

# Estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos Nelore Mocho da Região Norte do Brasil

Amauri Felipe Evangelista, Diego Helcias Cavalcante, Carlos Henrique Mendes Malhado<sup>1</sup>, José Elivalto Guimarães Campelo, Geraldo Magela Cortes de Carvalho<sup>2</sup> e Severino Cavalcante de Sousa Júnior

*Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil*

[amaurifelipe17@gmail.com](mailto:amaurifelipe17@gmail.com)

<sup>1</sup> *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Bahia, Brasil*

<sup>2</sup> *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio-Norte - Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos para as características peso ao desmame (P205), ao ano (P365) e sobreano (P550) de bovinos Nelore Mocho, criados na região Norte do Brasil. Foram utilizados 39.737 registros de peso pertencentes a 8.530 animais. Os parâmetros genéticos foram obtidos utilizando-se o método da máxima verossimilhança restrita (REML) sob o modelo animal, usando aplicativo computacional WOMBAT. O modelo empregado incluiu efeitos fixos de grupo de contemporâneos (sexo, fazenda, ano e estação de nascimento do animal) e idade da vaca ao parto como covariáveis (efeito quadrático), além de efeitos aleatórios genético aditivo direto, genético materno e ambiente permanente materno, adotando-se o modelo multicaracterísticas. Os coeficientes de herdabilidade direta estimados para as características estudadas foram de média a alta magnitude, variando de 0,32 (P550) a 0,50 (P205), mostrando alta variabilidade genética e potencial de ganhos considerável utilizando essas características para a seleção. A herdabilidade materna foi de baixa magnitude, variando de 0,07 (P550) a 0,09 (P205) indicando diminuição do efeito materno ao longo do crescimento do animal. As correlações genéticas entre as características foram altas, positivas e superiores a 0,84, evidenciando alta associação entre as características, podendo-se obter ganhos genéticos via resposta correlacionada para P365 e P550 ao selecionar o P205. Entretanto, observam-se indicativas de que as características avaliadas são passíveis de seleção para o melhoramento genético da raça Nelore Mocho criados na região Norte do Brasil.

**Palavras-chave:** *correlação genética, herdabilidade, zebu*

## Estimation of genetic parameters for growth traits in Polled Nelore cattle from Northern Brazil

## Abstract

The objective of this study was estimate genetic parameters for weaning (P205), yearly (P365) and post-yearling (P550) weight of Polled Nelore cattle, 39,737 weight records belonging to 8,530 animals were used. The genetic parameters were obtained using the method of maximum restricted likelihood (REML) under the animal model, using computational application WOMBAT. The model employed included fixed effects from a group of contemporaries (sex, farm, year and season of birth of the animal) and age of the cow at calving as covariables (quadratic effect), in addition to random direct additive genetic effects, maternal genetic and maternal permanent environment, adopting the multi-trait model. The estimated direct heritability coefficients for the traits studied were medium to high magnitude, ranging from 0.32 (P550) to 0.50 (P205), showing high genetic variability and considerable gains potential using these characteristics for selection. Maternal heritability was of low magnitude, ranging from 0.07 (P550) to 0.09 (P205) indicating a decrease in the maternal effect throughout the animal's growth. The genetic correlations between the traits were high, positive and higher than 0.84, showing a high association between the traits, and genetic gains can be obtained via the correlated response for P365 and P550 when selecting P205. However, there are indications that the traits evaluated are subject to selection for the genetic improvement of the Polled Nelore breed raised in the Northern region of Brazil.

**Keywords:** *genetic correlation, heritability, zebu cattle*

## Introdução

O Brasil apresenta o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, dos quais 80% são da raça Nelore (Ferreira et al 2015). Entre a variedade Nelore, o Mocho encontra-se na segunda posição em número de registros pela ABCZ e, normalmente é criado separadamente do Nelore comum, apresentando menores riscos para os trabalhadores durante a lida e transporte (Barros et al 2017). Com isso, houve um interesse crescente dos produtores pela raça, o que se torna relevante conhecer o potencial genético desses animais, para está fazendo uma seleção acurada.

Em vista dessa importância, tem sido desenvolvido em todo o país programas de melhoramento genético relacionados às características de crescimento em bovinos de corte (Santana et al 2017), visando o aumento do potencial produtivo. Nestes programas, pesos padronizados para 120, 205, 365, 450 e 550 dias de idade são utilizados como critérios de seleção, pois são datas próximas a atividades de manejo importantes, e apresentam aspectos realístico aos modelos utilizados, além de ter uma correlação favorável com outras características de interesse econômica.

