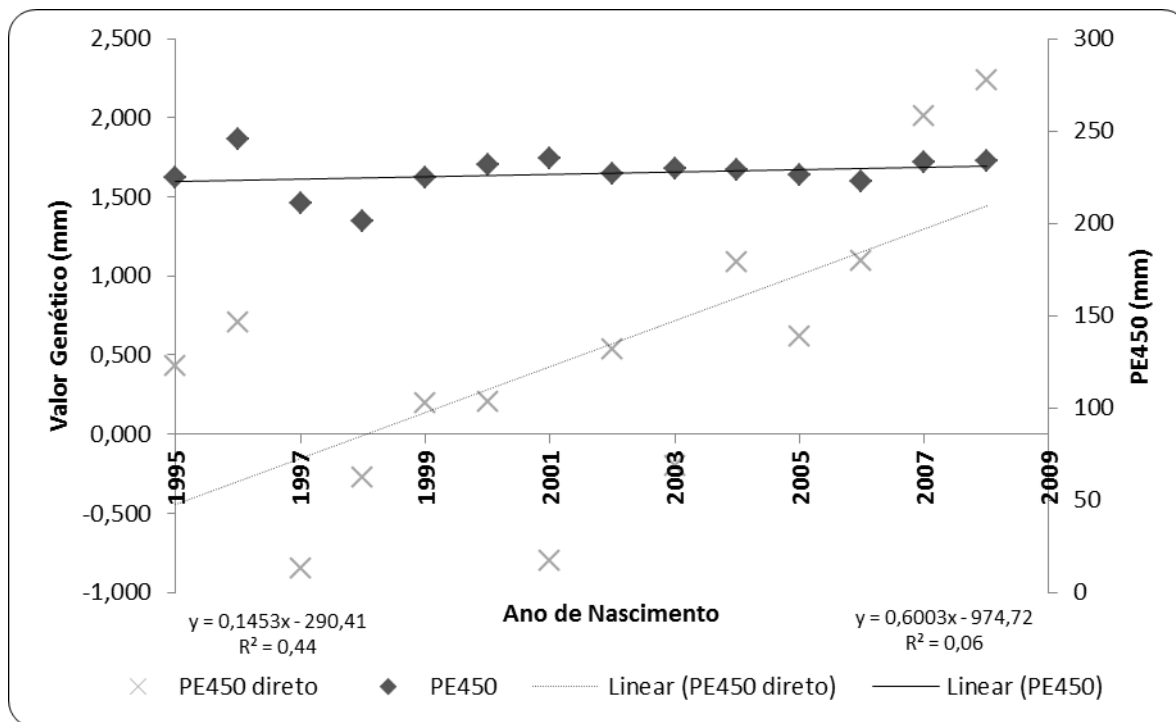


Figura 4. Tendência genética e fenotípica para Perímetro Escrotal aos 450 dias (PE450) em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

A estimativa de tendência fenotípica para idade ao primeiro parto foi igual a 0,27 meses/ano, apresentando R-quadrático moderado e significativo ($R^2 = 0,39$; $p < 0,01$), em comparação à tendência genética, a qual foi de 0,005 meses/ano, apresentando R-quadrático baixo e não significativo ($R^2 = 0,12$; $p > 0,05$). Holanda et al. (2004) relataram, para fêmeas Nelore de Pernambuco, estabilidade na tendência genética no primeiro período considerado (valor igual a -0,003 dias/ano), com melhorias consideráveis na tendência genética no segundo período estudado (valor de -3,024 dias/ano). Este resultado pode ser explicado pela exposição das fêmeas em idades mais jovens na estação de monta. 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.