Ademais, outra justificativa para utilização desta característica é especialmente por serem de fácil mensuração (Silva et al. 2012) e por apresentar herdabilidades moderadas permitindo possíveis ganhos genéticos ao longo das gerações. As estimativas dos parâmetros genéticos para as características de crescimento em bovinos de corte são indicadoras da resposta ao melhoramento genético a ser alcançado (Barbosa et al 2017), permitindo classificar e selecionar os melhores indivíduos para serem pais nas próximas gerações.

Um aspecto a se considerar nesse contexto, é que vários autores relataram sobre as estimativas dos parâmetros genéticos em populações de Nelore Mocho em diversas regiões do Brasil (Ferraz Filho et al 2002; Lima et al 2005; Lopes et al 2013; Lopes et al 2016) e mostraram a existência de variabilidade

genética, o que permite obter progresso genético por meio da seleção. E na região Norte do Brasil, que desponta no cenário nacional como grande produtora de carne, com um efetivo superior a 16 milhões de cabeças (Santos et al 2012), as literaturas sobre este assunto são escassos e insuficientes para avaliar as características de crescimento.

Desta forma, mostra um entrave, já que o conhecimento dos parâmetros genéticos é crucial em seja qual for programa de melhoramento animal. Sendo assim, o objetivo deste estudo é estimar os parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho, criados na região Norte do Brasil.

## Material e métodos

Os dados analisados são provenientes de rebanhos da raça Nelore Mocho nascido entre 1980 e 2011, na região Norte do Brasil, participantes do Programa de desenvolvimento ponderal da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), os rebanhos estão localizados em sete estados da região norte do Brasil (Amazonas, Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Pará e Tocantins). As características estudadas foram pesos ao desmame (P205), ao ano (P365) e ao sobreano (P550), padronizados para os 205, 365 e 550 dias de idade.

Para a realização deste trabalho, partiu-se de um banco de dados que constava com 44.106 registros de peso de 10.794 animais. Com o intuito de tornar os dados mais consistentes, foram feitas algumas restrições, utilizando software SAS (2014), que constitui na exclusão de animais sem identificação do pai ou mãe, indivíduos com menos de três registros de peso e grupos de contemporâneos abaixo de três animais. Além disso, foi realizado foram realizadas análises de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2014) para verificar a influencia dos efeitos ambientais sobre características em estudo.

Os meses de nascimento foram agrupados em estação da seca, que corresponde aos de menor incidência de chuvas (de junho a novembro), e estação chuvosa, que compreende os de maior incidência de chuvas (de dezembro a maio). Após edição dos dados, restaram 39.737 observações de peso pertencentes a 8.530 animais. Na Tabela 1 são apresentadas a estrutura geral do arquivo de dados da após a restrições e algumas estatísticas descritivas para as características estudadas. Para a formação dos grupos de contemporâneos (GC) foram consideradas as seguintes fontes de variação: sexo, fazenda, ano e estação de nascimento do animal.

**Tabela 1.** Estatística descritiva para as características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho da região Norte do Brasil

Características	Animais	GC	Média	Min	Max	CV%
P205	5950	601	168,90±32,14	85,00	307,81	19,03
P365	4539	509	233,96±45,24	150,04	399,03	19,33
P550	4047	490	340,55±65,76	250,00	642,26	19,30

*P205 – Peso aos 205; P365 – Peso aos 365; P550 – Peso aos 550 dias; GC – Grupo de Contemporâneo; Min – Mínimo; Max - Máximo; CV – Coeficiente de Variância*

As estimações dos componentes de covariâncias e predição dos parâmetros genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita

(REML), utilizando o software WOMBAT (Meyer 2007), empregando modelo animal em análises multicaracterística. O modelo geral utilizado neste estudo foi composto pelos efeitos fixos de grupo contemporâneo, idade da vaca como covariável (efeito quadrático) e os efeitos aleatórios de animal (genético direto), mãe (genético materno), ambiente permanente e ambiental (residual), descrito na forma matricial da seguinte forma:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3p + \varepsilon$$

Em que:

$y$  = vetor de observações da característica avaliada (P205, P365 e P550);  $\beta$  = vetor de efeitos fixos (Grupos de contemporâneos e idade da vaca ao parto) associados a  $y$  através da matriz de incidência de  $X$ ;  $a$  = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto do animal, associados a  $y$  através da matriz de incidência  $Z_1$ ;  $m$  = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo materno, associados a  $y$  através da matriz de incidência  $Z_2$ ;  $pe$  = vetor dos efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca, associados a  $y$  através da matriz de incidência  $Z_3$ ;  $\varepsilon$  = vetor dos efeitos residuais.

A representação do modelo para a análise multicaracterística foi:

$$V \begin{bmatrix} a \\ m \\ pe \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma^2_a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma^2_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A\sigma^2_{pe} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma^2_\varepsilon \end{bmatrix}$$

Em que:

$A$  = matriz de numeradores do coeficiente de parentesco entre os indivíduos;  $\sigma^2_a$  = variância genética aditiva direta;  $\sigma^2_m$  = variância genética aditiva materna;  $\sigma^2_{pe}$  = variância devida aos efeitos de ambiente permanente,  $I$  = matriz identidade, e  $\sigma^2_\varepsilon$  = variância residual. Considerando que os efeitos genéticos direto e materno, e os de ambiente permanente e residuais não são correlacionados entre si.

## Resultados e discussão

As estimativas dos componentes de variâncias para as características estudadas são apresentadas na Tabela 2. As estimativas de variância genética aditiva direta apresentaram altos valores, indicando que os rebanhos de bovinos da raça Nelore na região Norte do Brasil, mostrando a possibilidade de melhoramento genético destas características (P205, P365 e P550) por intermédio de processo de seleção, assim, evidenciando ganho genético plausível ao longo dos anos. Resultado similar foi observado por Gonçalves et al (2011) em estudo de avaliação genética em animais da raça Nelore, quando foi observado valores superiores a 474,83 kg<sup>2</sup> (205 dias).

As estimativas das variâncias genética materna e de ambiente permanente materno apresentaram tendência de crescimento à medida que aumentou a idade dos animais. Estas variâncias são efeitos da mãe e as condições que ela possibilita a seus filhos. Barros et al (2018) relatam que o crescimento da variância genética materna é esperada pelo menos até o desmame, uma vez que esse período corresponde ao de maior influência da mãe. De modo semelhante a este estudo, aumentos nas estimativas dessas variâncias durante o crescimento dos animais foram relatados por Oliveira et al (2015) em bovinos da raça Tabapuã, criados a pasto no Nordeste do Brasil, e por Sousa Júnior et al (2019) em bovinos da raça Tabapuã, criados no estado da Bahia.

**Tabela 2.** Estimativas de componentes de variância para as características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho da região Norte do Brasil

<b>Componentes de Variância</b>	<b>P205</b>	<b>P365</b>	<b>P550</b>
$\sigma^2a$	420,07	716,47	696,08
$\sigma^2m$	75,70	133,12	167,90
$\sigma^2ep$	9,72	50,79	134,51
$\sigma^2e$	328,77	637,94	1171,00
$\sigma^2p$	834,28	1538,30	2169,40

*P205 – Peso aos 205 dias; P365 – Peso aos 365 dias; P550 – Peso aos 550 dias;*

*$\sigma^2a$  – variância genética aditiva;  $\sigma^2m$  – variância genética materna;  $\sigma^2ep$  – variância de ambiente permanente;  $\sigma^2e$  – variância residual;  $\sigma^2p$  – variância fenotípica*

As estimativas das variâncias residual dos pesos padronizados avaliados neste estudo foram aumentando com o avanço das idades, mostrando que 39% (P205), 41% (P365) e 53% (P550) do desempenho dos animais são devidas aos fatores ambientais, ou seja, quanto maior a idade dos animais, maior será o efeito ambiental sobre o peso. Esse fato pode ser atribuído à influência da pré-seleção existente no período da desmama, onde muitos animais são descartados antes de atingirem a idade ao sobreano e, conseqüentemente, uma possível subestimação da variância residual é aferida (Pedrosa et al 2014).