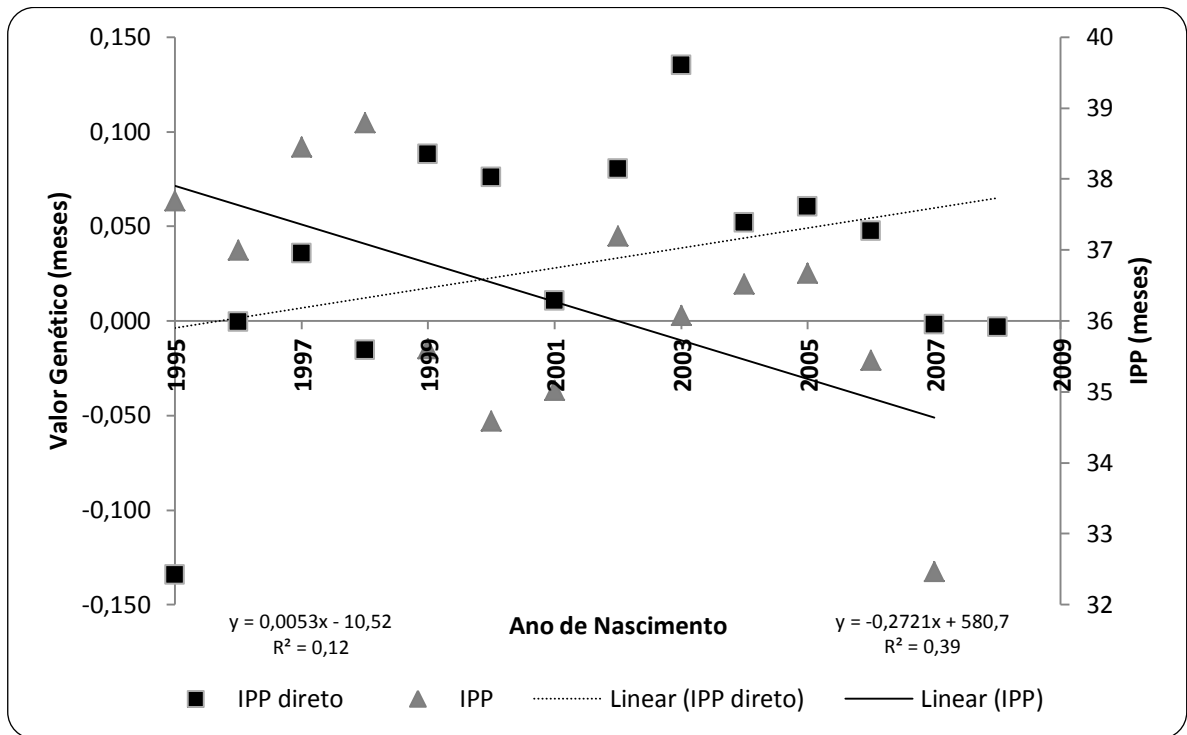


Figura 5. Tendência genética e fenotípica para Idade ao Primeiro Parto (IPP) em animais da raça Nelore criados na Amazônia Legal.

CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidade de média a alta magnitude evidenciam que as características estudadas podem ser utilizadas como critérios de seleção nos rebanhos da Amazônia Legal. Maiores ganhos genéticos foram observados nos níveis de maior pressão de seleção. Tendências genéticas crescentes foram observadas para os pesos e o perímetro escrotal, sendo praticamente nula para IPP. A seleção quanto aos pesos nas diferentes idades deverá promover mudanças genéticas favoráveis no perímetro escrotal e, em menor magnitude, na idade ao primeiro parto nos rebanhos de animais da raça Nelore da Amazônia Legal.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelas bolsas de estudos concedidas. À ANCP pela concessão dos dados do PMGRN – Nelore Brasil.

REFERÊNCIAS

Azevêdo DMMR, Martins Filho R, Lôbo RNB, Malhado CHM, Lôbo RB, Moura AAA, Pimenta Filho EC. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. R Bras Zoot. 2006; 35(3):988-996.

Dias LT, Faro L, Albuquerque LG. Efeito da idade de exposição das novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. Arq Bras Med Vet Zoot. 2004; 56(3):370-373.

Euclides Filho K, Silva LOC, Alves RGO, Figueiredo GR. Tendência genética na raça Gir. Pesq Agropec Bras. 2000; 35(4):787-791.

- Holanda MCR, Barbosa SBP, Ribeiro AC, Santoro KR. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. *Arch Zoot.* 2004; 53:185-194.
- Gressler SL, Bergmann JAG, Pereira, CS, Penna VM, Pereira JCC, Gressler MGM. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *R Bras Zoot.* 2000; 29(2):427-437.
- IBGE. Contagem da população [internet]. 2007 [acesso em 2013 out 18]; 1:311. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>.
- Laureano MMM, Boligon AA, Costa RB, Forni S, Severo JLP, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. *Arq Bras Med Vet Zoot.* 2011; 63(1):143-152.
- Lima AES, Ferraz Filho PB, Silva LOC, Souza JC, Gondo A. Efeitos genéticos diretos e maternos e suas tendências em pesos à desmama de bovinos da raça Nelore Mocha, na região pecuária de Goiás. *Arch Vet Sci.* 2005; 10(2):69-74.
- Lira TS, Pereira LS, Lopes FB, Ferreira JL, Lôbo RB, Santos GCJ. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do Trópico Úmido do Brasil. *Ci Anim Bras.* 2013; 14(1):23-31.
- Lira T, Rosa EM, Garnerio AV. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). *Ci Anim Bras.* 2008; 9:1-22.
- Magnabosco CU, Paula EJH, Viu MAO, Lopes DT, Pascoa L, Barioni, LG. Simulação da evolução do rebanho considerado potencial de crescimento e habilidade materna como critérios de seleção em bovinos de corte. *Boletim de Pesquisa de Desenvolvimento [internet].* 2009 [acesso em 2013 out 18];259:26. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/bolpdp/4>.
- Malhado CHM, Martins Filho R, Lôbo RNB, Facó O, Azevêdo DMMR, Souza JC, Oliveira SMP. Tendência genética para características relacionadas à velocidade de crescimento de bovinos Nelore na região Nordeste do Brasil. *R Bras Zoot.* 2005; 34:60-65.
- Misztál I. Reliable computing in estimation of variance components. *J Anim Breed Genet.* 2008;125:363-70.
- Monteiro EMM, Lourenço Júnior JB, Santos NFA, Aviz MAB. Valor nutritivo da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como alternativa na suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. *Ci Rur.* 2009; 39(2):613-618.
- Moraes P. Agronegócio brasileiro. [internet]. 2011 [acesso em 2013 nov 28]; Disponível em: <http://www.famasul.com.br/palestrascongresso/css/images/MarcosPratiniMoraes.pdf>.
- Ribeiro AC, McAllister AJ, Queiroz SA. Efeito das taxas de descarte sobre medidas econômicas de vacas leiteiras em Kentuck. *R Bras Zoot.* 2003;32(6):1737-1746(Supl.1).
- Santos GCJ, Lopes FB, Marques EG, Silva MC, Cavalcante TV, Ferreira JL. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore da região norte do Brasil. *Acta Scient Anim Sci.* 2012;34(1):97-101.
- SAS – Statistical Analysis System. SAS Users Guide: Statistics, Version 9.1. Cary, NC, SAS Institute Inc., 2002.
- SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Amazônia Legal. [internet]. 2013 [acesso em 2013 out 18]; Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal/area-de-atuacao>.
- Willham RL. The role of maternal effect in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *J Anim Sci.* 1972;
- Yokoo MJI, Albuquerque LG, Lôbo RB, Sainz RD, Carneiro Júnior JM, Bezerra LAF, Araujo FRC. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. *R Bras Zoot.* 2007;36:1761-1768.