Também houve um crescimento constante nas estimativas de variância fenotípica. Comportamento semelhante foi observado por Kamei et al (2017) em bovinos da raça Nelore. Em termos gerais, as estimativas de herdabilidade direta foram de média a alta magnitude, com estimativas de  $0,50 \pm 0,05$ ,  $0,46 \pm 0,05$  e  $0,32 \pm 0,05$ , respectivamente, P205, P365 e P550 (Tabela 3). A tendência de decréscimo das estimativas de herdabilidades com o avanço das idades também foi relatada por Souza et al (2011) em animais da raça Nelore criados em regime de pasto nas regiões do Centro Oeste e Sudeste.

O coeficiente de herdabilidade direta estimada para o P205 e P365 foram de alta magnitude, respectivamente,  $0,50 \pm 0,05$  e  $0,46 \pm 0,05$ , como prevalece na literatura para animais da raça Nelore (Barros et al 2017). Entre as pesquisas que constataram valores inferiores estão Barbosa et al (2017) e Kamei et al (2017), enquanto, Gonçalves et al (2011) e Lira et al (2013) em bovinos Nelore criados no estado do Tocantins, constataram valores superiores. Portanto, o P205 e P365 mostram que o fenótipo é um bom indicador do genótipo dos indivíduos, e que a seleção pelo fenótipo poderá promover ganho genético nesta população em estudo.

**Tabela 3.** Estimativas de herdabilidades direta e materna para as características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho da região Norte do Brasil

<b>Herdabilidades</b>	<b>P205</b>	<b>P365</b>	<b>P550</b>
-----------------------	-------------	-------------	-------------

$h^2d$	0,50±0,05	0,46±0,05	0,32±0,05
$h^2m$	0,09±0,00	0,08±0,03	0,07±0,03
<i>P205 – Peso aos 205 dias; P365 – Peso aos 365 dias; P550 – Peso aos 550 dias;</i>			
<i><math>h^2a</math> – herdabilidade direta; <math>h^2m</math>– herdabilidade materna</i>			

O coeficiente de herdabilidade para a característica P550 foi de média magnitude (0.32±0.05), este valor se assemelham aos reportados por Lira et al (2013) em bovinos da raça Nelore criados no estado do Pará e Araújo et al (2016) em bovinos Nelore do estado do Mato Grosso. Foi superior aos encontrados por Silva et al (2013) e Amaral et al (2014) e inferiores aos apresentados por Nepomuceno et al (2012) e Souza et al (2018), estes em bovinos da raça Nelore. Assim, as estimativas de herdabilidade encontradas neste trabalho são oriundas da variabilidade genética no rebanho, mostrando que esta característica (P550) podem responder de forma satisfatória à seleção massal, havendo possibilidade de progresso genético ao serem utilizadas como critério de seleção.

A influência dos genes maternos sobre as características estudadas foi avaliada pela estimativa da herdabilidade materna, que nesse estudo foi de baixa magnitude, variando de 0,09 (PN) a 0,07 (P550), verificou-se tendência de declínio conforme o avanço dos pesos, mostrando que ocorre a redução da influência da mãe no desempenho da cria. Essa tendência de certa forma é esperada, pelo fato do bezerro tornar-se menos dependente da mãe à medida que cresce, e ignorar este efeito nos modelos pode acarretar na superestimação da herdabilidade animal. Ambrosini et al (2016) relatam que a inclusão do efeito materno no modelo busca maior acurácia na partição das variâncias.

Em análises multicaracterísticas a avaliação de um animal para uma característica se faz pela contribuição de todas as outras envolvidas, onde é possível obter as correlações fenotípicas e genéticas (Oliveira et al 2015). Entretanto, os valores das correlações fenotípicas entre as características estudadas foram inferiores aos valores das correlações genéticas (Tabela 4), indicando assim a particularidade do ambiente na região tender a agir contrário à ação do componente genético, com isso dificulta visualizar a campo se a seleção em menor idade será eficiente.

**Tabela 4.** Estimativas das correlações genéticas (triangular superior) e fenotípica (triangular inferior) entre as características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho da região Norte do Brasil

<b>Características</b>	<b>P205</b>	<b>P365</b>	<b>P550</b>
P205		0,87±0,04	0,84±0,06
P365	0,53±0,01		0,97±0,0
P550	0,45±0,01	0,50±0,01	

*P205 – Peso aos 205 dias; P365 – Peso aos 365 dias; P550 – Peso aos 550 dias*

De modo geral, as correlações fenotípicas foram positivas e de alta magnitude, variando de 0,45(P205 x P550) a 0,53 (P205 x P365), resultados semelhantes foram reportados por Barros et al (2017) em bovinos raça Nelore Mocho criados da região Nordeste via modelos de regressão aleatória. Observa-se que à medida que aumenta a distância das idades dos animais decresce o resultado das correlações, corroborando com Moreira et al (2015), Oliveira et al (2015) e Sousa Júnior et al (2019). As correlações fenotípicas entre o P205 aos P550 dias de idade, indicam que o animal com peso superior à média, em determinada idade, permanecerá com essa vantagem em idades consequentes.

As correlações genéticas estimadas foram positivas e de alta magnitude, indicando que grande parte dos genes de ação aditiva genes influencia

simultaneamente nos pesos nas idades avaliadas, ou seja, a seleção realizada para pesos em idades jovens pode alterar o peso em idades adultas na mesma direção. De forma geral observa-se pequena tendência de diminuição das correlações genéticas à medida que aumentou a distância entre as pesagens, concordando com os resultados de Passafaro et al (2016) e Barros et al (2018) ambos encontrados em bovinos de corte. Assim, os resultados desse estudo mostra que selecionar animais aos P205 aumenta a possibilidade de ganhos genéticos via resposta correlacionada, possibilitando a diminuição no intervalo de geração.

Na tabela 5 são apresentadas as correlações genéticas maternas e de ambiente permanente materno. As correlações genéticas maternas entre as características estudada foram altas ( $>0,99$ ), positivas e superiores aos estimados para as correlações genéticas aditivas diretas, indicando que os genes que influenciam os efeitos maternos no P205 são os mesmos do P550, estes resultados são semelhantes ao relatado por Barros et al (2017) em bovinos Nelore Mocho criados no Nordeste do Brasil, que relataram estimativas superiores a 0,99 entre idade da desmama (205 dias) e ao sobreano (550 dias).

**Tabela 5.** Estimativas das correlações genéticas maternas (triangular superior) e ambiente permanente materno (abaixo da diagonal), entre as características de crescimento em bovinos da raça Nelore Mocho da região Norte do Brasil

<b>Características</b>	<b>P205</b>	<b>P365</b>	<b>P550</b>
P205		0,99±0,17	0,99±0,20
P365	0,93±0,94		0,99±0,30
P550	0,99±0,95	0,88±0,55	

*P205 – Peso aos 205 dias; P365 – Peso aos 365 dias; P550 – Peso aos 550 dias*

Valores altos e positivos também foram observados para correlações de ambiente permanente materno (Tabela 5). Alto valor para correlação de ambiente permanente materno não é apenas uma particularidade reportada em Nelore mocho (Barros et al 2018), mas também em outras raças, como no Canchim (Baldi et al 2010), Tabapuã (Menezes et al 2013) e Simental (Mota et al 2013).

Observou-se, nesta pesquisa, que os resultados encontrados se assemelha com outros consultadas em rebanhos de bovinos de corte. As pequenas diferenças podem ser justificadas pelo número de informações disponíveis no banco de dados, diferenças nos modelos de análise e metodologias utilizadas, além dos diferentes ambientes nos quais os animais foram submetidos. E que o uso de qualquer uma das características analisadas (P205, P365 ou P550) como critério de seleção resultará em resposta correlacionada, que uma seleção aos 205 dias de idade resultará em potencial genético nas idades posteriores, assim possibilitando a diminuição no intervalo de geração.

## Conclusão

- As estimativas dos coeficientes de herdabilidades direta para as características de crescimento indicam a existência de variabilidade genética considerável no rebanho da raça Nelore Mocho na região Norte do Brasil, demonstrando a oportunidade de ganho genético com a seleção.
- À herdabilidade materna mostrou que a mãe tem influência no desempenho da progênie até a fase adulta.

- A correlação genética entre as características de crescimento mostrou que a seleção em um peso, acarretará em modificação nos demais, indicando que a seleção pode ser feita na idade jovem do animal.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro; e à Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), por ceder os dados.

## Referências

- Amaral R D S, Carneiro P L S, Martins Filho R, Ambrosini D P e Malhado C H M 2014** Tendências, parâmetros fenotípicos e genéticos de características de crescimento em bovinos Nelore mocho do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(2), 261-271. Retirado em 09 maio 2016, <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000200003>
- Ambrosini D P, Carneiro P L S, Braccini Neto J, Malhado C H M, Martins Filho R e Cardoso F F 2012** Interação genótipo× ambiente para peso ao ano em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(10), 1489-1495. Retirado em 05 maio 2019, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001000011>
- Araújo C V, Nehls W F, Laureano M M M, Zubler R, Lôbo R B, Figueiredo L G G e Bezerra L A F 2016** Modelos de regressão aleatória para características de crescimento de bovinos da raça Nelore do estado de Mato Grosso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(2), 448-456. Retirado em 24 junho 2018, <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8340>
- Baldi F, Albuquerque L G and Alencar M M 2010** Random regression models on Legendre polynomials to estimate genetic parameters for weights from birth to adult age in Canchim cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 127(4), 289-299. Retirado em 09 maio 2016, <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2010.00853.x>
- Barbosa A C B, Carneiro P L S, Rezende M P G, Ramos I O, Martins Filho R e Malhado C H M 2017** Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 66(255), 449-452. Retirado em 12 dezembro 2017, <https://doi.org/10.21071/az.v66i255.2523>
- Barros I B, Carneiro P L S, Mota R R, Silva L P, Martins Filho R and Malhado C H M 2017** Genetic parameters estimation of growth in Polled Nelore cattle via random regression models. *Livestock Research for Rural Development*, 29(12). Retirado em 09 janeiro 2018, <http://www.lrrd.org/lrrd29/12/rrmo29232.html>
- Barros I C D, Mota R R, Silva L P D, Carneiro P L S, Martins Filho R e Malhado C H M 2018** Avaliação genética do crescimento de bovinos Nelore Mocho, por meio de modelos de multicausalidade. *Revista Ceres*, 65(5), 402-406. Retirado em 04 outubro 2019, <https://doi.org/10.1590/0034-737x201865050004>
- Ferraz Filho P B, Silva L O C, Alencar M M, Sobrinho E B e Souza J C 2002** Tendência genética em pesos de bovinos da raça Nelore Mocha no Brasil. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 5(1), 635-640. Retirado em 05 abril 2019, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000300013>
- Ferreira J L, Lopes F B, Pereira L S, Nepomuceno L L, Garcia J A S, Lôbo R B and Sainz R D 2015** Estimation of (co) variances for growth traits in Nelore cattle raised in the Humid Tropics of Brazil by random regression. *Seminário: Ciências Agrárias*, 36(3), 1713-1723. Retirado em 24 junho 2018, <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1713>
- Gonçalves F M, Pires A V, Pereira I G, Garcia D A, Farah M M, Meira C T e Cruz V A R 2011** Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. *Arquivo Brasileiro de*

Medicina Veterinária e Zootecnia, 63(1), 158-164. Retirado em 21 janeiro 2020, <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000100024>

**Kamei L M, Ribeiro E L A, Fonseca N A N, Muniz C A D S D, Camiloti T V, Koritiaki N A and Fortaleza A P S 2017** Genetic parameters of growth traits in Nellore cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1503-1509. Retirado em 09 janeiro 2018, <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1513>

**Lima A, Ferraz Filho P B, Silva L, Souza J e Gondo A 2005** Efeitos genéticos diretos e maternos e suas tendências em pesos à desmama de bovinos da raça Nelore Mocha, na região pecuária de Goiás. *Archives of Veterinary Science*, 10(2), 69-74. Retirado em 05 abril 2019, <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v10i2.4419>

**Lira T S D, Pereira L D S, Lopes F B, Ferreira J L, Lôbo R B e Santos G C D J 2013** Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do Trópico Úmido do Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, 14(1), 23-31. Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.5216/cab.v14i1.16785>

**Lopes F B, Magnabosco C U, Paulini F, Silva M C, Miyagi E S and Lôbo R B 2013** Genetic analysis of growth traits in polled Nellore cattle raised on pasture in tropical region using Bayesian approaches. *PloS One*, 8(9). Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075423>

**Lopes F B, Magnabosco C D U, Souza F M, Assis A S e Brunos LC 2016** Efeito da endogamia sobre pesos pré-desmame em bovinos da raça Nelore mocho criados a pasto no bioma Cerrado. *Archivos de Zootecnia*, 65(250), 177-182. Retirado em 05 abril 2019, <https://doi.org/10.21071/az.v65i250.485>

**Menezes G R D O, Torres R D A, Júnior T, Almeida RA, Silva L O C D, Gondo A and Euclides R F 2013** Estimation of genetic parameters for growth traits in Tabapuã cattle using a multi-trait model. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(8), 570-574. Retirado em 28 fevereiro 2020, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000800006>

**Meyer K 2007** WOMBAT—A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). *Journal of Zhejiang University Science B*, 8(11), 815-821. Retirado em 03 fevereiro 2018, <https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0815>

**Moreira H L, Canova É B, Munari D P, Bezerra L A F, Lôbo R B e Paz C C P 2015** Parâmetros genéticos para período de gestação e características de crescimento pré e pós desmame em bovinos Nelore. *Boletim de Indústria Animal*, 72(2), 130-135. Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.17523/bia.v72n2p130>

**Mota R R, Marques L, Lopes P S, Silva L P, Neto F, Resende M and Torres R A 2013** Genetic evaluation using multi-trait and random regression models in Simmental beef cattle. *Genetics and Molecular Research*, 12 (3), 2465-2480. Retirado em 17 fevereiro 2020, <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/966526>

**Nepomuceno L L, Andrade R J, Lopes F B, Lira T S, Vieira L F, Santos G C J e Ferreira JL 2012** Associações genéticas entre o perímetro escrotal e as características produtivas e reprodutivas em rebanho Nelore criado na Região Norte do Tocantins. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 10(3), 253-261. Retirado em 24 junho 2019, <http://dx.doi.org/10.7213/academica.7708>

**Oliveira A P D, Malhado C H M, Barbosa L T, Martins Filho R e Carneiro P L S 2015** Inferência bayesiana na avaliação genética de bovinos da raça tabapuã do nordeste brasileiro. *Revista Caatinga*, 28(4), 227-234. Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n425rc>

**Passafaro T L, Fragomeni B O, Gonçalves D R, Moraes M M e Toral F L B 2016** Análise genética do peso em um rebanho de bovinos Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(2), 149-158. Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000200007>

**Pedrosa V B, Eler J P, Ferraz J B S e Pinto L F B 2014** Utilização de modelos unicaracterística e multicaracterística na estimação de parâmetros genéticos na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(6), 1802-1812. Retirado em 24 junho 2019, <https://doi.org/10.1590/1678-6170>.

**Santana B F, Fonseca R D, Manuel M, Mamani G C M, Eler J P and Ferraz J B S 2017** Feasibility of using " days to a specific weight" traits in Nellore cattle breeding programs. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18(2), 260-268. Retirado em 07 fevereiro 2020, <https://doi.org/10.1590/s1519-99402017000200005>

**Santos G C D J, Lopes F B, Marques E G, Silva M C, Cavalcante T e Ferreira J L 2012** Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos

nelore da região Norte do Brasil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(1), 97-101. Retirado em 25 junho 2019, <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i1.12172>

**SAS Institute Inc. 2014** SAS/SAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

**Silva J A I, Marcelo E T, Ribeiro C B, Maiorano A M, Curi R A, Oliveira H N D e Mota MDS 2012** Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(8), 1166-1173. Retirado em 13 outubro 2019, <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800018>

**Silva R M D, Souza J C, Silva L O C, Silveira M V, Freitas J e Marçal M F 2013** Parâmetros e tendências genéticas para pesos de várias idades em bovinos Nelore. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14(1), 21-28. Retirado em 24 janeiro 2020, <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100003>.

**Sousa Júnior S C, Sousa R P, Santos K R e Pires L C 2019** Utilização de modelos de regressão aleatória para obtenção de parâmetros genéticos de bovinos da raça Tabapuã. *Ciência Animal Brasileira*, 20, 1-14. Retirado em 28 janeiro 2020, <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-49928>

**Souza J C, Filho F R L, Rezende M P G, Machado C H C, Alencar M P, Souza C F and Ferraz A L J 2018** Genotype-environment interaction, genetic trends, and performance dissimilarity of Nelore herds raised in three different environmental gradients. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(1), 349-362. Retirado em 27 junho 2019, <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n1p349>

**Souza J C, Silva L O C, Gondo A, Freitas J A, Malhado C M, Sereno J R B e Lamberson WR 2011** Parâmetros e tendência genética de peso de bovinos criados a pasto no Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 60(231), 457-465. Retirado em 27 junho 2019, <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000300035>

*Received 27 July 2020; Accepted 20 August 2020; Published 1 October 2020*